



Los Terremotos y sus primeros estudios en el Instituto Geográfico: Observatorios, Mapa Sismotectónico y Catálogo Sísmico.

MARIO RUIZ MORALES

RESUMEN

La sacudida del terremoto es una de las causas que provoca mayor sobresalto tanto a los hombres como a los animales. Su origen ha sido incierto a pesar de que durante milenios haya sido considerado un fenómeno meteorológico. Sin embargo, a raíz del catastrófico sismo de Lisboa (1755), que conmocionó a Europa, se despertó el interés por estudiar tan singular manifestación desde un punto de vista más racional; fue a partir de entonces cuando la sismología comenzó a tomar carta de naturaleza. España se incorporó formalmente a tales estudios a raíz del terremoto de Andalucía (1884) y a través del Instituto Geográfico y Estadístico (1873). Los principales protagonistas de todos ellos fueron los Ingenieros Geógrafos, Cuerpo directivo de dicho centro desde que fueron creados en el año de 1900; siendo pioneros los cuatro siguientes: Eduardo Mier y Miura, José Galbis Rodríguez, Vicente Inglada Ors y Alfonso Rey Pastor.

ABSTRACT

The shock of the earthquake is one of the causes that causes the greatest shock to both men and animals. Its origin has been uncertain despite the fact that for millennia it has been considered a meteorological phenomenon. However, as a result of the catastrophic Lisbon earthquake (1755), which shocked Europe, interest was aroused in studying such a singular manifestation from a more rational point of view; It was from then on that sismology began to take its nature. Spain was formally incorporated into such studies following the earthquake in Andalusia (1884) and through the Instituto Geográfico y Estadístico (1873). The main protagonists of all of them were the Ingenieros Geógrafos, the governing body of said center since they were created in 1900; the following four being pioneers: Eduardo Mier y Miura, José Galbis Rodríguez, Vicente Inglada Ors and Alfonso Rey Pastor.

Palabras clave:

Terremotos, Sismología, Geodesia

Keywords:

Earthquakes, Sismology, Geodesy

El temblor de tierra es quizás el fenómeno telúrico que más ha sobrecogido y sobrecoge al hombre. Sus orígenes han estado asociados durante milenios a la meteorología aunque tal hipótesis ya está universalmente superada, no obstante la inercia hace que todavía se relacione con los cambios atmosféricos¹. La explicación es simple, ya que en la Grecia clásica trataban de explicar así esos sucesos. En efecto, el pensamiento sismológico aristotélico quedó plasmado en su tratado Meteorológicos, escrito en torno al año 350 a.C., y más concretamente en los capítulos VII y VIII de su libro II. Gracias a él se tuvieron noticias de las contribuciones previas de Anaxágoras, Anaxímenes y Demócrito. Aristóteles asociaba los terremotos con los vientos, creyendo que los temblores podían ser de dos tipos: secos y húmedos. A su juicio, la mayoría se producía en tiempos de calma y durante la noche, aunque algunos pudiesen ocurrir también a mediodía. Las épocas más propicias para su percepción eran los equinoccios, todo lo contrario de lo que sucedía con las otras dos estaciones, por tratarse de periodos poco ventosos. Llama la atención que usara en sus explicaciones el símil humano, en donde por el efecto de los gases se producían espasmos, estremecimientos y palpitaciones. La posterior difusión de esta contribución de Aristóteles fue favorecida por su traducción al árabe, incluida en el texto Al'thaar Al'ulwiyyah, realizada en Antioquía por Yahya ibn al-Bitric, en el año 800. Cuatro siglos después fue traducida al latín por Gerardo de Cremona, propiciando así su introducción definitiva en el occidente cristiano, a través de la versión mejorada del prolífico traductor flamenco William de Moerbeke. En el

primer siglo de nuestra era escribió Cayo Plinio Segundo su celebrada Historia Natural, dedicando a los terremotos los capítulos LXXIX y LXXXII, ambos incluidos. En el primero de ellos apuntaba que según él, el sismo era debido al viento: «porque jamás tiembla la tierra sino habiendo en el mar bonanza y estando tan sosegado el cielo que apenas pueden en él sustentarse las aves y nunca sino habiendo precedido vientos que entonces se esconden en las venas y concavidades escondidas. Y no es otra cosa temblor de tierra sino lo que trueño en la nube, ni acontece de otra manera que cuando el rayo sale, peleando el aire encerrado en la nube y procurando su libertad». Más adelante habla de los sucesos premonitorios, concretamente de unas señales celestes: «muéstrase, asimismo, en el cielo precediendo al movimiento que ha de suceder de día, o poco después de puesto el Sol,..., una nube a manera de línea delgada extendida por largo espacio, y aún sale el agua que sacan de los pozos más turbia que otras veces y no sin alguna manera de mal olor». En cuanto a los remedios contra los terremotos se concentraron en primer lugar en los pozos, «como también en haber muchas cuevas por do se exhale el viento ya concebido y esto se ve claro en ciertos pueblos, los cuales por estar

muy minados para expeler las inmundicias, son menos aquejados de ellos, y en unas mismas poblaciones están más seguros los lugares sotanados por debajo, que no los macizos...cesa el terremoto acabado de respirar y salir el viento. Y si dura, no cesa antes de cuarenta días y muchas veces más, como haya acontecido duran uno y dos años». En los siglos siguientes se mantuvieron intactas tales teorías, prácticamente hasta la llegada de la Ilustración, con el agravante de permanecer latente el terror ancestral tanto a los terremotos como a los eclipses, por considerar a ambos manifestaciones sobrenaturales con las que Dios pretendería castigar a los hombres que había creado a su imagen y semejanza. Por otro lado, se comprende que durante ese periodo histórico resulta sumamente dificultosa que pudiera aportar al estudio de la sismicidad histórica alguna novedad, ya que la información al respecto además de escasa está siempre sesgada por ceñirse en gran medida a la exclusiva localización de la corte. No obstante, hay una excepción muy notable fechada a mitad del siglo XVI, concretamente la relativa al gran terremoto del año 1356 que destruyó la ciudad de Basilea; el sismo mejor documentado en la sismicidad histórica de Suiza.



Cosmographia Universalis (1552). Liber tertius. Descriptio Germanicae nationis. Sebastian Münster.

¹ En algunos informativos se le pregunta al «hombre del tiempo» por los terremotos.

Gracias a sus múltiples referencias² pudieron evaluarse sus principales parámetros, desde su fecha exacta, el 18 de octubre, hasta la magnitud de momento, entre 6 y 7.1. Fijándose las coordenadas geográficas del epicentro en los valores siguientes: $\lambda = 47^{\circ} 30'$ y $\phi = 7^{\circ} 36'$ EG. El sismo principal se produjo a las 22h, con premonitores entre las 19h y las 20h, y las réplicas correspondientes durante toda la noche, con una sacudida especialmente violenta hacia la mitad de la misma. La ciudad quedó arrasada por el incendio que siguió al terremoto principal, agravado por ser la mayoría de las construcciones de madera. Todas las grandes iglesias y castillos resultaron destruidos en un radio de 30 km, estimándose en 300 el número de víctimas mortales en Basilea. La intensidad se situó entre los grados IX y X de la escala MSK³. Incluso llegó a relacionarse la causa de este terremoto con una falla normal al sur de la ciudad, orientada en dirección NNE-SSW, que pudiera extenderse bajo la misma. En el aspecto iconográfico son múltiples los ejemplos que lo representaron desde incunables, como el *Konstanzer Weltchronik*, hasta la celebrada *Cosmographia Universalis* de Sebastian Münster. Es sorprendente como en pleno siglo XIX todavía seguían apareciendo imágenes alegóricas del terremoto, así deben considerarse los cuadros debidos a Karl Jaustin y a Ernst Stuckelberg.

Alcanzado el siglo XVI se debe subrayar uno de los primeros ensayos sobre la sismicidad histórica de la Península Ibérica, del que fue autor el jesuita Juan

² Aparte de las crónicas que se hicieron inmediatamente después de la catástrofe, se pudo contar con más de 1350 documentos escritos a lo largo de los siglos XV, XVI, XVII y XVIII.

³ Esa denominación responde a las iniciales de los apellidos de los tres sismógrafos siguientes: Serguei Medvedev, Wilhelm Sponheuer y Vit Karnik. Esta escala es similar a la de Mercalli modificada. Los grados se fijaron tras analizar los daños ocasionados en los castillos de la región (entre 30 y 40).

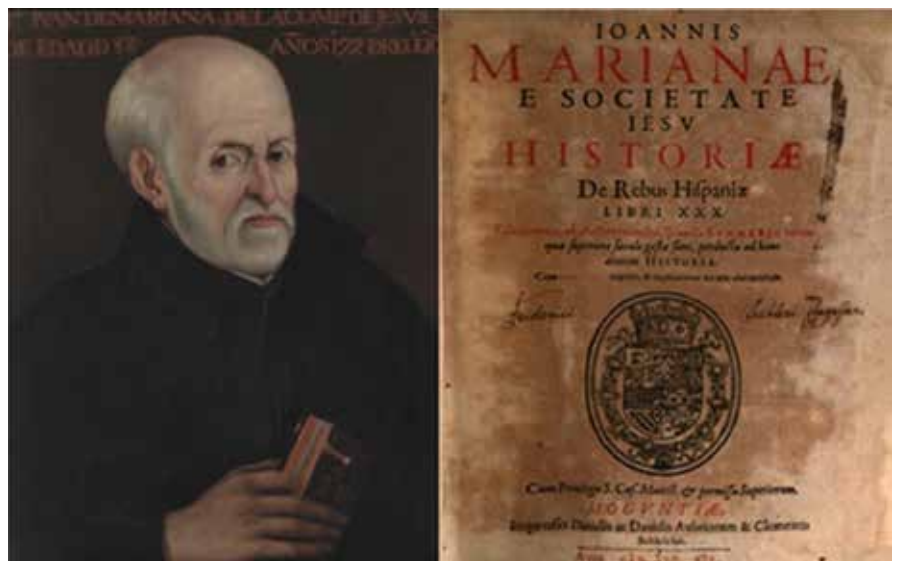
de Mariana (1536-1624). La primera catástrofe de la serie es la que se produjo, al parecer, el año 405 de la fundación de Roma⁴, padeciendo la población de Sagunto la ruina mayor. No obstante, la descripción del fenómeno fue demasiado genérica: «después de extraordinarias inundaciones con increíble daño de los ganados, campos y edificios, padecieron violentos terremotos todas las ciudades que están a orillas del Océano y Mediterráneo». Mariana dio también noticias acerca de otras desgracias que padeció la península, contándose entre ellas «los ordinarios temblores de tierra, con los cuales una parte de la isla de Cádiz, dice, se abrió y hundió en el mar». Cuando Aníbal salió de Hispania, en el año 218 a.C., también se soportaron «varias enfermedades, pestes, temblores de tierra y tormentas».

Se abre entonces un paréntesis en la crónica sísmica, el cual no se cerró hasta que se refirió el terremoto de Lisboa del año 1344, reinando Alfonso IV: Al pare-

⁴ Dando por sentado que Rómulo fundase la ciudad de Roma en el año 753 a.C. el terremoto habría tenido lugar en el año 348 a.C.

cer fue acompañado de un ruido ensordecedor y de continuas sacudidas de sus edificios, llegando a colapsar el cimborrio de su iglesia mayor. El mismo autor recoge asimismo el que se registró en 1356: «...con grande daño de las ciudades marítimas, cayeron las manzanas de hierro que estaban en lo alto de la torre de Sevilla⁵; y en Lisboa derribó este terremoto la Capilla mayor, que pocos días antes se acabara de labrar por mandado del Rey Don Alfonso». A finales del siglo, en diciembre de 1395, quedó muy afectado por otro sismo la mayoría del reino de Valencia, «con tanta desolación de los vivientes y los edificios, que era maravilla y lástima». Destaca, en este relato histórico, el gran terremoto del año 1531, el cual no solo fue notado en toda la península; Mariana señalaba que gran parte de los diques de Flandes resultaron afectados, quedando muchos lugares anegados con las olas del mar. A tenor de su

⁵ En la crónica de Ibn Sahib al-Salá se cuenta que las obras de la Torre de la Giralda concluyeron el 10 de marzo de 1198, con la colocación de cuatro bolas de bronce dorado en el remate superior de la misma (Falcón Márquez, Teodoro. La Giralda. Diputación de Sevilla, Área de Cultura.)



Juan de Mariana y su libro sobre la Historia de España. En él incluyó una relación de los terremotos históricos que asolaron la península ibérica. El libro se editó en Maguncia en el año 1605, pero mientras tanto fue traduciendo la obra al castellano, publicándose en Toledo en el año 1601.

testimonio, los mayores efectos se apreciaron en Lisboa⁶, donde la madre por la que circulaba el Tajo «se hinchó de tal manera que, apartándose las aguas de la una y otra parte, parecía resultar una manera de isla»; se estima que quedaron arruinadas 1400 casas, quedando 600 más incapaces de ser habitadas, siendo muchas las iglesias que se derrumbaron.

A pesar de ser una iniciativa tan limitada en su extensión, parece obligado señalar su mérito por haberse adelantado a su tiempo, baste decir que hubo de esperar más de trescientos años para que se publicara en España el primer catálogo sísmico⁷. La sismicidad histórica es una materia multidisciplinar que requiere generalmente la colaboración de disciplinas cuya independencia es solo aparente: geógrafos, geólogos, historiadores e ingenieros. Así lo ponía de manifiesto el hispanista francés Bernard Vincent, en una fecha tan reciente como el año 1996, al publicar su artículo *Les tremblements de terre en Espagne et au Portugal*⁸: «L'une des tâches impérieuses qui nous incombe est la constitution de catalogues des événements séismiques du passé. Il en existe plusieurs, parfois anciens et toujours établis par des ingénieurs, des géophysiciens ou des géologues soucieux de disposer de sources à partir desquelles ils peuvent mieux cerner les risques aujourd'hui encourus».

Vincent reconoce el interés de los trabajos publicados, aunque los critique sin disimulo: «À l'ouvrage classique mais très défectueux de José Galbis Rodríguez est venu s'ajouter le répertoire de

Julio Mezcu et José Manuel Martínez⁹, imparfait, mais bien meilleur. Ce qui est surprenant, c'est de voir des chercheurs oublier ce dernier travail et continuer à citer des erreurs manifestes de Galbis¹⁰». Su crítica se compadece poco con la posibilidad de haber enriquecido el interesante listado de terremotos que aporta con las intensidades que figuraban en los trabajos de los ingenieros geógrafos que decía conocer. Por lo demás, el carácter multidisciplinar ya citado se evidencia en la propia obra de Vincent, pues no se refirió en su artículo a un terremoto sumamente conocido en la historia sísmica de Granada, ocurrido en el año 1431, y analizó superficialmente otro aún más relevante producido en el año 1494. El primero, ya mencionado en la Catálogo de Galbis, tiene connotaciones históricas por asociarse a la batalla de la Higuera, la cual tuvo lugar en las proximidades de Granada y fue una más de las que tuvieron lugar en los años previos a la reconquista definitiva. Entre los muchos cronistas que lo refieren, he seleccionado a Alvar García de Santa María: «En este tiempo temió la tierra en el Real é mas en la cibdad de Granada, é mucho más en el Alhambra, donde derribó algunos pedazos de la cerca della».

El segundo fue comentado con sumo detalle por el investigador Cesar José Olivera Serrano¹¹ en su obra *La Acti-*

vidad Sísmica en el Reino de Granada (1487-1531). Estudios Históricos y Documentos (1995), refiriéndose a él como el terremoto que tuvo lugar en la costa del obispado de Málaga. De su relato extraemos un fragmento de la crónica que hizo a los Reyes Católicos el Secretario Real Hernando de Zafra: «De acá por agora non se ofresçe otra cosa a vuestras altesas escrevir, si non que esta çibdad e todo este Reyno está muy bueno y como a serviçio a vuestras altesas cumple. Y ha llovido muy bien y aunque el terremoto fizo algun daño en algunas partes es de dar muchas gracias a Nuestro Señor por que si fiera una hora mas tarde que la gente debiera pasar en Malaga, segund dken de mill personas (roto) dis que no peljgraron syno quatro, y en esta çibdad y en todas estas partes a Dios sean dadas muchas gracias aunque el temblor fue grande no ovo daño ninguno».

Contemporáneo del sabio padre Marina fue René Descartes (1596-1650), una de las mentes más preclaras del siglo XVII que tanto influyó en el pensamiento filosófico. Al parecer fue el primero en considerar a la Tierra como un astro frío en su superficie y envuelto por una corteza sólida, propugnando indirectamente una cierta fluidez del material interno, la cual sería admitida años después por Isaac Newton al calcular el aplastamiento polar del elipsoide terrestre en función de su velocidad de rotación. A partir de entonces asoció las dislocaciones corticales con el enfriamiento y

quiero agradecer la ayuda del que fue hace años responsable de los estudios sísmicos de dicho Instituto, don Alfonso López Arroyo, que dirigió otro proyecto de investigación similar a éste en el que también tomé parte. El ingeniero geógrafo Alfonso López Arroyo fue uno de los mejores sismólogos de su tiempo, junto a su gran amigo el jesuita Agustín Udias Vallina, Catedrático de Geofísica en la Universidad Complutense de Madrid. Por iniciativa de este último se preparó el homenaje académico, a título póstumo, plasmado en la publicación Alfonso López Arroyo: Pionero de la Sismología y la Ingeniería Sísmica en España. Física de la Tierra, vol. 24, 11-16. 2012.

⁶ El rey Juan III, ante el riesgo de que «le tomase la casa debajo, por muchos días fue forzado a alojarse en tiendas y pabellones en el campo».

⁷ El realizado por el ingeniero geógrafo José Galbis Rodríguez (1932-1940), que será referido de nuevo al final de este trabajo.

⁸ *Les catastrophes naturelles dans l'Europe médiévale et moderne*. (pp. 77-94). Presses universitaires du Midi. Toulouse, 1996.

⁹ Se refería a los dos ingenieros geógrafos Julio Mezcu Rodríguez y José Manuel Martínez Solares, quienes hicieron el estudio previo del Catálogo sísmico de la Península Ibérica (880 a. C.-1900), publicado por el Instituto Geográfico Nacional en el año 2002.

¹⁰ Se estaba refiriendo al profesor de la Universidad de Granada Manuel Espinar Moreno, autor del artículo Los terremotos históricos de la provincia de Almería, incluido en la publicación *Los estudios de sismicidad histórica en Andalucía* (pp. 115-180). Almería. 1994.

¹¹ La honradez intelectual de este científico del CSIC queda de manifiesto en el capítulo de agradecimientos, cuando además de citar que su trabajo era el resultado de un Proyecto de Investigación financiado por el Instituto Geográfico Nacional en el año 1993, añadía: También

contracción de la masa que sustentaba a la bóveda terrestre. Puede resultar sorprendente que pensara Descartes en la existencia de canales subterráneos que comunicaban mares y tierras, a fin de organizar el amplio circuito de las aguas que impedía el desbordamiento del mar; una hipótesis sin el menor fundamento observacional, apoyada quizás en la doctrina aristotélica, pero con gran influencia y difusión por el merecido prestigio de que gozaba.

De análogo predicamento gozó la obra de otro sacerdote ilustre, el enciclopedista y jesuita alemán Athanasius Kircher (1601-1680), quien su celebrado *Mundus Subterraneus* (1664-1678) representó el interior de la Tierra; figurando en su tercera figura la leyenda «sistema teórico de los fuegos subterráneos, de los cuales, los volcanes son a manera de respiraderos». Durante su estancia en Italia percibió varios terremotos importantes, como el catastrófico de Calabria del 27 de marzo de 1638, aprovechando la ocasión para ascender al cráter del Vesubio¹² para es-

tudiarlo mejor; una experiencia que le valdría, por otra parte, para escribir el prólogo de la obra anterior.

Kircher matizó la explicación aristotélica del terremoto, achacando su causa al fuego central de la Tierra, añadiendo que la posible acumulación del aire caliente podría desencadenar sacudidas, más o menos violentas, cuya intensidad iría atenuándose con el tiempo. De esa forma, la acción del fuego subterráneo se convirtió en un elemento esencial para la interpretación del origen de los terremotos y de los volcanes¹³. En su peculiar concepción llegó a afirmar que la fuerza de las mareas hacía que el agua del mar subiera hasta las montañas, desde donde volvían al mar a través de los ríos. En todo caso ha de reconocerse su mérito, por atreverse a pensar en lo que podría ocurrir en el centro de la Tierra, así como por afirmar que esta se habría alterado con el tiempo, de ahí que en cierta medida deba de considerarse a Kircher precursor de la geología moderna.

En este mismo siglo XVII nació otro

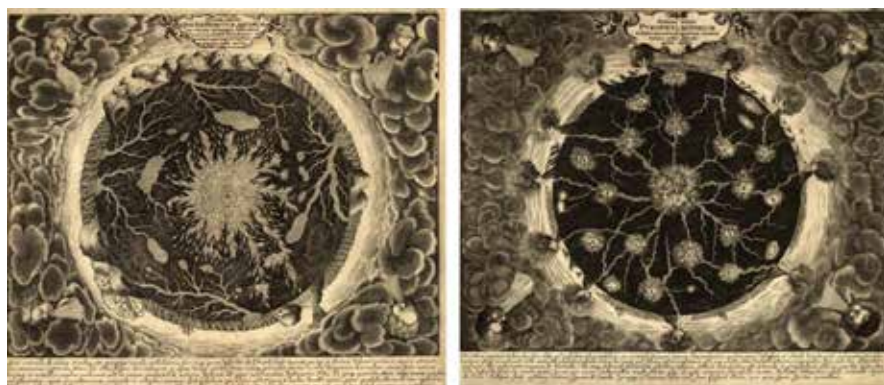
erudito español de primer orden, el monje benedictino Benito Jerónimo Feijóo y Montenegro (1676-1764), universalmente conocido por su obra monumental: *Teatro crítico universal* o *Discursos varios en todo género de materias para desengaño de errores comunes* (1726-1739), seguida por *Cartas eruditas y curiosas* en que, por la mayor parte, se continúa el designio del *Teatro crítico universal* (1742-1760). Fue en estas últimas, concretamente en las números 12, 13 y 14 del tomo V (1760), en las que se abordaron las cuestiones sismológicas relacionadas, de una u otra forma, con el terremoto de Lisboa (1755). Sus títulos fueron los siguientes: 12) Respóndese a cierto reparo, que un Médico docto propuso al Autor sobre la obligación que, en una Carta Moral, en asunto del Terremoto, intimó a todos los que ejercen la Medicina, de obedecer la Bula Supra Gregem Dominicum de S. Pío V; 13) Señales previas de Terremotos; 14) Crítica de la Disertación, en que un Filósofo extranjero designó la causa de los Terremotos, recurriendo al mismo principio, en que anteriormente la había constituido el Autor.

En la carta nº 13 se hacen una serie de consideraciones, algunas especialmente interesantes: «Hay quienes dan por preliminar del Terremoto la intumescencia del mar, y de los pozos, juntamente con una agitación de las aguas, semejante a la que tiene la agua hirviendo. Otros al contrario quieren, que la gran tranquilidad del mar, y silencio de todo viento, preceda siempre al Terremoto. Hay quienes proponen, como anuncio de él, la fuga de las aves, y de algunos animales terrestres de aquel sitio, a quien amenaza este daño... Hay asimismo quienes la Atmósfera muy turbada, y nebulosa, quieren sea preliminar del Terremoto; otros al contrario, la muy limpia, y despejada. De la Andalucía, donde fue considerable el estrago, vi dos relaciones enteramente uniformes, en que el fatal

¹² Así lo reflejaba el protagonista: Cuando alcancé el cráter, presencié un espectáculo horrendo: todo él estaba iluminado por el fuego y envuelto en un intolerable hedor de azufre y betún quemado. Atónito ante tan inusitado espectáculo, creía estar viendo el infierno, pues para serlo solo faltaban los demonios. Se oían los horrendos mugidos

y estrépitos del monte que creo son inexplicables, así como los humos mezclados a los globos de fuego que vomitaban continuamente once bocas abiertas tanto en el fondo como en los lados del monte.

¹³ El geocosmos de Athanasius Kircher. Leandro Sequeiros. LluL Vol 24. 2001 (pp 755-807)



Los conductos subterráneos y el fuego central en la obra de Athanasii Kircheri: *Mundus Subterraneus, quo unversae denique naturae divitiae* (1664-1678), la cual fue considerada en su momento como la mejor ilustrada del siglo XVII. En la imagen de la izquierda figuran los hidrofilacios, por donde circulaba el agua, y en la de la derecha los pirofilacios, por donde circulaba el fuego.

día primero de Noviembre¹⁴ estuvo muy claro, y sereno todo aquel Horizonte».

Es muy curioso que Feijóo señalase la existencia de señales premonitorias inciertas y seguras, refiriéndose en el punto 11 de esa misma carta al difícil asunto de la prevención sísmica: «porque vistas éstas, podría la gente salir de los techos, o a plazas anchurosas, o a los campos, y abrigarse en ellos con barracas, o chozas formadas prontamente de materiales tan leves, que su ruina no pudiese ocasionar daño considerable; pues aunque los despoblados no está fuera de todo riesgo, habiéndose visto tal vez abrirse la tierra en ellos, y tragarse cuanto encontraba en la superficie, como sucedió en el gran Terremoto próximo a un Aduar del Reino de Marruecos, donde se abrió un horrible bocarón, en que se sepultaron cinco mil habitantes del Aduar, y seis mil Soldados de Caballería, que se hallaban alojados en aquel sitio; pero todavía, como estos hiatos, o aberturas de la tierra, son sin comparación más raras, que los destrozos de los Edificios, todo hombre cuerdo debe, cuando hay amenaza de Terremoto, apelar de las poblaciones a los despoblados».

La última reseña, punto nº 16, enlaza con la doctrina aristotélica referida por Plinio en su Historia Natural y con las nuevas tesis de A. Kircher: «Ese grande trueno, que, como dije, indica haberse abierto la tierra en alguna parte, puede inspirar con bastante fundamento la favorable esperanza, si no de una total extinción del Terremoto, por lo menos de alguna aminoración de su rigor; por cuanto se debe concebir, que por aquel rompimiento se evaporase, si no toda, una parte de la causa. Y sin duda con esta mira dijo Plinio, lib. 2, cap. 82, que en los sitios donde hay muchas cuevas abiertas, tienen en ellas un remedio de

los Terremotos. Por lo que juzgo, que en los lugares más expuestos a este azote, cuales son los vecinos a cualquiera Volcán, convendría excavar algunas profundas zanjas, para dar por ellas respiradero, así a los fuegos subterráneos, como al aire violentamente dilatado, e impelido por ellos».

Es muy interesante el contenido de la carta nº 13, centrado en la discusión mantenida con el francés Isnard¹⁵ a propósito de la electricidad, como posible causa de los terremotos, sirva de botón de muestra lo dicho en el punto 18 de la misma: «De modo, que la virtud eléctrica justamente se puede considerar como un riquísimo gazofilacio de maravillas de la naturaleza, a cuyo fondo no sabemos cuándo se llegará; ¿y qué sabemos si se llegará jamás? Lo que hasta ahora se ha visto es, que según los varios instrumentos auxiliares, de que se ha usado, según las varias aplicaciones, y combinaciones de ellos, se fueron descubriendo nuevos fenómenos; o, por decirlo con expresión más adecuada, a cada nueva armadura de la máquina fue apareciendo algún nuevo prodigio. ¿Pues para qué ir no más que a tientas, a buscar otra causa de los Terremotos, cuando hallamos tantas señas de serlo ésta? Y en caso, que falte algo para asegurarnos, puede ser que eso poco, que nos falta, sea parte de lo mucho, que resta descubrir en ella misma. Hasta apurar esta mina, ¿para qué empeñarnos, no más que a Dios, y a ventura, explorar, rompiendo peñascos, las entrañas de otro cerro?».

Feijóo escribió otras cartas a propósito del terremoto de Lisboa, el más estudiado en la historia de la sismología, similares a la que aquí se presenta. La carta, escrita el 19 de diciembre de 1755 en Oviedo, fue luego impresa en Sevi-

lla¹⁶ y la escribió para responder a otra que le había escrito un cierto caballero tres días después del terremoto. En ella se indicaba que el sismo había sido percibido en toda la península y también en Francia. Se subrayó en primer lugar que la gran extensión afectada es lo que hacía de él un fenómeno muy singular, pues no se tenían noticias de otro terremoto de similares características, «porque lo que refiere Platón de la Isla de Atlántida...que ocupaba todo el espacio, que hoy ocupa el Océano Atlántico, y un terremoto la sumergió toda, está comúnmente reputado por fábula egipciaca»¹⁷.

Igualmente expresaba su preocupación de que los terremotos de su siglo excedieran en su extensión a todos los pasados, ya que en tal supuesto el globo terráqueo se podría ir «minando más

¹⁶ No puedo dejar de citar el anuncio de otra publicación sobre el mismo asunto, que hizo el impresor al finalizar su carta, pues evidencia la secular creencia de que los terremotos eran un castigo divino: «...que España esté exenta de los estragos, que ocasionó el terremoto en otros reinos, principalmente por la tierra, y general devoción con que los españoles acostumbran a rezar la Santísima Corona, y Rosario a la Reina de los Ángeles...».

¹⁷ Algunas autoridades de la iglesia anglicana llegaron a sugerir que era reflejo del rechazo que sentía Dios hacia los portugueses, por ser papistas y devotos de la Virgen María.



¹⁴ Se refiere al día en que tuvo lugar el terremoto de Lisboa.

¹⁵ Había escrito en el año 1758 el libro siguiente: Mémoires sur les tremblements de terre.



Alegoría del Terremoto de Lisboa por João Glama Strobërle, en torno al año 1760. Obsérvense los ángeles con espadas, una metálica y otra de fuego, como si la catástrofe hubiese sido un castigo divino

y más cada día, hasta llegar a una portentosa calamidad» y habría que confiar en «la aplicación de la mano del artifice, para la conservación de nuestro orbe». Antes de rubricarla, retoma la cuestión de la electricidad como posible causa de los terremotos: «...si el terremoto de España se ha extendido a la Francia (mucho más si ha pasado más adelante) darán motivos a los Señores Filósofos Extranjeros, para atribuir los terremotos a un nuevo milagro de la virtud eléctrica, como ya generalmente recurren a ella, para explicar la causa de truenos y rayos; ... más todo ello es para reflexionado más despacio y no dictado tumultuariamente; pero en fin, si tuviere para divertir algo a V. md. Doy por bien empleado el tiempo, que gasté en este confuso rasgo de Física».

Las cartas sismológicas de Feijóo fueron recopiladas por Juan Luis Roche en el año 1756, en la obra titulada Nuevo Systema sobre la causa physica de los terremotos: explicado por los phenomenos electricos y adaptado al que padeció España en primero de Noviembre del año antecedente de 1755, encargándose el mismo de escribir un extenso prólogo apologetico.

Contrapunto de Feijóo fue su coe-

táneo Diego de Torres Villarroel (1694-1770), un personaje controvertido¹⁸ que

¹⁸ Sirvan de muestra dos ejemplos. Al comentar la obra de Isaac Newton aseguró que «una novedad tan espantosa y grande pasará con miserable crédito muchos siglos...sobre todo siendo parto de un intelecto de intención torcida que afectó la obscuridad en todas sus obras». Igual de contundente se mostró al referirse a la forma de la Tierra, oponiéndose a su carácter elipsoidal y mofándose de los que así lo entendían, llegando a asegurar que se trataba de una figura que había



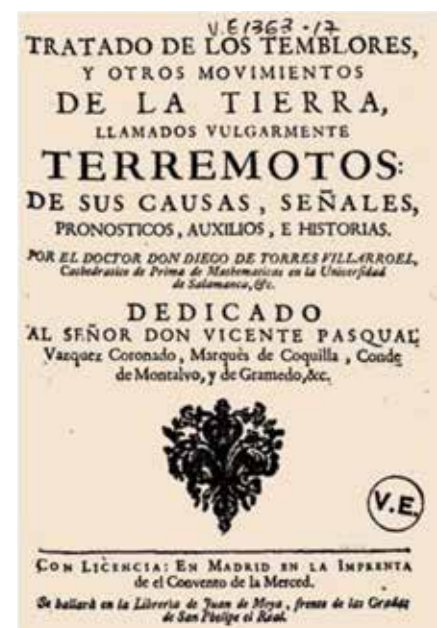
Portada de la obra de Roche que recopila algunas de las cartas sismológicas de Feijóo.

además de sacerdote llegó a ser Catedrático de Prima de Matemáticas en la Universidad de Salamanca, a pesar de que él mismo asegurase en su autobiografía que sus conocimientos sobre ese particular eran mínimos. También fue el autor del libro Tratado de los temblores, y otros movimientos de la tierra, llamados vulgarmente terremotos, de sus causas, señales, pronósticos, auxilios, e historias (1748). En su introducción¹⁹ explicaba el porqué de la obra: «...responder en cuatro o cinco pliegos de papel a más de cuarenta, que en figura de cartas me han venido de nuestros pueblos de la Andalucía, Murcia y Valencia, en las que me hacen (por curiosidad, por miedo, o por burlarse de mis ignorancias) varias preguntas hijas del susto, y la novedad del terrible terremoto, que padeció la Ciudad de San Felipe²⁰, y otros lugares de

sido generalmente despreciada.

¹⁹ AL VULGO, es prólogo con esparavanes de introducción, amenazas de Carta Misiva, y acometimiento.

²⁰ Ciudad de San Felipe Neri (Crevillente). El terremoto tuvo su epicentro en la población de Montesa y se produjo el día 23 de marzo de 1748 a las



Portada del libro escrito por Diego de Torres Villarroel.

aquellas costas la pasada primavera».

Tres fueron los apartados en que desarrolló su contenido, el primero lo dedicó al Mundo Subterráneo, el título del segundo fue De el origen, y causa de los temblores, pulsos, vibraciones, inclinaciones, y otros movimientos de la tierra, llamados vulgarmente TERREMOTOS, y del tiempo, y lugares, en que suelen ser más frecuentes. Finalmente, abordó el titulado De las señales, pronósticos de los terremotos, y Temblores de sus auxilios, y historias.

Su defensa de las tesis antiguas le hizo afirmar que los terremotos se debían al aire encerrado y oprimido en las entrañas de este mundo subterráneo (parafraseando a Kircher). Asegurando acto seguido que si los materiales encerrados y encendidos «son de espíritus más sosegados...se quedan estos terremotos en amagos». También condenó entonces a los filósofos que habían hecho divisiones metafísicas de los mismos «...que solo sirven de abultar el tratado... con que encaramar a la Ciencia de los delirios». Para él solamente había tres clases de terremotos, a las que llamó pulso, temblor e inclinación. «De modo que, cuando la tierra es golpeada, y movida por el aire encerrado en sus cavernas, o se hunde, o se levanta, o se queda parálitica, temblando por algún tiempo en uno, y otro lado; o se inclina a la derecha, o a la izquierda». El pulso lo definía apoyándose en la sístole y la diástole, asociadas al ritmo cardíaco, «esto es a brincos, entonces se hunde, o se levanta, y este movimiento se llama Pulso, cuando se aporrea hacia los lados, sin hacer rompimiento, ni cisura, se dice Temblor, y cuando se ladea a la izquierda, o derecha, se dice Inclinación». A su juicio, el pulso era el movimiento más pernicioso y el causante de ruinas, destrozos

6h 15m. Acto seguido se produjeron numerosas réplicas que culminaron con un nuevo temblor tan grande como el primero, el día 2 de abril.

y roturas, siendo el que abatía los edificios, montañas y demolía las ciudades y provincias. El temblor no tenía para él peligro alguno porque solo era un movimiento lateral sin rotura «con el que se mece y se cimbra la tierra». La inclinación era muy perniciosa, ya que era la causante de que los edificios perdieran el perpendicular, produciéndose entonces la caída y el estrago.

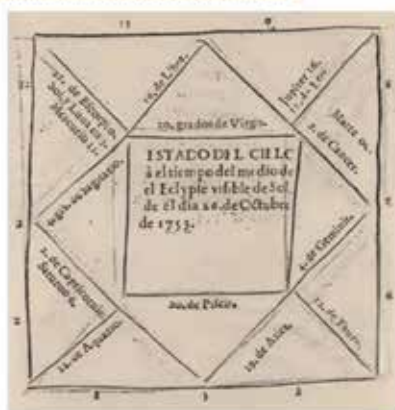
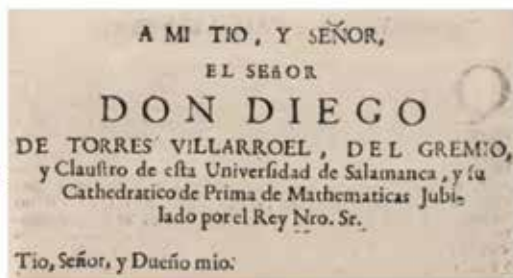
En el último apartado se menciona la necesidad de tener muy presentes los fenómenos premonitorios, ya que «aunque el estrago y el rompimiento parecen repentinos, no lo pueden ser, porque dura muchos días, y aún meses la generación...de dichas exhalaciones²¹». Después de confesar que él no había observado terremoto alguno por vivir en países de buena temperatura, llanos y de sólida superficie, detalló como los eclipses solares y lunares eran anuncios y señales de un futuro terremoto, «especialmente en aquellos lugares que por su disposición cavernosa, y nitrosa están expuestos a este achaque». Posteriormente entra de lleno en el campo astrológico, enumerando varios casos de terremotos históricos asociados a otras tantas constelaciones zodiacales. La última señal premonitoria que apuntó tuvo que ver con las aguas de los pozos y fuentes, cuyo cambio de sabor o de turbidez es el más claro síntoma de que va a producirse un terremoto. Los comentarios dedicados a la prevención no tienen desperdicio, he aquí la primera recomendación: «el único auxilio, y reparo contra los terremotos, y temblores es la fuga; porque no hay otro remedio para librarse de los estragos, que suelen producir en las poblaciones habitadas; y así cuando se vean las señales antece-

²¹ Antes se había referido a ellas de este modo: «...ya el rumor de las exhalaciones, que pelean por salir, y desencarcelarse de la estrechez de la caverna; ya la calentura del suelo que ha recibido por...boquerones muchos espíritus, vahos y humaradas».

dentes, deben huir los moradores a los desiertos sólidos, arenosos y llanos». En todo caso lo más interesante de este libro de Torres de Villarroel parece ser la referencia que hace al monje Johann Zhan (1631- 1707) de la orden premonstratense, puesto que al parecer fue el autor del libro Anatomía del Mundo²², en el cual se incluyó un listado con los terremotos habidos desde el año 20 o 22 de nuestra era hasta el 1694.

Sorprende que Torres de Villarroel no escribiese algún ensayo sobre el terremoto de Lisboa (1755), máxime cuando suele atribuírsele la predicción del mismo. Es posible que la explicación radique en que al año siguiente si lo hiciera, en Sevilla, su sobrino Isidoro Ortiz Gallardo de Villarroel, el cual le sucedió en la Cátedra de Salamanca. El opúsculo de veintiocho páginas fue dedicado a su tío con abundantes muestras de agradecimiento, siendo su título Lecciones entretenidas y curiosas physico- astrológico-meteorológicas sobre la generación, causas y señales de los terremotos y especialmente de las causas, señales y varios efectos del sucedido en España en el día primero de Noviembre del pasado de 1755. El texto es una especie de cuento sismológico en el que son protagonistas tanto el autor como dos de sus alumnos, habiéndose dividido en las cinco lecciones que se indican a continuación: I) Descripción del interior de la Tierra y circulación del agua; II) De el origen, generación y causas de los terremotos; III) Causas y generación del terremoto sucedido, casi en toda España, el día primero de Noviembre de este año de 1755 a las diez de la mañana; IV) Superior causa,

²² Quizás Torres Villarroel trató de simplificar el título *Specula physico-mathematico-historica notabilium ac mirabilium sciendorum, in qua mundi mirabilis oeconomia, nec non mirificè amplius, et magnificus ejusdem abditè reconditus, nunc autem ad lucem protractus, ac ad varias perfacili methodo acquirendas scientias in epitomen collectus thesaurus curiosis omnibus cosmosophis inspectandus proponitur ...1696.*



Portada del librito escrito dedicado a Diego de Torres Villarroel por su sobrino, junto a dos gráficos del estado del cielo en los años 1753 y 1755

tanto de la irregularidad pasada, cuanto del terremoto; V) Efectos y señales de los terremotos.

Las cartas sismológicas de Feijóo fueron referencia bibliográfica obligada en los años siguientes, buen ejemplo de ello fue el voluminoso dictamen escrito por Gutierre Joaquín Vaca de Guzmán y Manrique²³(1733-1804) en el año 1779, a instancias del Ayuntamiento de Granada. El título elegido fue del todo elocuente: Sobre la utilidad o inutilidad de la excavación del Pozo Airón, y nueva apertura de otros pozos, cuevas y zanjas para evitar los terremotos. Pretendía el Consistorio tratar de mitigar la zozobra

de la población, la cual recordaba todavía el gran terremoto de 1755, además de las frecuentes sacudidas que percibían con relativa frecuencia y sobre todo el pavor asociado al enjambre sísmico que acaba de sufrir durante los meses de junio, julio, agosto, octubre y noviembre de 1778. Tan novedoso informe lo encabezó un excelente resumen de ocho páginas, seguido por otras ochenta y seis en las que se desarrolló su contenido.

El texto es riguroso en su planteamiento, aunque parta de premisas propias de la época con raíces en la tradición milenaria que suponía el temblor de tierra como un castigo divino²⁴, así

²³ Alcalde del Crimen en Granada (juez integrado en la sala de la Audiencia y Chancillería) y Censor de la Sociedad Económica de Granada.

²⁴ El obispo de Guadix Miguel de San José escribió una carta a José Cevallos (4.IX.1756) en la que identificaba los terremotos como las adversi-

dades que padece el mundo y que son visitas y venganzas de Dios. ha de entenderse sus reflexiones acerca de las aflicciones que padecemos «entre ellas las de los terremotos, pueden tener consideración a dos respectos, uno a la mano del Todo-Poderoso, que nos los envía para nuestro ejercicio y enmienda, y otro a los agentes naturales de que se vale para este efecto». Da cuenta en el mismo del pavor que sentían los granadinos, al suponer que los temblores eran castigo de sus culpas, y de sus continuadas visitas a los templos para invocar el nombre de Dios y pedirle misericordia por la mediación de sus patronos. No obstante, procuraron a la vez tratar de hallar los medios necesarios para que disminuyeran en la medida de lo posible. Así se explica la reiterada solicitud para que se excavase el Pozo Airón²⁵, ya que alguien debió recordar lo comentado a tal efecto en la Historia Natural de Plinio: a través de él se exhalarían los gases subterráneos, cuya acumulación era a la postre el origen de los terremotos.

El autor tuvo que esforzarse en desmontar con variados argumentos tan falsa creencia, debiendo superar para ello numerosas reticencias. Algunas de ellas amparadas por los escritos de autorida-

dades que padece el mundo y que son visitas y venganzas de Dios.

²⁵ El pozo había sido colmatado desde tiempo inmemorial, probablemente durante los años posteriores a la reconquista de la ciudad. Se localiza en las proximidades de la intersección de la calle Azacayas con la calle Elvira, justamente en la antigua Placeta de la Cuna (al final de la actual calle Postigo de la Cuna).



Estado actual de la boca del Pozo Airón.

des eclesiásticas tan señaladas como el agustino Fray Lorenzo de San Nicolás, en cuyo Libro de Arquitectura (1633) se podía leer lo siguiente: «para remediar ese daño hizo antiguamente la ciudad de Granada un pozo en la calle de Elvira de notable anchura y profundidad... que llamaban el Pozo-Airón, por donde expelían los vientos, sin que causasen temblores, el cual está hoy tapado, y los ancianos que habitan aquella ciudad afirman con relación, no haber habido temblores mientras duró el estar abierto; daño que han experimentado después de cerrado». A fin de rebatir tales afirmaciones, el redactor del informe recurrió en repetidas ocasiones al sarcasmo, presentando el interés añadido de dar cuenta de sismos históricos relevantes, que a tenor de lo defendido por el fraile se debieron producir estando el pozo cerrado. He aquí algunos de ellos: el que tuvo lugar a comienzos del mes de julio del año 1431, que derribó algunos paños de la muralla de la Alhambra, o el violentísimo del día 4 de julio del año 1526.

Análogas críticas le merecieron la aseveración del también eclesiástico e historiador Francisco Bermudez de Pedraza, firme defensor de la doctrina aristotélica sobre ese particular, el cual refería en su Historia Eclesiástica de la gran ciudad de Granada (Capítulo 48 de la IV parte) que «los Moros como Filósofos tenían en la calle de Elvira un Pozoairón... que servía para este efecto²⁶, y lo cegó nuestro mal gobierno». El juicio sobre el gobierno fue desmontado inmisericordemente por Vaca de Guzmán, valiéndose para ello de los sismos previos; estas fueron sus palabras: «Ahora bien, o éstos temblores acaecieron estando cegado el Pozo-Airón, y en tal caso no fue nuestro mal gobierno el que lo cegó, como afirma el Seños Pedraza, o el tal pozo es-

taba abierto, y entonces se echa de ver, que o los Moros formaron muy mal las ideas filosóficas, que sobre este punto le atribuye el autor, pues costearon para remediar los terremotos una obra inútil a tal efecto; o lo que es más cierto, construyeron este pozo con otro objeto muy distinto, del que creyó el vulgo».

Con semejante afirmación Vaca de Guzmán ya estaba anunciando su conclusión acerca de la polémica sobre el Pozo Airón, puesto que a su juicio el llamado pozo fue en realidad un aljibe, de manera que de acuerdo con ello recomendó que continuase taponado y que no se abrieran otros con fines sismológicos; tanto por las dificultades de alcanzar las profundidades necesarias como por el desembolso tan grande como inútil que habría que efectuar. Fue especialmente interesante la digresión que hizo a propósito de la gran profundidad que deberían tener tales perforaciones para llegar a conectarlas con las cavidades subterráneas en donde se acumularían los gases que tendrían que salir hacia la superficie. Mención aparte merece su recordatorio de los grandes matemáticos que habían medido el radio de la Tierra, una prueba evidente de su erudición. En cualquier caso, lo más relevante de este dictamen desde el punto de vista sismológico fue la detallada relación que se hizo del gran número de terremotos acaecidos en la segunda mitad del año 1878 y que se reproduce tras estas líneas.

Los sismos comenzaron el 5 de junio, para seguir los días 5, 23 y 24 de julio; el 3 y el 8 de agosto; el 7 y el 11 de octubre, para culminar con el movimiento que tuvo lugar a las 8h 40m del día 11 de noviembre, notándose un movimiento con una inclinación norte sur que duró entre 5s y 6s; añadiendo que «en este breve tiempo hicieron mucho sentimiento diversas obras, y rodaron remates de otras». Las sacudidas continuaron en los días siguientes, de hecho en la página VII del dictamen figura una nota de pie que



conviene reproducir en su integridad: «En el mismo día 13 a las 9 y 11 y cuarto de su mañana, y a las 2 y 40 minutos de la tarde se dejó sentir notablemente aunque más mitigada su violencia: repitió en la mañana del siguiente 14 a las 3 menos cuarto, 3 y cuarto, 7 y media, y dos veces con muy corto intermedio a las 11 y cuarto, y por la noche a las 9 y a las 12. En la mañana del día 15 se experimentó a la 1, a las 5, y a las 7 y cuarto, y por último el día 18 a las 3 y media y 4 de la tarde. Algunas de estas sensaciones fueron sin duda con movimiento de pulso; pero en otras, en que dio lugar para la observación su duración momentánea por más perceptible, se conoció bastante inclinación de levante a poniente».

El comprensible temor de la población ante el enjambre sísmico fue relatado con todo detalle por el autor del informe, mencionando las procesiones a los templos y la repetición del sagrado himno Santo Dios, Santo fuerte, Santo inmortal, ten misericordia de nosotros, con la intención de desarmar el airado brazo del Todo poderoso. Se añade después una curiosa nota relativa a unos grandes terremotos que asolaron

Constantinopla, durante los cuales fue «arrebato un niño por los aires, volvió instruido milagrosamente, diciendo haber oído a los Ángeles este himno; el que aprendido y debidamente repeti-

²⁶ Se estaba refiriendo a la eliminación de los terremotos.



Sestercio, con la imagen del emperador Tiberio, acuñado para recordar la reconstrucción de las ciudades destruidas por el terremoto del año 19.

do por el Pueblo, fue bastante para hacerlos cesar. Los emperadores Teodosio el menor y Pulqueria mandaron se cantase por todo su Imperio. Hallase confirmado en el Concilio Calcedonense».

Se cierra este siglo XVIII con una amplia reseña sobre la contribución sismológica de Benito Bails (1730-1797), un ilustrado nacido en Cataluña, formado en Francia y afincado en Madrid desde el año 1761 hasta el final de sus días, allí llegó a ser Director de Matemáticas en la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. Tales aportaciones sísmicas fueron incluidas en su obra: *Tratado de la Conservación de la Salud de los Pueblos y consideraciones sobre los Terremotos*, con la noticia de los más considerables de que hacen mención las Historias; y del último que se sintió en Europa el día primero de Noviembre de 1755²⁷. A todo lo largo del texto se comprueba cómo se respetó la doctrina tradicional imperan-

te en aquella época, creyendo que los sismos eran fenómenos meteorológicos, cuyo origen podía explicarse a la luz del estudio del aire.

De acuerdo con ella consideraba el autor que casi resultaba innecesario abundar en una cuestión ya resuelta, hasta el extremo de que «muchos tendrían por curiosidad impertinente, o trabajo superfluo el tratar ahora de los terremotos, después de que los mayores ingenios, así de la docta antigüedad, como de los tiempos modernos, han escrito tanto sobre este asunto, que ya no hay lugar a mayores indagaciones, quedando ceñido todo lo que acerca de él se puede decir a copiar lo que se lee en Aristóteles, Séneca, Plinio, en las *Transacciones Filosóficas*, y en las *Memorias de la Real Academia de Ciencias de París*²⁸». No obstante, a esas alturas del siglo aún se mantenía el carácter mitológico de los terremotos, a tenor de lo escrito en la página 330 del libro: «No hay a buen seguro hombre ninguno, como no sea al-

gún impío, que sea osado negar que los terremotos son instrumentos de que se ha valido la Divina Omnipotencia para castigo de los hombres; pero tampoco habrá ninguno tan temerario que afirme que todos han sucedido con este fin». Inmediatamente después se aseguraba que si se conociesen las causas reales que los producían, como sucedía con los vientos y otros fenómenos meteorológicos, «acaso no graduaríamos estos ruidosos movimientos de la naturaleza de castigo del cielo, ni fundaríamos en ellos los pronósticos de nuestra total ruina».

Aunque el autor indicase que no era su intención escribir la historia de los terremotos, lo cierto es que hizo una crónica especialmente valiosa de los más importantes que se produjeron durante el imperio romano. Reputados cronistas como Tácito, Estrabón, Séneca o Plinio, refirieron el gran terremoto nocturno del año 19 de nuestra era, el cual destruyó doce ciudades de Asia. La descripción del fenómeno así lo atestigua, la tierra se abrió en muchos lugares «y en estos precipicios hallaban su mayor ruina. Muchas montañas nacieron de los abismos: muchos valles y llanuras se transformaron en empinadas sierras, y por entre estas horrorosas mudanzas de la tierra se vieron salir consumidoras llamas». Tácito comentó como, ante tamaña desolación²⁹, «el duro y cruel corazón de Tiberio se ablandó y volvió tan piadoso, que no solo dispensó a las ciudades el pagar tributos los cinco años inmediatos, sino que también las mandó repartir crecidas sumas para resarcir las pérdidas y redificar las casas».

Más señalado todavía fue el que tuvo lugar en Antioquía, casi 100 años después, ya que estuvo a punto de costarle

²⁷ Bails reconoce en el prólogo que su trabajo era la traducción de una obra portuguesa atribuida al prestigioso médico Antonio Ribeiro Sánchez, el cual estudió y se graduó en la Universidad de Salamanca. Muy pronto se trasladó a Rusia y fue nombrado primer médico de la zarina. Más adelante se estableció en París, en donde vivía de la pensión que recibía de la corte de San Petersburgo. El propio médico le envió a Bails información adicional para completar la traducción que estaba efectuando.

²⁸ En el año 1700, el químico francés Nicolas Lémery presentó en ella la memoria: *Explication physique et chymique des Feux souterrains, des Tremblements de Terre, des Ourangans, des Eclairs et du Tonnerre*. En ella defendió que algunas reacciones químicas del interior de la Tierra liberaban energía en forma de calor, hasta el punto de poder producir explosiones subterráneas que darían lugar a terremotos.

²⁹ Bails añadía que aún se conservaba la memoria de aquel terremoto, gracias a la acuñación del sestercio con la siguiente leyenda *Civitatus Asiae Restitutis*, con la que se pretendió recordar la reconstrucción de tales ciudades.



Trabajo inédito (359 pp.), del que se han extraído estas notas sísmicas.

la vida al emperador Trajano y a su sucesor Adriano. El sismo se produjo el día 3 de diciembre del año 115, siendo precedido por «vientos furiosos, espantosos truenos, con ruidos debajo de tierra: las casas y torres empezaron dando vaivenes del mismo modo que los navíos dan balances en medio de una mar tempestuosa...y estos movimientos de la tierra duraron muchos días con muy poca interrupción³⁰. El mismo Trajano... pudo apenas escapar del riesgo saltando por la ventana de su cuarto». El siguiente episodio referido fue el del año 262, bajo el consulado de Galieno y Faustino, «el terremoto más universal de los que refieren las historias. Empezó en Asia, extendiéndose por toda la costa del Mediterráneo; muchas ciudades de estos continentes desaparecieron, quedando sepultadas en las aberturas de la tierra, y apareciendo en su lugar lagunas de agua salada. Al mismo tiempo padecía la

³⁰ Dion Casio Coceyano manifestaba en el libro XVI-II de su Historia Romana «que el monte Lison junto a Antioquia se inclinó de tal manera que parecía iba a arrastrar a la ciudad, que otras montañas se cayeron, que aparecieron nuevos ríos, secándose y desapareciendo otros muy caudalosos»

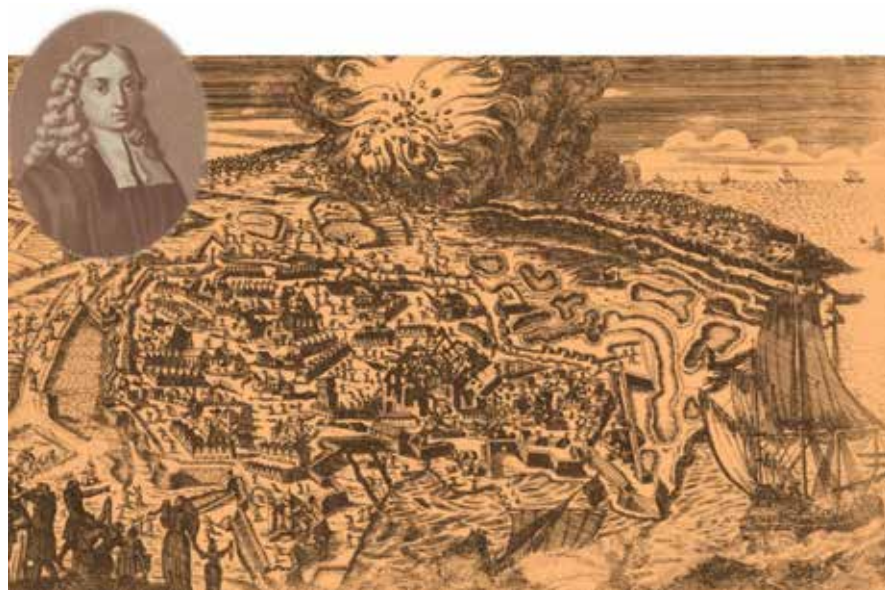
ciudad de Roma y toda Grecia una cruel peste, con tanta mortandad que algunos días morían como mil personas». La crónica latina formó parte de la obra in Vita Gallieni, debida a Trebellius Pollio.

El primer terremoto del siglo siguiente, en ser comentado, fue el que tuvo lugar el 21 de agosto del año 358, siendo Constancio el emperador. Cincuenta ciudades de Asia, Natolia y Macedonia fueron totalmente colapsadas, causando gran sensación la de Nicomedia³¹, considerada por entonces como una de las más florecientes del mundo, debido al fuego posterior que completó la catástrofe. El historiador Amiano Marcelino aseguraba que ese día empezó a oscurecerse el cielo, hasta el extremo de ocultar el Sol. Al mismo tiempo se desató un vendaval y «los estruendos subterráneos eran tan profundos, que los vecinos...no se conocían unos a otros. Poco después de esta universal confusión empezaron las sacudidas de tierra...parte de ella se

³¹ La actual ciudad turca de Izmit. La ciudad primitiva fue destruida por Lisimaco, general de Alejandro Magno, y reconstruida por Nicomedes I en el año 264 a.C., de ahí su anterior nombre.

fue a los abismos que se abrieron y parte apareció cubierta de montañas, que salieron del profundo de sus entrañas. A pesar de tanta revolución hubieran salvado sus vidas muchos vecinos, si las llamas que la tierra arrojó no los hubieran totalmente consumido».

Especialmente violento debió ser también el temblor de tierra que afectó a todo el imperio romano el 19 de julio del año 365, durante el mandato del emperador Valente. Bails escribió que el mar Mediterráneo se alteró de tal modo «que los pescados y los monstruos marinos se quedaron en seco, su reflujo arrojó con igual violencia barcas y navíos a los montes, donde se hicieron mil pedazos». Igualmente recordaba que San Jerónimo, al contar la vida de San Hilarión, comentó el maremoto en parecidos términos «salieron los mares de sus límites con tal ímpetu, que parecía que Dios quisiese acabar el mundo con otro diluvio, o restituirle a su primer caos». Otro terremoto memorable sacudió Roma y Constantinopla en el año 558, siendo



Grabado del terremoto de Catania (1693) en el Archivo de Simancas. Se ha superpuesto un retrato de Domenico Bettone, célebre médico que lo describió.

emperador Justiniano el Grande³². Como en el caso anterior se produjo un fuerte maremoto que inundó más de tres leguas de tierra. Sus efectos no solo se dejaron sentir en ambas ciudades, pues comentaba Bails que toda Italia padeció infinito. Los terremotos principales ocurrieron durante los meses de junio y julio, aunque en el de noviembre volvieron a producirse, «quedando entre todas las ciudades y pueblos que los padecieron más maltratada Constantinopla que otra ninguna. Como principiaron de noche con vientos tan impetuosos, que parecía despedazarse el firmamento con horrosas nieblas meonas, frío y nieve, no les quedaba a aquellos infelices más remedio, ni más consuelo que acabar en breve su vida».

Casi 150 años después, en 742, sufrieron varios terremotos en Siria, Palestina, Sicilia, Calabria y Grecia. Las calamidades padecidas fueron tantas que el emperador Constantino IV decidió repartir el botín de sus victorias frente a los sarracenos «porque Constantinopla y las principales ciudades del Imperio Romano llegaron a los últimos de su ruina. Desde el mes de agosto hasta principios de octubre, nadie distinguía el día de la noche, porque una nube espesísima quitaba la luz». Ribeiro apuntaba por otro lado, que de ser cierta la crónica de Nicéforo, muchas ciudades de Siria y Palestina fueron sepultadas en los abismos «y lo que causa admiración es que algunas fueron trasladadas a otro sitio seis millas, u dos leguas lejos del primero sin daño ni ruina considerable de los reinos». Tanto el autor como el traductor fueron reacios a continuar con la relación pormenorizada de grandes terremotos históricos en sus breves apuntes sismológicos, si bien remitían a la celebrada historia natural de Georges Louis Leclerc, conde Buffon, para que los lec-

³² Flavius Petrus Sabbatius.

tores interesados pudiesen satisfacer su curiosidad. A pesar de ello se culminó esta crónica con el famoso sismo, acompañado de maremoto, que asoló la ciudad siciliana de Catania el 17 de enero de 1693; estimando que solo salvaron su vida 914 personas, es decir el 20% de su población³³.

El relato de lo sucedido, extraído del que efectuó Antonio Serrovita, causa todavía cierto espanto. Contaba ese clérigo que cuando se iba aproximando a la ciudad, el día antes, empezó a distinguir una nube densa y oscura que cubría toda ella. De repente comenzaron a salir llamas del Mongibello³⁴, a la vez que las olas del mar eran tan altas que parecían llegar a las nubes. Tal era su estruendo, que «toda la artillería del mundo no era capaz de igualarle: las aves huían espantadas...el caballo en que iba montado aquel religioso, y los de sus dos compañeros se pararon de repente temblando. En aquel momento se levantó la tierra dos palmos, y así que el Padre volvió los ojos hacia Catanea, no vio más que una negra y espesa nube de humo y polvo, que cubría el sitio donde estaba la ciudad, la cual fue sumergida en aquel instante³⁵».

Es muy probable que la inclusión del anterior listado, con algunos de los temblores históricos más notables, fuese una de las muchas consecuencias que trajo consigo el gran terremoto de Lisboa, el cual conmocionó profundamente

³³ Estimada por aquel entonces en 18014 habitantes.

³⁴ Aún se denomina así a la montaña en la que se encuentra el cono del volcán Etna.

³⁵ La primera descripción de este gran sismo fue realizada por el médico italiano Domenico Bottoni, el cual escribió, en ese mismo año de 1693, el manuscrito *Idea histórico-physica de magno Trinacriae terraemotu*. En él se apoyó para publicar *De Immani Trinacriae Terremotu* (1718), trabajo incluido en las *Philosophical Transactions* de la Royal Society, institución a la que pertenecía desde el año 1697; en él se apoyó el autor portugués para hacer su reseña de este terremoto.

a la sociedad ilustrada de su tiempo³⁶. De nuevo se apoyó Bails en Ribeiro para referirse con cierto detalle al citado sismo. Noticia del terremoto que empezó a sentirse en Europa, África y América, desde el día 1 de Noviembre de 1755. Así tradujo nuestro protagonista el epígrafe con que inició su crónica del temblor de Lisboa el autor luso Ribeiro Sánchez, aunque en realidad incluyese en ella otros asuntos igualmente relacionados con la sismología: geografía sísmica, construcción antisísmica y prevención. La importancia de este documento radica principalmente en que se redactó cuando solo habían transcurrido poco más de dos meses y medio de tan terrible suceso, el propio autor lo certificó indirectamente con estas palabras: «Mi empeño no es dar una historia puntual del terremoto que principió el día 1 de Noviembre del año pasado,..., no solo porque me faltan relaciones circunstanciadas formadas por personas inteligentes, sino también porque estoy formando esta relación, o noticia a 19 de Enero de 1756, a cuyo tiempo parece que dura todavía».

Indudablemente, el gran terremoto de Lisboa fue uno de los sismos catastróficos que mereció la mayor atención del mundo ilustrado³⁷, suscitándose un

³⁶ El terremoto de Lisboa fue ciertamente el desencadenante de una serie de estudios con los que se inició realmente la sismología moderna, uno de los pioneros fue el astrónomo inglés John Bevis, el cual publicó en el año 1757 el libro *The History and Philosophy of Earthquakes in which he collected accounts of the Lisbon earthquake from diverse authentic sources*. Su trabajo fue continuado por otro astrónomo y geólogo inglés, John Michell, quien en el año 1761 escribió (tras ser elegido miembro de la Royal Society) la obra *Conjectures Concerning the Cause, and Observations upon the Phænomena of Earthquakes*, presentando en ella sus conclusiones acerca del desastroso terremoto de Lisboa. En ella demostró que su foco se debía localizar bajo el fondo del Océano Atlántico, aunque propusiera luego que el sismo debió ser debido al vapor, a alta presión, creado cuando el agua entrase en contacto con los fuegos subterráneos. A pesar de ello se le reconoce con razón como uno de los padres de la sismología.

³⁷ El médico portugués creía que había sido

interesante debate sobre el posible antagonismo entre la infinita bondad divina y la ocurrencia de eventos naturales extraordinarios que ocasionan miles de víctimas³⁸. De entre todas las controversias surgidas, merece ser recordada la protagonizada por François Marie Arouet (Voltaire) y Jean Jacques Rousseau, haciéndose el primero de ellos la siguiente pregunta ¿Más como concebir un Dios, la bondad misma, que prodigó sus bienes a los hijos que ama, y derramó sobre ellos el mal a manos llenas³⁹? A pesar de los muchos años transcurridos, aún sobrecoge la lectura de la descripción efectuada en esta obra de Bails: «el día 1 de Noviembre de 1755, entre nueve y diez de la mañana, estando el cielo claro y sereno, y la atmósfera más caliente de lo que correspondía a la estación, empezó el terremoto de Lisboa, con tanta violencia, que en siete minutos derribó, o abatió la mayor parte de los majestuosos edificios que eran el ornamento de aquella capital. Por ser el día de Todos los Santos, la mayor parte de sus vecinos estaban en las Iglesias, que padecieron más que los otros edificios, quedando con esta ocasión sepultadas muchísimas personas de ambos sexos. Además de la pérdida de tantas vidas, causada por la ruina de las casas, la de los bienes fue inmensa; porque fuese por casualidad, u obra de algún malvado, a eso de las doce del día apareció toda la ciudad en llamas, cuya violencia duró cuatro días.

«uno de los más universales terremotos que las generaciones venideras leerán en sus historias». Este sismo fue desde luego el primero que se estudió desde un punto de vista exclusivamente científico, de ahí que a partir de ello se iniciase el verdadero desarrollo de la sismología moderna.

³⁸ El mismo autor refería que la mayoría de las víctimas se encontraban oyendo misa, por ser la fiesta de todos los santos.

³⁹ La pregunta la incluyó, el genial enciclopedista en su celebrado: *Poème sur la destruction de Lisbonne ou examen de cet axiome, Tout est bien.* (1756), el cual solo es un exponente más de como resultaron sacudidas muchas conciencias de la época.

Las aguas del Tajo que bañan la ciudad, se retiraron de la playa con ímpetu, y como en la parte más angosta tiene allí su madre una legua de ancho, al volver las aguas se echaron con tal violencia en la parte baja de la ciudad, que lo anegaron y destruyeron todo hasta donde llegaron. Hasta las diez de la noche se sintieron sacudidas en la Tierra, bien que menos violentas, habiéndose retirado ya todas las personas al campo, donde muchas viven todavía».

Por supuesto que el temblor fue percibido en toda la Península Ibérica⁴⁰, resultando especialmente afectadas iglesias y monumentos de diferentes localidades; más singulares fueron sus efectos colaterales en puntos tan alejados como las costas irlandesas o los lagos escandinavos, clara evidencia del carácter global de este tipo de fenómenos geológicos. En la obra se da buena cuenta de lo ocurrido en Setubal, donde además de notarse con especial inten-

sidad sufrieron un gran maremoto: «el mar se retiró rapidísimamente de la playa, adonde habían ido a buscar amparo los vecinos atribulados con tan extraño suceso⁴¹: volvió después el mar con portentosa velocidad, y anegó y cegó aquello riquísimo Puerto con los habitantes que se habían refugiado en la playa, no habiendo edificio alguno, ni público, ni privado, que resistiese a tan extraordinario ímpetu». Asimismo refirió otras poblaciones, especialmente de Andalucía occidental, concretando que en Sevilla «hizo bastante estrago en los edificios más considerables y mató algunas personas»; también mencionó el maremoto que asoló las costas atlánticas de la región: «en muchos lugares de aquella costa quedaron sepultados muchos vivientes debajo de las olas del mar agitado con violencia». Bails comentó igualmente que en otras ciudades españolas, como Granada⁴² y Alicante «se sintió el

⁴⁰ Los efectos del terremoto en España fueron estudiados por el ingeniero geógrafo José Manuel Martínez Solares, en una cuidadosa y completa Monografía del Instituto Geográfico Nacional, publicada en el año 2001: *Los efectos en España del Terremoto de Lisboa: 1 de noviembre de 1755.*

⁴¹ Repentinamente surgieron por la ciudad «chorros de agua de extraordinaria corpulencia, tan horrendos y con tal furia, que le inundó a la altura de muchas varas».

⁴² En mi condición de granadino no puedo dejar de mencionar que en la Biblioteca Nacional de España se conserva un valioso documento, proba-



Uno de los muchos grabados del terremoto de Lisboa, realizado en Alemania en torno al año 1887

mismo terremoto el mismo día y hora».

El terremoto también se dejó sentir, con especial virulencia, en las ciudades del Norte de África. Aunque Ceuta, Tánger y Tetuán resultaran seriamente afectadas, la más perjudicada fue sin duda Mequínez; tal como lo dejó dicho Bails: «allí perecieron a la misma hora muchísimas personas, junto a la ciudad se abrió la tierra en trecho tan largo, que quedaron enterradas diez mil almas con muchos caballos y camellos, acompañando tanta destrucción ruidos horrendos en lo interior de la Tierra». A los comentarios anteriores se sumaron los que indicaron los acontecimientos extraordinarios observados en las costas bálticas de Alemania y Polonia, así como en lagos

blemente redactado por un sacerdote, en el que se detallan los desperfectos sufridos por algunas de las iglesias de la ciudad. El documento fue publicado en Sevilla, en el mismo año, por la imprenta de José Navarro y Armijo, con el siguiente título: Relación de lo acaecido en la ciudad de Granada el día 1 de noviembre de 1755, con el terremoto, que principió entre 9 y 10 de la mañana y duró diez minutos. El texto comienza con la Catedral «que siendo una obra tan fuerte quebrantó cuatro naves», de la que salieron despavoridos feligreses y «hasta los sacerdotes que estaban celebrando misa». En San Antón se torció el capitel de su torre «de tal suerte que se necesita derribarlo, antes que se venga al suelo y haga mayor daño». En el Convento de Carmelitas calzados «sucedió lo propio» y uno de los muchos yesones que cayeron «rompió un brazo a un muchacho». Acto seguido se refiere a la Colegiata de San Salvador con estas palabras «ha sido preciso sacar el SSmo. SACRAMENTO, y depositarlo en las Monjas Agustinas, en donde celebran, y rezan las Horas Canónicas, pues dicha colegiata ha quedado incapaz de servir, y está amenazando ruina». «La media naranja de San Jerónimo se quebrantó toda, y habiendo caído un pedazo de ella, maltrató malamente a un hombre». «El colegio de Santa Catarina, siendo una Obra muy fuerte, y nueva, ha quedado todo quebrantado». «En el Monasterio de San Basilio, y Convento de la Santísima Trinidad, los Sacerdotes, que estaban celebrando, dejaron los Altares, y salieron revestidos huyendo a la calle; las Gentes en ellas se caían, como embriagados, unos huían sin saber a dónde, y otros quedaban pidiendo a Dios misericordia a voces; y en fin, el conflicto ha sido general, y quedan todos atemorizados, y de donde más huyen es de las iglesias». El final de la crónica es curioso, sorprendente y hasta milagroso «... y en la procesión que se hizo en Granada de Acción de Gracias, se desprendió el badajo de la Torre de N. Sra. De las Angustias, y dándole a un eclesiástico lo dejó sin lesión».



Modelo de Gaiola pombalina (Jaula pombalina), una estructura arquitectónica de madera resistente a los terremotos, desarrollada en Portugal en el siglo XVIII para la reconstrucción del centro pombalino de Lisboa, tras el devastador terremoto de Lisboa de 1755.

suecos y finlandeses. Esta fue la referencia expresa a tales fenómenos:

«En la provincia de Dalecarlia las aguas de las lagunas Frisem, y Stooralen empezaron a agitarse, inundando las orillas y bajándose la tierra todo alrededor, lo que aumentó la inundación. En Pomerania, las lagunas de Netzo, Mukhagast, Reddelin, Libesé, distantes doce leguas de Berlín, y treinta del mar Báltico, salieron de madre con espantoso ruido entre once y doce de la mañana, inundando los campos de alrededor, restituyéndose al cabo de seis horas, con flujos y reflujos a sus antiguos límites». Después de mencionar una serie de terremotos ocurridos en diferentes latitudes, durante Noviembre y Diciembre, posibles réplicas del sismo principal, se recoge en esta crónica otra información sísmica relevante, acerca de este: «los navíos que navegaban en el Océano 50 leguas lejos de Cádiz y 150 de Lisboa, experimentaron con la extraordinaria agitación del mar los efectos del terremoto del día primero de Noviembre».

Las penalidades sufridas por la ciudad de Lisboa continuaron durante todo el año 1755, ya que hasta el 22 de diciembre no cesaron los terremotos, «bien que no han sido tan violentos como los primeros que se sintieron, pagando con tan triste distinción la preeminencia que tenía de ser la más ilustre de cuantas ciudades han padecido el terremoto». Hoy día, se admite que el gran temblor de tierra, que asoló la capital portuguesa en ese año, fue un sismo múltiple, siendo las coordenadas geográficas del epicentro las siguientes: latitud 36º 30' N. y longitud 10º 00' W.G.; es decir una zona situada en el Océano Atlántico y al SW del cabo de San Vicente. La profundidad del foco se estima entre los 20 y 40 km. El temblor se produjo a las 10h 16m (TU), tuvo una duración próxima a los diez minutos y una magnitud mayor que 7 y menor que 8 en la escala de Richter; se cree que se liberó una energía aproximada de 2.9 E17 julios, es decir equivalente a más de quinientas bombas análogas a las de Hiroshima y Nagasaki.

Estos breves apuntes sismológicos de Benito Bails incluyeron, tras la descripción del terremoto anterior, una serie de reflexiones que parece oportuno reproducir a pesar de que las tres primeras parezcan en la actualidad un tanto gratuitas. Efectivamente, de acuerdo con la poca información de que se disponía en su tiempo, se aseguraba que los sismos «siempre han sido más terribles y frecuentes en los países que están entre los 45 grados de latitud boreal y meridional». En segundo lugar se refería a la composición del subsuelo, señalando que «en las tierras que se componen de canteras, mármol, que están cubiertas de peñas, roquedos, o sierras; las que abundan de metales...son las más expuestas a los terremotos». La tercera repite la explicación meteorológica de estos fenómenos: «parece que todo aquello que impide la transpiración de los vapores y exhalaciones que se forman en lo interior de la Tierra contribuye a causar terremotos. Se tiene observado que luego o poco después de grandes secas, continuadas lluvias, de fríos excesivos y largos, se experimentan temblores de tierra en las regiones meridionales».

Las siguientes reflexiones son recomendaciones urbanísticas en las que se establecieron ciertas medidas de prevención, tratando de mitigar los efectos de los sismos y muy especialmente los de los maremotos: «parece que siempre que se hubiese de fundar alguna ciudad en comarca expuesta a los terremotos, debería escoger el Gobierno el terreno más ligero, más esponjoso, arenoso...donde se crían árboles, plantándolos en todas las plazas, prados y paseos, después de fundada la población⁴³». Sin embargo, no parecía estar muy convencido de su

⁴³ Bails detallaba inclusive que los árboles deberían ser pinos o álamos, pues ambos «sirven para chupar como otras tantas esponjas, los vapores y las exhalaciones, conforme se ha dicho en el tratado antecedente».

eficacia, cuando afirmaba acto seguido «no aseguramos que estas precauciones bastasen a impedir los terremotos, pero es cierto que se experimentarán menos violentos, y con menos frecuencia». Bails recurrió a las enseñanzas de Platón⁴⁴ para aplicarlas al caso de los maremotos, pues según aquel no debería edificarse ciudad alguna muy cerca del mar, «habiendo de estar a lo menos cuatro leguas lejos...lo mismo de fundar ciudades cerca de los ríos caudalosos, bien que no es necesario plantarlas a tanta distancia de las corrientes».

Con la última reflexión se aproximaba también el autor a la planificación urbana y a la normativa sismo resistente, en regiones proclives a la ocurrencia de terremotos: «lo que pide particular cuidado en semejantes parajes es el modo de fabricar las casas, el multiplicar las pla-

⁴⁴ Aunque se le atribuya a Platón (Pseudo-Plutarch: Placita Philosophorum) la afirmación de que había seis tipos de movimientos: de arriba hacia abajo, de derecha a izquierda, y de atrás hacia delante, no parece muy fiable. La justificación podría ser que Aristóteles no comentase nada al respecto, siendo uno de sus discípulos y habiendo citado a los autores que se pronunciaron sobre estos fenómenos.

zas y los patios...Todo el mundo sabe que en el Perú, y la Jamaica, parajes donde son frecuentes los terremotos, las casas no tienen más que un piso, y en las que tienen dos, el segundo es de madera ligera: lábranle con vigas largas y corpulentas puestas de canto, las cuales tienen afianzada la mampostería...dejo a la prudencia de quien tocara escoger el método más seguro de fundar y fabricar, y si mi trabajo fuere de alguna utilidad al lector para aliviar algún poco la aflicción y consternación que causan estos movimientos tan estupendos y extraordinarios de la naturaleza, tendré por muy bien empleado el tiempo que en esto he gastado».

A todo lo largo del siglo XIX se fueron sentando las bases físico-matemáticas de la Sismología, transformándose en una verdadera disciplina científica. De entre todos los protagonistas, merecen ser destacados los franceses Agustin Louis Cauchy (1789-1857) y Siméon Denis Poisson (1784-1840), así como los ingleses George Gabriel Stokes (1819- 1903) y



THE PORTE COCHERE, ON THE MILITARY ROAD, VILLA GARUSSO, NEAR AULETTA.

Ilustración de la obra de R. Mallet: *Great Neapolitan Earthquake of 1857: The First Principles of Observational Seismology*.

John William Strutt⁴⁵ (1842-1919), puesto que con sus investigaciones permitieron avanzar en el conocimiento de las ondas sísmicas⁴⁶. Junto a todos ellos ha de reconocerse también el protagonismo del ingeniero y geofísico irlandés Robert Mallet (1810-1881) ya que gracias a sus trabajos se consolidó el desarrollo de la disciplina, adquiriendo inclusive su actual denominación. El origen de todo ello ha de situarlo en la presentación de sus *Facts of Earthquake Phaenomena* a la Asociación Británica para el progreso de las Ciencias, en la publicación del catálogo sísmico de la misma asociación o en su celebrada obra *On the Dynamics of Earthquakes, being an attempt to reduce their observed phenomena to the known laws of Wave Motion in solids and fluids*, presentada en 1846 ante la Academia Real de Irlanda. Suya fue también la acuñación de términos científicos tales como epicentro, foco, ángulo de emergencia, isosista y área meizosísmica⁴⁷; o la explicación del efecto del terremoto sobre un cierto edificio, como dependiente de la situación relativa entre su centro de gravedad y el de adherencia.

Su inclinación hacia a ingeniería sísmica le llevó a desplazarse a Nápoles (1858), becado por la Royal Society, para comprobar in situ los terribles efectos del terremoto que había ocurrido en la región de Lucania el 16 de diciembre del año 1857. Allí permaneció durante dos meses estudiando la gran devastación

causada sobre los edificios, haciendo uso por primera vez del reportaje fotográfico. El preceptivo informe le valió para publicar cuatro años después los dos volúmenes de que constó su libro⁴⁸: *Great Neapolitan Earthquake of 1857: The First Principles of Observational Seismology*. En él distinguió las ondas terrestres de las marinas, de las aéreas y de las sonoras. Consideró que las elevaciones de una parte de la corteza terrestre podía ser la causa de los terremotos. También le cupo el honor de haber diseñado un sismógrafo experimental, que aunque no llegó a ser usado, si fue usado su principio para incorporarlo en el que construyó el vulcanólogo napolitano Luigi Palmieri en el año 1855. Entre los años 1850 y 1861 proyectó una serie de explosiones en diferentes lugares para poder así determinar la velocidad de las

⁴⁸ El título completo fue *Great Neapolitan Earthquake of 1857: The First Principles of Observational Seismology as Developed in the Report to the Royal Society of London of the Expedition Made by Command of the Society Into the Interior of the Kingdom of Naples, to Investigate the Circumstances of the Great Earthquake of December 1857*.

ondas sísmicas a través de medios diferentes⁴⁹: arena (251.5 m/s), granito sólido (504,4 m/s) y cuarcita (354.2 m/s).

Pocos años después, en septiembre de 1870, se creó en España su Instituto Geográfico. La decisión fue tomada por el gobierno presidido por el general Juan Prim y Prat (1814-1870), habiendo realizado la propuesta el eminente matemático José Echegaray y Eizaguirre (1832-1916), a la sazón Ministro de Fomento. El primer director del centro fue el ingeniero militar Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero (1825-1891), el cual sería luego el Director General del nuevo organismo Instituto Geográfico y Estadístico, desde su fundación en 1873. La institución se convirtió de inmediato en un centro de referencia muy respetado por la comunidad científica internacional, baste decir que en el año 1974 ya presidía su director la Asociación Geodésica Internacional y poco después el Comité Internacional de Pesas y Medidas, desde el que se hizo posible la definitiva implantación del

⁴⁹ A juicio del geofísico alemán August Heinrich Sieberg (1924), Mallet debería ser considerado el pionero de la física sismológica.

⁴⁵ Más conocido como Lord Rayleigh.

⁴⁶ Internas y Superficiales, dividiéndose las primeras en P (primarias) y S (secundarias). Las P son ondas longitudinales (dilatación o compresión), produciéndose el desplazamiento en la misma dirección de la propagación, en cambio las S lo hacen en sentido transversal a la misma. La velocidad de las ondas P depende del medio, siendo menores al atravesar el agua que la tierra ($\approx 5\text{km/s}$). La velocidad de las ondas S es un poco menor que la de las anteriores, no se propagan a través de un medio líquido y son las responsables de los daños producidos durante el terremoto.

⁴⁷ En la que se produce el mayor daño ocasionado por el terremoto.



Iglesia provisional de Jatar tras el terremoto de 1884, fotografía realizada por la Comisión francesa presidida por Ferdinand André Fouqué.



Campamento montado en Arenas del Rey tras el terremoto (Comisión francesa presidida por Ferdinand André Fouqué)



Ruinas de la Iglesia de Arenas del Rey (Comisión francesa presidida por Ferdinand André Fouqué)

Sistema Métrico Decimal. Carlos Ibáñez obtuvo al final de su trayectoria profesional el título de Marqués de Mulhacén, como reconocimiento a sus esfuerzos para coronar con éxito el enlace astronómico y geodésico entre los continentes europeo y africano.

Aunque el Instituto se crease pensando principalmente en la inmediata confección del Mapa de España, lo cierto es que sus cometidos superaron con mucho

a los esencialmente cartográficos. El propio Ibáñez se encargó de concretarlos al prologar el primer tomo de las Memorias del Centro, señalando a la geodesia, a la geofísica, a la metrología, al catastro y a la estadística; aunque poco después se ampliasen cuando se le incorporó el Observatorio astronómico y meteorológico. No se puede datar con exactitud cuándo se incorporó el estudio de la sismología al Instituto Geográfico, pero no parece



Grietas junto al pueblo granadino de Güevejar (Comisión francesa presidida por Ferdinand André Fouqué)

Al parecer, Güevejar ya había experimentado un fenómeno similar con ocasión del terremoto de Lisboa (1755). Así se recoge en el Catálogo Sísmico de J. Galbis, al que nos referiremos más adelante.

muy aventurado suponer que debió ser a raíz del gran terremoto ocurrido en el poniente granadino en la noche del día 25 de diciembre del año 1884, aunque también resultase afectada la provincia de Málaga. Pocas novedades se pueden aportar en este contexto⁵⁰, si bien pare-

⁵⁰ El terremoto de Andalucía, como ahora es conocido, ha sido estudiado en numerosas ocasiones desde que se produjo. De entre todas las publicaciones me he permitido subrayar tres de la primera época, otra redactada por un selecto grupo de ingenieros geógrafos en el último tercio del pasado siglo y tres artículos firmados por profesores de la Universidad de Granada en estos últimos años. Helas aquí: Memoria del Comisario Regio, Fermín de Lasala y Collado, nombrado por R.D. del 13 de abril de 1885; presentada en el año 1888.

Ferdinand André Fouqué. Mission d'Andalousie, Etudes relatives au tremblement de terre du 25 décembre 1884, et à la constitution géologique du sol ébranlé par les secousses. V. XXX de las Memorias de la Academia de Ciencias.

Martinez y Aguirre. C. Los temblores de tierra. Estudio de estos fenómenos en las provincias de Málaga y Granada durante los siete últimos días del año 1884 y enero de 1885. Málaga. 1885.

López Arroyo A., Martín Martín A.J., Mézcua Rodríguez J. El Terremoto de Andalucía del 25 de



Los Tajos de Alhama (Comisión francesa presidida por Ferdinand André Fouqué)



El nuevo pueblo de Arenas del Rey (1886). (Memoria del Comisario Regio)

ce obligado recordar que el centro de su zona epicentral se localizó en las proxi-

diciembre de 1884. Instituto Geográfico Nacional. 1981.

Saénz Lorite M. Terremoto de Andalucía 1884-85. Sociedad, Territorio, Solidaridad. Boletín de la Real Sociedad Geográfica. C.L.I. 2016 (pp. 215-238).

Vidal Sánchez F. El Terremoto de Alhama de Granada de 1884 y su impacto. Anuari Verdaguer 19.2011. Burgos Nuñez A., Olmo García J.C., Sáenz Pérez M.P. Las viviendas del terremoto de Andalucía de 1884. Una experiencia de arquitectura en serie en el mundo rural de la España del siglo XIX. Geocrítica. V. XXIII. Nº 1252. 2018.

midades de dos pueblos: Arenas del Rey y Játar; con la particularidad de que el primero resultó prácticamente destruido⁵¹ mientras que en el segundo los daños fueron de menor entidad, a pesar de estar más cerca del epicentro. Hay práctica unanimidad al fijar algunos de los parámetros asociados al terremoto principal: hora (21h 8m), duración (\approx 20s),

⁵¹ De hecho tuvo que ser reconstruido en otro lugar.

coordenadas (latitud 36º 57', longitud 3º 59' W. G), magnitud (\approx 6.7), profundidad (entre 10 y 20 km), zona afectada (\approx 120x 70 km²), intensidad en la zona epicentral (IX-X).

En el resto de la información se encuentran divergencias, dependiendo de la fuente consultada. Los mapas de isosistas, por citar una de ellas, son diferentes, según se elija el de la Comisión Oficial española (IGM), el de la Comisión de la Academia dei Lincei de Roma, el de la Comisión de la Academia de Ciencias de París o el que formó el ingeniero de minas malagueño Domingo Orueta Duarte, el cual estudió el terremoto siendo aún estudiante. Análogo panorama se presenta con relación a las viviendas afectadas, en Arenas del Rey por ejemplo resultaron 397, según la Comisión Oficial, 350 según D. Orueta y todas a tenor de lo informado por la Comisión francesa. Igual sucedió con el número de víctimas mortales y con el de heridos, aunque se estimen las primeras entre 750 y 900. El capítulo de daños es estremecedor, en cualquiera de las referencias bibliográficas. De nuevo particularizo en Arenas del Rey, llamado así antes del seísmo, por razones familiares⁵². En el libro editado por el Instituto Geográfico, se da cuenta de todos ellos, señalando que se abrieron varias grietas bastante largas y con una anchura de entre 20 y 30 cm, destacando una en el centro del pueblo de unos 30 m de longitud y de 4 a 10 cm de ancho, presentando sus bordes algún desnivel, que atravesó un edificio al que dividió en dos. Güevejar fue otra de las poblaciones que se vio especialmente afectada a pesar de estar muy alejada

⁵² El terremoto ocurrió siendo muy pequeños mis abuelos maternos. Los abuelos paternos de mi madre, vivían en el pueblo que fue destruido y padecieron el terremoto con todas sus consecuencias. En cambio sus abuelos maternos lo sufrieron en Jatar, en mucha menor medida. Recuerdo perfectamente como una hermana de mi abuelo materno me comentaba que el temblor fue terrible, según el relato de sus padres.



Detalle de las nuevas casas en Arenas del Rey. Memoria del Comisario Regio

de la zona epicentral, de hecho todo el núcleo urbano se deslizó sin derrumbarse, de manera que su parte alta quedó rodeada por una grieta semicircular de más de 1 km de largo, y que según se cuenta dividió el tronco de un olivo en dos mitades, una de las cuales siguió el movimiento del terreno.

Alhama de Granada⁵³ fue una de las

⁵³ Como ya se dijo, la información referida a este terremoto es dispar. Según el gobierno civil hubo 307 fallecidos y resultaron heridas 502 personas, en cambio el periódico El Defensor de Granada

poblaciones más afectadas por el terremoto de 1884. Resultaron destruidas más de 1000 de sus casas, siendo heridas entre 400 y 500 personas, con un trágico balance de más de 300 fallecidos, aunque el periódico el Defensor de Granada los cifrara en 473. Ha de tenerse en cuenta que durante el temblor se desprendieron grandes bloques que arrastraron consigo a las casas que sustentaban, siendo esta

cifraba los primeros en 463 y los segundos en 473, D. Orueta por su parte aseguró que habían fallecido 330 personas y habían resultado heridas 500.

**Los árboles más ancianos
Tiemblan, y cual triste augurio
Ladran los fieles alanos
A l escuchar el murmurio
De los pueblos comarcanos.**

**De repente, extraño ruido
Sordo, secreto, profundo,
Cual espantoso rugido
De fiero tigre escondido.
Sintió aquel trozo de mundo**

**Estremeciósela sierra
Desde sus hondos cimientos,
Y vio el hombre, que aún se aterra.
Columpiándose la tierra
Con trémulos movimientos.**

**Crujió la tierra y perdieron
El equilibrio las masas;
Bocas inmensas se abrieron,
Y en los poblados las casas
Con estrépito se hundieron.**

**A l fuerte sacudimiento
Cambió la feraz comarca,
Y en aquel solo momento
Perdió bienes y contento
La hermosa extensión que abarca**

**Los que salvarse pudieron.
Aun sin salir de su asombro,
¡A impulso febril corrieron
A remover el escombro
Buscando á los que perdieron!**

la principal causa del daño sufrido en la ciudad y de las víctimas ya citadas.

Sus conocidos Baños resultaron naturalmente afectados, tal como quedó reflejado en la memoria que realizaron sus responsables, reproducida parcialmente en el libro publicado por el Instituto Geográfico Nacional ya referido: «el manantial cesó de correr tras el terremoto para renacer pasadas cuatro horas, pero con las aguas muy turbias y en escasa cantidad. El caudal fue aumentando y a las cinco de la mañana del día 26 rebosaron la pila, ya que alcanzaron un nivel 50 cm más alto que el que tenían antes del terremoto. Se afirma también que la temperatura ascendió dos grados centígrados y que surgió un nuevo manantial también termal, un kilómetro al este del antiguo; y que en un punto cercano a una cañada que desemboca en el río se formó una cavidad circular, de cuatro metros de diámetro, de cuyo fondo brotaba una enorme cantidad de agua que llegaba hasta un nivel de un metro de altura de los bordes superiores. Emitía el manantial abundantes vapores y en su superficie podían observarse un número considerable de burbujas, indicativo de la gran cantidad de gases que contenía, revelándose a gran distancia la presencia de ácido sulfhídrico por su olor».

El daño causado en el casco urbano de Alhama de Granada fue tan considerable que hubo que construir un barrio nuevo en una zona de probada estabilidad, al igual que sucedió en Albuñuelas, Güevéjar, Zafarraya y Periana, este último en la provincia de Málaga. Más drástica fue la decisión adoptada en Arenas del Rey, ya que hubo que edificar un nuevo pueblo en un emplazamiento diferente al que ocupó el antiguo. El lugar elegido se localizó en terrenos situados a 300 metros del antiguo núcleo, una vez que se llegó a un acuerdo con el Instituto de Fomento del Trabajo Nacional de Barcelona, que había adquirido otros para edificar también algunas casas. El

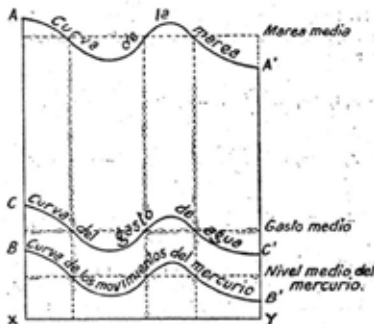
MAREÓMETROS Y MAREÓGRAFOS DE SIFÓN ⁵⁴

POR
EDUARDO MIER Y MIURA

PRIMERA PARTE TEORÍA DE LOS MAREÓMETROS Y MAREÓGRAFOS DE SIFÓN

I.—Principio fundamental de los mareómetros y mareógrafos de sifón.

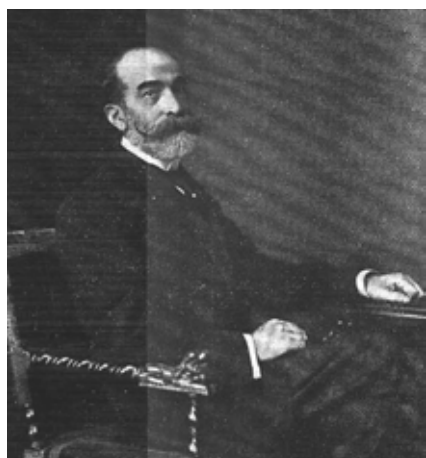
El principio general en que están fundados los mareómetros y mareógrafos de mercurio es en su esencia el mismo en que se basan los usuales sifones, los manómetros de mercurio y otros aparatos análogos. Su manera de funcionar depende del equilibrio estático, siempre buscado, unas veces sin éxito, produciendo, por lo tanto, un movimiento, cual en los sifones sucede, y otras con él, como acontece en los manómetros; equilibrio que siempre tiende á establecerse entre las masas de diversas sustancias líquidas y gaseosas encerradas en un tubo, provisto de una ó varias curvaturas, y sometidas á la acción de la gravedad y á la expansión propia, que en resumen determinan una serie de fuerzas, que buscan por su destrucción mutua el reposo aparente de la materia, ó determinan el movimiento de ésta, en los casos en que aquella compensación no se verifica.



Teoría de los Mareómetros y Mareógrafos de Sifón. Revista de Obras Públicas (1908).

pueblo Santa Cruz de Alhama pasó a denominarse Santa Cruz del Comercio, reconociéndose así las ayudas recibidas del gremio madrileño para paliar, en la medida de lo posible, los daños ocasionados por el terremoto.

En el proyecto de las nuevas edificaciones se procuró tener en cuenta la prevención sísmica, diseñándose solo con dos plantas; en cuanto a las calles, tendrían una anchura mínima de diez metros salvo las de Albuñuelas, que por su especial configuración solo tuvieron seis. Tal como se recoge en el libro del



Eduardo Mier y Miura. Coronel de Ingenieros e Inspector General del Cuerpo de Ingenieros Geógrafos.

Instituto Geográfico, se dotó a las casa de una buena cimentación «cuya profundidad llegó a ser superior a la altura aparente del edificio, lo que contrasta gravemente con la casi inexistencia de la misma en las casas construidas antes del terremoto. Después se procedió a una elección adecuada de los materiales y a un control cuidadoso de la ejecución de acuerdo con las técnicas usuales entonces». Cinco fueron los tipos de casas proyectadas, aunque todas tuvieron similares características constructivas y con unas superficies comprendidas entre 40 y 151 metros cuadrados, a fin de que hubiese una cierta correlación entre las pérdidas sufridas y la casa recibida.

Culmina esta apretada reseña con un sentido homenaje a todas las víctimas de este devastador terremoto, reproduciendo para ello algunas estrofas del Cuadro que le escribió la poetisa jerezana Carolina de Soto y Corro en el año 1885, titulado El Terremoto de Andalucía, antes y después de ocurrir en las provincias de Granada y Málaga, la noche del 25 de diciembre de 1884; con una dedicatoria a la Infanta María Isabel Francisca de Borbón, hermana del rey Alfonso XII, conocida popularmente como la Chata. La obra constó de las seis escenas

siguientes: la Cena, la Boda, el Regreso, el Cataclismo, los Desvalidos y la Caridad. Como es obvio, la del cataclismo fue la referida al terremoto propiamente dicho, habiéndose elegido de todas sus quintillas las seis siguientes:

Tanto los efectos del terremoto de 1884 como sus numerosas víctimas conmocionaron a muchos estamentos de la sociedad española, aunque lo hiciesen en menor medida dentro del selecto colectivo de los ingenieros militares ya que ellos estaban al tanto de esos fenómenos; no en vano el comandante Manuel Cortés y Águlló ya había publicado en Manila (1881) los dos volúmenes de su obra Los terremotos, sus efectos en edificaciones y medios prácticos para evitarlos en lo posible, la cual mereció los elogios del sismólogo y militar francés Fernand Montessus de Ballore, que acabaría siendo el primer director del Servicio Sismológico de Chile. Un año después de dicha publicación (1.07.1882) ingresó en el Instituto Geográfico y Estadístico un joven y brillante ingeniero del ejército, llamado sin duda por el prestigio de que gozaba ya la institución⁵⁴, me estoy refi-

⁵⁴ Así se reconoce en el comentario realizado por el académico José Rodríguez Mourelo en su elogio de Eduardo Mier y Miura: «Por eso nada



riendo al sevillano Eduardo Mier y Miura (1852-1917). Su primer destino fue en el área de geodesia, integrándose de inmediato en la brigada constituida para ultimar el enlace geodésico entre las Islas Baleares y la Península, trasladándose a las mismas a comienzos del mes de febrero de 1883.

Su frenética actividad investigadora comienza desde su ingreso, destacando en primer lugar una de sus aportaciones gravimétricas, la invención del llamado gravígrafo, un trabajo publicado por varias revistas e informado favorablemente por la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, firmando el mismo como Capitán de Ingenieros en el año 1891. En el año 1894 se le concedió la Cruz de 2ª clase al Mérito

Militar por la obra Teoría de los Mareómetros y Mareógrafos de sifón⁵⁵. En el año 1900 se creó el Cuerpo de Ingenieros Geógrafos figurando Mier como Ingeniero Jefe de Segunda Clase en el escalafón del 1 de octubre de 1902. Para entonces ya debió haberse interesado en los temas sismológicos, puesto que fue nombrado delegado español en la Asociación Inter-

más conforme a sus aptitudes, a sus aficiones y a sus modos de trabajar, que nuestro benemérito Instituto Geográfico y Estadístico, y allí fue Mier, y allí permaneció hasta el fin prematuro de su vida, acaso impulsado por el renombre de don Carlos Ibáñez, que había constituido un Centro de trabajo útil, de verdadera Ciencia, en el que tan excelente acogida tuvieron las ideas de Mier, sus invenciones y sus iniciativas, siempre fecundas en todos los órdenes».

⁵⁵ Esta obra fue publicada años después en la Revista de Obras Públicas (Ministerio de Fomento.1908). Mier era por entonces Jefe de los estudios de mareógrafos en el Instituto Geográfico. Su proceder fue completamente altruista, tal como él mismo señalaba modestamente en su trabajo: «y buena prueba de que ese interés era el único que guiaba al autor, se hallará en el hecho de que este modesto estudio se elevó a manos de la Superioridad hace más de trece años, después de algunos otros dedicados a efectuar estudios experimentales de los nuevos aparatos, y que seguramente no hubiera visto la luz pública sin los persistentes requerimientos de varias personas que así lo solicitaron, obligando, con su cariñoso empeño, a sacar de la oscuridad lo que acaso debiera haber continuado en ella, por bien de todos».

nacional de Sismología. Dos años después presentó durante una Conferencia celebrada en Berlín un sismógrafo de registro eléctrico. En el año 1906 se iniciaron en el Instituto Geográfico los trabajos geomagnéticos, coincidiendo con la extensa memoria que presentó Mier a propósito de la confección de un mapa magnético de España a partir de 500 estaciones de observación; sin embargo el proyecto sufrió diversos retrasos y no comenzó a hacerse realidad hasta seis años después.

Sin embargo su interés por la sismología fue en aumento, como prueba su informe del año 1910 en el que sentó las bases de un Servicio Sismológico para todo el territorio nacional, centrado en Toledo. Las inquietudes sismológicas de Eduardo Mier continuaron plasmándose en numerosos trabajos, como el artículo titulado Algunos datos acerca de la frecuencia de las olas y de su relación con ciertos microseísmos (1908), o su Note sur les stations sismologiques de l'Espagne⁵⁶ y su Memoria acerca de la organización del Servicio Sismológico en España. En la Nota describió la instrumentación de que constaban las estaciones sismológicas de Fabra (Barcelona), Cartuja (Granada), San Fernando (Cádiz), Toledo⁵⁷ y la del observatorio del Ebro (Tortosa. Tarragona). Una novedad añadida, poco conocida, es que en el año 1909 Mier presentó en la Asociación Internacional de Sismología una ponencia solicitando la adopción del esperanto como lengua auxiliar internacional. En cualquier caso sus conocimientos en esta área de conocimiento quedaron evidenciados en su Discurso de Ingreso en la Real Academia de Ciencias Exac-

⁵⁶ Publicada en las «Comptes-rendus des seances de la Troisième réunion de la Commission permanente de l'Association International de Sismologie». Celebrada en Zermatt entre el 30 de agosto y el 2 de septiembre de 1909.

⁵⁷ Su instrumentación destacaba sobre todas las demás.

tas, Físicas y Naturales, leído el día 28 de mayo de 1911, estructurado en cuatro apartados: la utilidad de la sismología, la constitución interna de la Tierra, las causas de los terremotos y los nuevos instrumentos.

Tras indicar que la Sismología permitía señalar el grado de sismicidad de las diversas regiones de la Tierra, así como el peligro de vivir en algunas de ellas o la confianza con que en otras puede permanecerse, prosiguió indicando como los estudios sismológicos prestaban gran atención a la propagación de las ondas sísmicas en las diversas clases de terrenos y a medir la intensidad y velocidad de esos movimientos. Más adelante apuntaba lo siguiente: «utiliza esa ciencia en sus investigaciones instrumentos que sirven para indicar cuáles son los movimientos del terreno o para medirlos por la observación directa o bien para registrarlos, constituyendo los tres grupos de sismoscopios, sismómetros y sismógrafos, de linderos no siempre bien definidos». Igual de oportuna fue su referencia a la supuesta conexión entre Sismología y Meteorología, pues aún parecía obligado rechazar la teoría aristotélica sobre este particular: «Aunque en casos muy contados las indicaciones de los sismógrafos se pueden utilizar con fines meteorológicos y aunque se haya sostenido por muchos que existe estrecha relación entre las perturbaciones de nuestra atmósfera y los fenómenos sismológicos, es lo cierto que la aplicación de la Sismología a la Meteorología no puede estimarse como práctica, ni en ella cabe insistir».

En el segundo apartado desarrolló la importancia de la sismología como el instrumento con el que podría conocerse la estructura interna de la Tierra, aunque se eche en falta alguna referencia a los trabajos previos (1909) del croata Andrija Mohorovicic, que desembocaron en el descubrimiento del límite inferior de la corteza terrestre (Moho). En

cualquier caso tiene el mérito de romper con las clásicas teorías del enfriamiento que pretendían explicar así la formación de las montañas. Igual de destacable es su reflexión a propósito de la difícil relación entre geólogos y geofísicos: «consecuencia natural también es que, por vanidad, se dé frecuentemente el caso de que, siguiendo el símil, los hombres reputen el cantón que habitan como el mejor, y menosprecien los demás, hasta el punto de exagerar desmedidamente la importancia de cuanto saben o hacen a expensas, por supuesto, de la ciencia y el trabajo a que son extraños. Así se explica que no falten geólogos para quienes la Sismología es sólo una parte de sus estudios favoritos, como no faltará quien sostenga la tesis inversa, cuando esta última ciencia adquiera mayor desarrollo, y así se concibe también que existan hombres eminentes que a la Sismología experimental conceden escaso valor, para atribuírsele muy grande a sus investigaciones puramente geológicas, en compensación, quizás, de aquellos otros que otorgan poca o ninguna importancia a estas últimas, al lado de las que realizan en sus observatorios sismológicos».

En el haber de Mier ha de contarse sus referencias a la estructura interna de la Tierra, en la que consideró tres capas o zonas diversas. Un núcleo sólido sería la más interna, envuelta por una especie

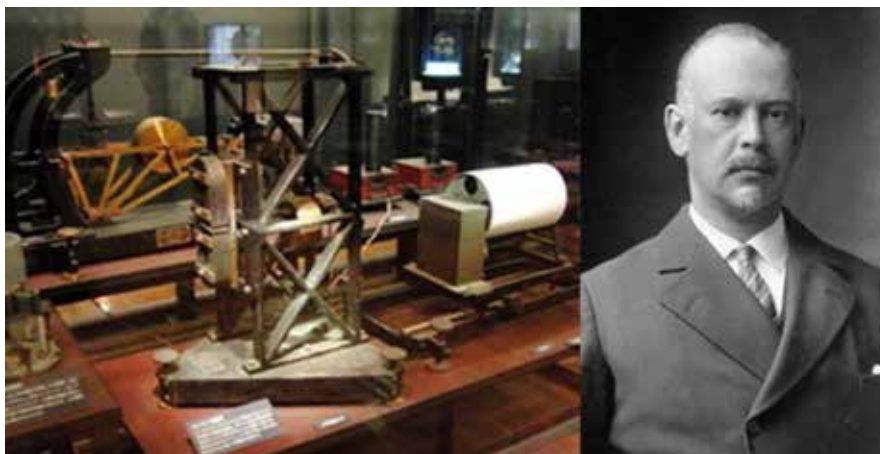
de mar inmenso cuya temperatura no alcanzaría jamás los datos anunciados por una inadecuada interpretación del grado geotérmico; un conjunto que se vería recubierto por la capa sólida de la corteza terrestre, dotada de los movimientos singulares de complicadas formas que registran los sismógrafos. Consiguientemente quedó rechazada así la clásica y antigua concepción de la materia del interior de la Tierra, «a modo de un líquido ardiendo, todo el inflamado, una especie de fuego interno»⁵⁸.

El último apartado dedicado a la sismología instrumental requería tanto espacio que Mier justificó su resumen, aunque señalaría otros asuntos de igual importancia para el estudio de la sismología: «Entre ellos figuraba el estudio de las ondas sísmicas, en el que me proponía demostrar analíticamente lo erróneo de la mayor parte de los cálculos ya realizados para fijar su velocidad media de propagación, y figuraba también una descripción sumaria de los sistemas de instrumentos ideados para la observación y registro de los terremotos, y la exposición algo detallada de algunos sismógrafos por mí ideados». A gran-

des rasgos, abordó Mier dos cuestiones fundamentales: la primera referida a los principios científicos que sirven de fundamento a toda la serie de aparatos sismológicos, que proyectó o ideó, y la segunda, los instrumentos propiamente dichos, aun cuando en su mayoría no hubiesen sido construidos. Ha de valorarse muy positivamente un sistema de registro, original de Mier, propio de los sismógrafos llamados integradores y los aditamentos proyectados para los instrumentos con registro fotográfico⁵⁹, ampliando sus indicaciones y simplificando en gran medida el sistema en favor de la

⁵⁹ Merece la pena reproducir íntegramente la reflexión de Mier: «En teoría, este sismógrafo fotográfico parece ofrecer superioridad grande sobre los instrumentos hoy usados con igual fin: el emanciparse por completo de los movimientos pendulares; la multiplicidad de datos acerca de cada movimiento; la precisión con que el tiempo y los espacios recorridos pueden medirse; la fidelidad y profusión con que se reproducen los movimientos sísmicos verticales, actualmente tan mal registrados y conocidos; la sencillez con que cabe obtener copias de los sismogramas, y hasta la misma facilidad de reproducir ante la vista los efectos de los terremotos, son, en efecto, pruebas de esa superioridad; pero, por desgracia, los gastos del establecimiento de tales aparatos, y, más aun, el desembolso que exige su entretenimiento, hacen temer que se demore su instalación más de lo que fuere de desear».

⁵⁸ Don Eduardo Mier y Miura, obituario por José Rodríguez Mourelo. Este químico y académico fue el encargado de responder al discurso de ingreso de aquel.



El príncipe Galitzin, amigo de Eduardo Mier, y su sismógrafo.



José Galbis Rodríguez luciendo todas sus condecoraciones, incluida la medalla del Cuerpo de Ingenieros Geógrafos (la central de las tres inferiores)

exactitud y de la precisión del propio registro.

Años después⁶⁰ ya pudo sintetizar aún con más rigor la que fue su principal línea de investigación, subrayando que «La Sismología, durante mucho tiempo, ha sido una ciencia empírica; pero en nuestros días ha progresado enormemente, merced a la inteligencia y al entusiasmo de muchos sabios, cuyos nombres se omiten por no hacer poco menos que interminable su enumeración. Estos progresos se refieren principalmente, los unos, a la invención y perfeccionamiento de los instrumentos de observación, y los más, a la manera de utilizar los datos proporcionados por estos últimos, desarrollando largos y difíciles cálculos, en que intervienen conocimientos de orden superior de Física, Mecánica racional y Cálculo diferencial e integral⁶¹. Según

estos estudios, la Sismología instrumental ha llegado a tal grado de perfeccionamiento con el empleo de amortiguadores en los péndulos sismográficos, que ya puede considerarse dominado por completo el abstruso y complejo problema de deducir de los sismogramas todas las características de los movimientos sísmicos».

Eduardo Mier y Miura fue un autor prolífico con un sólido conocimiento de la cultura científica, amén de un investigador centrado no solo en los aspectos teóricos de las disciplinas que abordó sino también de sus inmediatas aplicaciones. Era en palabras de Rodríguez Mourelo «un sabio y un famoso investigador en lo que pudiéramos llamar Geofísica y aún Geomecánica, porque, en rigor, sus trabajos fueron orientados en el sentido de estudiar y medir los movimientos más leves de la corteza terrestre, apreciando su intensidad, su dirección y su forma, y esto de una manera sistemática, para reunir un conjunto de observaciones que permitiesen, andando el tiempo, establecer leyes de cierta generalidad y deducir doctrinas como la que dejó establecida respecto de la estructura interna y la formación de la Tierra». En el elogio que hizo de Mier, tras su temprano fallecimiento, reflejó con sentida emoción el prestigio internacional de que gozaba este ingeniero geógrafo, como prueba la nota a pie de página⁶².

Pero ciñéndonos a la Sismología reviste mayor importancia el comentario que hizo a propósito de la conversación que mantuvo con un buen amigo de Mier, el príncipe ruso Borís Borísovich Golitsin que había inventado el primer sismógrafo electromagnético en el año 1906:

«Tuve el placer de oír el mayor y más caluroso elogio de mi amigo de los labios de una autoridad indiscutible en asuntos de Sismología, del propio Príncipe de Galitzin, con ocasión de la visita a su magnífico Observatorio de Pultkova, durante la cual, y después de haberme mostrado aquella serie de magníficos aparatos, cuya sensibilidad excede a toda ponderación, sólo me habló de Mier, a quien consideraba su sucesor en la presidencia de la Asociación Internacional, tenía en mucha consideración y estima, y creía verdaderamente fundamentales todos sus trabajos e investigaciones. Bien ajenos estaban ambos de la proximidad de su fin, y quién sabe si la muerte del sabio príncipe, contribuyó en mucha parte a terminar la ya minada existencia de Mier: eran, al cabo, dos amigos, cuyas inteligencias, en cierto modo, se completaban, y cuyos trabajos de Sismología eran, por decirlo así, gemelos, aun cuando no participasen de las mismas ideas, y sus pensamientos y sus opiniones tanto difiriesen en lo fundamental y estuviesen llamados, para muy en breve, a ser objeto de una gran controversia científica⁶³».

Eduardo Mier y Miura tuvo un fiel colaborador en otro militar ilustre: el

admirador de su ingenio y de la claridad de su entendimiento; Chapuis, el físico de las medidas precisas, me dijo de Mier que sus ideas, siempre claras y sencillas, tenían para él un atractivo y una simpatía completas; a Lallemand le parecía digno de ser meditado y seriamente estudiado cuanto Mier decía en la Asociación Internacional de Sismología, porque todo era fruto de muy elevados y serios conocimientos, siempre con la marca de una perfecta originalidad.

⁶³ En el epílogo se trata, aunque sea sumariamente, de esa cuestión.

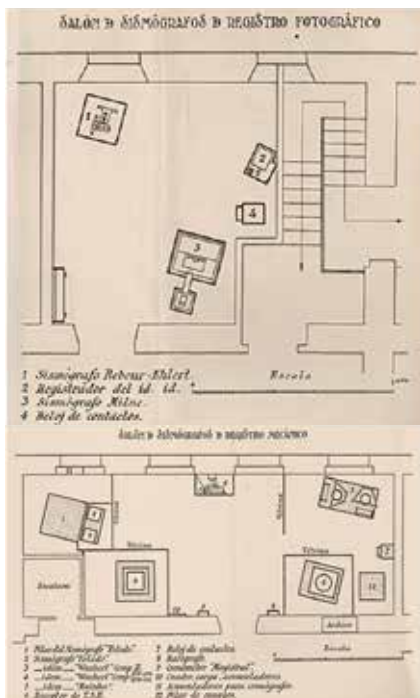
⁶⁰ Artículo Las ecuaciones fundamentales y el amortiguamiento de los sismógrafos (1914)

⁶¹ Esa circunstancia explica, unida a la exitosa gestión del Director General del Instituto Geográfico y Estadístico, que la Sismología fuese competencia de ese centro y no del Instituto Geológico y Minero, que había sido creado en 1849 y había participado en el estudio del terremoto de Andalucía a través de la Comisión correspondiente.



Medalla del Cuerpo Nacional de Ingenieros Geógrafos. La que aquí se presenta perteneció a Fernando Gil Montaner. Cortesía de su nieta Isabel Socías Gil-Montaner, también miembro del Cuerpo.

⁶² Hube de apreciar por mí mismo todo el valer científico de Mier el año de 1913, y bien lejos de España, allá en Petrogrado, donde tuve el honor de representar a nuestra Real Academia de Ciencias en la Asamblea que en aquella gran ciudad celebró la Asociación Internacional de Academias. Fue la mayor concurrencia de Delegados, en la sección de Ciencias, de astrónomos y físicos, casi todos de mucha nombradía y grandes merecimientos. Ni uno solo dejó de preguntarme por Mier, y de hablarme de él con los mayores encomios. Fue el primero el inglés Schuster, quien me dijo de Mier que era un verdadero sabio, por muy contados igualado en lo que atañe a la Física terrestre; para el holandés Sande, en nuestro compañero se reunían las dotes de un investigador de primer orden; el belga Lecointe era ferviente



Planos de las salas en que se encontraban los sismógrafos. Estación Sismológica Central de Toledo. Palacio de la Diputación Provincial.

capitán de Estado Mayor José Galbis Rodríguez (1868-1952), el cual ingresó en el Instituto Geográfico y Estadístico en marzo del año 1899. No obstante con-

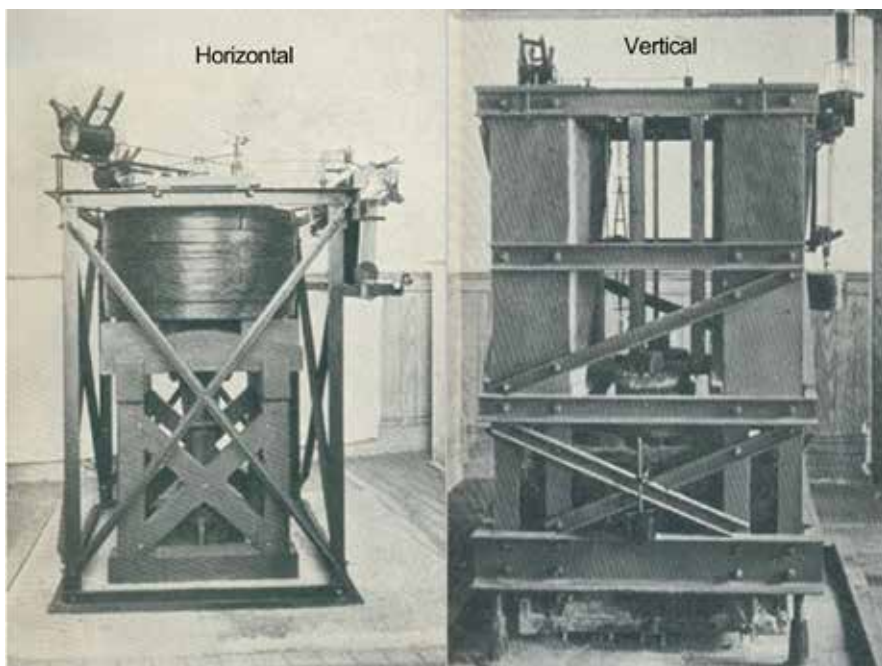
viene hacer notar que con esa decisión no perdía su condición militar ya que su nuevo destino era considerado como de servicio activo, hasta el punto de tener derecho a caballo y asistente⁶⁴; dentro del Instituto llegó a ejercer como Director General Interino en varias ocasiones. Como en el caso de su mentor, sus actividades en ese centro fueron múltiples aunque se valoren más en este contexto las que desplegó en el área de la Geofísica. Esta reseña sobre Galbis se apoya básicamente en el testamento administrativo que entregó a la biblioteca del Instituto, luego reproducido en el libro *El Ingeniero Geógrafo José Galbis al servicio de la Meteorología* (Ministerio de Medio Ambiente. 2005). La publicación de ese libro obedeció al hecho de que

⁶⁴ De hecho ascendió hasta alcanzar el grado de General honorífico de Estado Mayor el 4 de noviembre del año 1932. Ese último nombramiento (Gaceta del 6 de noviembre de 1932, página 876), producido al amparo de la ley correspondiente del año anterior, fue objeto de un Decreto firmado por Manuel Azaña Díaz, como Presidente del Consejo de Ministros y Ministro de la Guerra; siendo refrendado por Niceto Alcalá-Zamora y Torres, Presidente de la segunda República.

Galbis fue un decidido impulsor de la Meteorología, cuando esta era una disciplina más del Instituto Geográfico, hasta el extremo de deberse a él la creación de los Cuerpos de Meteorólogos y Auxiliares de Meteorología.

En el citado testamento reconoce de inmediato que su mejor mentor y jefe fue Eduardo Mier, que como él ingresó primero como geodesta para transformarse después en Ingeniero Geógrafo. También es digna de mención una de las virtudes que marcaría toda su actividad profesional, la lealtad con la que él asegura que sirvió y que le enseñaron en el Cuerpo de Estado Mayor. El primer cometido que se le asignó fue la compensación de un fragmento de la red geodésica de primer orden, aunque participase posteriormente en la observación de la red de segundo orden, concretamente en triángulos de las provincias de Cáceres y Murcia. Los comentarios que dedica Galbis a la geodesia son tan extensos como sustanciales, incluyendo por otra parte algunos detalles poco divulgados hasta ahora. Sirvan de ejemplo los dos siguientes: por iniciativa suya, y de su gran amigo Luis Cubillo Muro (Ingeniero Geógrafo y luego Director General del Instituto), se adquirieron por primera vez los hilos invar, que serían usados después para medir las bases de la red geodésica de las Islas Canarias; asimismo dio cuenta de la fundación de la Asociación Geodésica Internacional, en el transcurso de la reunión celebrada en Berlín durante los días 15 al 22 de octubre de 1864.

Uno de los capítulos más sustanciales abordados por Galbis en su testamento fue el dedicado a la Geofísica, cuyo amplio contenido se explica en función de las áreas que comenta: Gravimetría, Sismología, Magnetismo terrestre, Electricidad terrestre y atmosférica, así como otra centrada en el Mapa Geofísico de España. Las actividades sismológicas de Galbis son inmediata continuación



Las dos componentes del sismógrafo Wiechert: horizontal y vertical. Toledo



Portada de los dos tomos del *Catálogo Sísmico* formado por José Galbis Rodríguez, entonces era Inspector general de Ingenieros Geógrafos. Cuando se publicó el primer tomo era Coronel de Estado Mayor y cuando se publicó el segundo General de Brigada honorario. Obsérvense dos de las denominaciones que tuvo el actual Instituto Geográfico Nacional

de las gravimétricas, las cuales dejó por iniciativa de su tutor Mier Miura, quien acababa de adquirir varios sismógrafos con objeto de que el Instituto Geográfico abordase la investigación sismológica. Tanto Galbis como el Ingeniero Geógrafo Fernando Uriel Dutiés fueron comisionados para buscar emplazamientos de posibles observatorios en las provincias de Toledo, Navarra, Huesca, Alicante, Murcia, Almería y Málaga; procurando que los edificios fuesen cedidos por particulares o por alguna entidad de la administración local, ya que el Instituto no contaba con la correspondiente partida presupuestaria. Sus gestiones fueron tan brillantes como eficaces, ya que en la Memoria redactada al efecto, en el año 1908, se recoge la siguiente propuesta:

- 1º) Establecer una estación central en Toledo en los sótanos del Palacio, en construcción, para la Diputación provincial que tenía un corralillo inmediato; y estaba situado en un borde de la población, alejado del ferrocarril y de las principales carreteras y calles de tránsito.
- 2º) Otra estación en Alicante, en edificio

apropiado que construiría La Junta de Obras del Puerto, a cambio de permitir la trasladar el mareógrafo, que teníamos instalado en los muelles, y les estorbaba. El emplazamiento elegido para la estación sismológica, fue un paseo de la población, con un pequeño jardín próximo.

- 3º) Otra estación debía instalarse en Almería, a uno o dos kilómetros del casco urbano, en unas alturas, construyendo y cediendo el edificio correspondiente, así como un pequeño terreno alrededor, el Ayuntamiento.
- 4º) Otra estación se establecería en las alturas al Este de la población de Málaga zona llamada El Limonar, en edificio también construido y cedido al Instituto por el Ayuntamiento, con jardín alrededor.

Como complemento a la información anterior, es necesario mencionar que todas sus previsiones se vieron pronto cumplidas. En efecto, en el año 1909 se instaló la primera Estación de Toledo, siendo su director el Ingeniero Geógrafo Juan López Lezcano, dos años después ya estaban construidos los Observatorios de Alicante y Almería, cuyos prime-

ros directores fueron, respectivamente, el propio López Lezcano (que había sido sustituido por Vicente Inglada Ors) y Eduardo Torallas Tondo. El Observatorio de Málaga se instaló en el año 1913, siendo dirigido por José Rodríguez de Córdoba, Ingeniero Geógrafo como el resto de sus compañeros. Galbis es igualmente responsable de la elección de Santiago de Compostela, en lugar de Ferrol, como emplazamiento ideal para situar allí el Observatorio sismológico, una elección que efectuó coincidiendo con su campaña gravimétrica, del año 1907, por tierras gallegas. Asimismo es digno de mención que su interés por la sismología siguió latente años después, cuando era el máximo responsable de la meteorología española, en otro caso no tendría explicación el sismógrafo que construyó para que fuese instalado en el Observatorio del Retiro, dentro del Centro que dirigía. Galbis participó, junto a Mier, en la compra de los sismógrafos

Agamenone, Wiechert y Rebeur-Ehlert, que unidos a los Milne, Vicentini y Bosch, adquiridos antes por Mier, convirtieron a la estación sísmica de Toledo en el Observatorio con la mejor instrumentación del mundo.

La proverbial modestia de Galbis explica que mencione, sin apenas darle importancia, la recopilación de datos sísmicos que efectuó y presentó en dos volúmenes: el primero con más de 800 páginas y el segundo con casi 300. Su catálogo sísmico, sin límite temporal inferior, abarcaba hasta el año 1933 incluido y lo confeccionó en los tres años que duró la guerra civil, apareciendo publicado en el año 1940; logrando inventariar más de 4300 sismos localizados en una zona esférica limitada por los paralelos de 25° y 45°, y por los meridianos de longitud 5° E y 20° W G. Galbis resumió en la introducción la gestación del mismo, recordando que el jesuita y médico gaditano Manuel María Sánchez Navarro-Neumann había propuesto durante



Portada del libro *Bosquejo de España*.

la Asamblea Internacional⁶⁵ celebrada en Madrid (1924) que se retomase la confección de catálogos macrosísmicos de carácter global, aunque su propuesta fue rechazada al recomendar que cada país miembro confeccionase el suyo. Galbis siguió interesado en la cuestión y no dejó de recopilar información, sobre todo a partir de su dirección del Servicio Sismológico del Instituto Geográfico. En el capítulo de agradecimientos no dejó de mencionar al propio Navarro Neumann (Director del Observatorio granadino de la Cartuja) y al ingeniero geógrafo Alfonso Rey Pastor, ya que ambos le proporcionaron datos significativos. Esta crucial aportación de Galbis, el primer catálogo sísmico realizado en España, es una fuente inagotable de información, trascendente e imprescindible para abordar de manera rigurosa los estudios de sismicidad histórica en nuestro país.

Sus trabajos en el campo del magnetismo terrestre fueron más de índole

administrativa, ya que estuvieron relacionados con la instalación del deseado Observatorio magnético. Aunque en principio se pensara en Alcalá de Henares, la eficaz gestión del Ingeniero Geógrafo Alfonso Rey Pastor ante el Conde de Romanones, permitió desechar esa idea para situarlo finalmente en los terrenos cedidos por el aristócrata en su finca de Buenavista, próxima a Toledo. La decisión final del cambio de ubicación fue de Galbis, quien también había pensado antes en Villaviciosa de Odón, indicando que de esa manera serían mucho menores las perturbaciones magnéticas asociadas a las instalaciones eléctricas propias del desarrollo industrial. Fue así como ideó la creación de un «Observatorio Geofísico Central de España que abarcase no solo las observaciones sísmicas y las magnéticas, sino que permitiese iniciar las observaciones de electricidad». Igualmente destacable era su intención de montar allí una Unidad metrológica encargada de la contrastación del instrumental empleado en Geodesia y Topografía. El proyecto de Galbis tuvo tan buena acogida, que llegó a felicitarlo por ello el Director General del Instituto en febrero del año 1933.

El inicio de las obras fue tan inmediato que a comienzos del año 1936 estaban prácticamente ultimados los edificios y demás instalaciones. Asimismo conviene añadir que por indicación suya dispuso el referido director que se realizasen las siempre interesantes observaciones ecuatoriales. La estación elegida en el año 1930 fue la montaña Moka en la isla de Fernando Poo, a unos 1800 metros de altitud, y los operadores responsables de las observaciones magnéticas y meteorológicas fueron el Ingeniero Geógrafo Juan Bonelli Rubio y su esposa, que lo sustituyó cuando cayó enfermo; decía Galbis (que por error consignó Emilio) con toda razón: «...y allí permaneció todo el año, ayudado en los trabajos por su esposa que evitó así grandes interrup-

ciones en los instrumentos registrados, con motivo de una enfermedad del Sr. Bonelli, inevitable en ese clima. Estos trabajos son dignos del reconocimiento patrio».

Galbis consideraba las electricidades terrestre y atmosférica como otras de las actividades geofísicas que deberían realizarse en su proyectado Observatorio Central. No obstante, la especial incidencia de las segundas en el estudio de las tormentas atmosféricas, le movieron a solicitar la compra de dos registradores Bendorf y un colector de radio, durante su etapa de Director del Centro Meteorológico de Madrid, adscrito en aquella época al Instituto Geográfico. A él se debe asimismo el proyecto de instalación del cable para el registro de las corrientes telúricas en el, luego llamado, Observatorio de Buenavista. Más adelante se refiere Galbis a la necesidad de contar con un Mapa Geofísico de España, que por supuesto debería de ser formado por el Instituto Geográfico. Es de gran interés la observación que hace al respecto: «...que nunca puede realizar el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas...y sin la creación de nuevos Institutos bajo su dependencia que, en muchas ocasiones, invaden atribuciones de otros ya existentes, con la consiguiente merma de los medios que estos últimos puedan necesitar para la prosperidad de su investigación».

Acto seguido detalla el posible contenido del mapa en los siguientes términos: «Los resultados de las numerosas observaciones gravimétricas de toda clase y categoría. La situación de los Observatorios Sismológicos, zonas sísmicas, claramente definidas hasta ahora, con la situación de los focos de los sismos principales que han contribuido a descubrirlas. Las curvas magnéticas de declinación, inclinación y componente horizontal correspondientes a la época en que se realizaron los trabajos del Mapa provisional, si consiguiéramos corregir-

⁶⁵ A la que más adelante nos volveremos a referir.

lo, y si es posible, el coeficiente de su variabilidad, deducida de las series magnéticas de San Fernando, el Ebro y Coimbra. Algún dato geológico que defina las fallas interesantes sismológicamente, previo informe del mapa geológico. Las curvas de límites medios de mareas altas y bajas. Las situaciones de los Observatorios Astronómicos, Geofísicos, y meteorológicos, comprendiendo entre estos últimos, sólo las Estaciones denominadas completas, por realizar observaciones de todos los elementos meteorológicos. Los mareógrafos. Las cotas de todos esos centros y las obtenidas hasta ahora por nivelaciones de precisión, de las capitales de provincia y de los pueblos que por su situación geográfica o geológica ofrezcan interés, especialmente los vértices situados en las cumbres de las cordilleras que definan su dirección, y, en las montañas aisladas de alguna consideración, y por último las de los puntos de la costa, que en unión con otros de las montañas, sirvan de base para el estudio, a través de los siglos, de la estabilidad de continentes y mares». Las sabias recomendaciones de Galbis no se verían cumplidas hasta que varios años después se publicaron los capítulos dedicados a la geofísica, dentro de las sucesivas ediciones del

Atlas Nacional de España, uno de los productos emblemáticos del Instituto Geográfico Nacional.

Igual de acertadas fueron sus gestiones para que se celebrase en Madrid la Asamblea General de la U.G.G.I. en 1924, de hecho fue él el que propuso esa sede durante la última reunión celebrada en Roma en la primavera del año 1922. Galbis fue el encargado de coordinar el libro Bosquejo de España, que confeccionó el Comité Español para entregárselo a cada uno de los congresistas. La publicación, conservada también en la citada biblioteca del Instituto Geográfico Nacional, está encabezada por una fotografía del rey Alfonso XIII dedicada a la Unión

Geodésica y Geofísica. El libro es realmente un magnífico resumen geográfico con abundante información turística, incluyendo una valiosa colección de grabados, mostrando tanto a las principales ciudades como a sus tipos populares (sic). El desarrollo de la Asamblea de Madrid, en donde se adoptó como internacional el elipsoide de Hayford, resultó tan del agrado de todos los asistentes que el gobierno francés, siguiendo la recomendación de Ch. Lallemand (Presidente de la U.G.G.I.), le concedió a Galbis la Cruz Oficial de la Legión de Honor. Por otro lado los asambleístas se debieron de ir encantados también por la tradicional hospitalidad española, gracias a la cual se mantuvo abierto, durante el descanso de las sesiones, el bar del Congreso de los Diputados para que los asistentes pudiesen ser servidos gratuitamente por el celebrado restaurante Lhardy. El prestigio internacional de Galbis fue algo excepcional, baste como ejemplo la carta que recibió en el año 1945, procedente de Estados Unidos, firmada por más de veinte científicos americanos (incluidos cinco Premios Nobel). En ella le pedían los nombres de los españoles a los que pudiese interesar las cuestiones de física nuclear, puesto que pretendían dirigirse a ellos para que abogasen por una política de paz tan necesaria en unos tiempos «en que los avances considerables que se van obteniendo en la construcción de la bomba atómica, aumentan enormemente su potencia, y hacen esperar que las próximas guerras serán horriblemente desastrosas para la humanidad».

En su testamento laboral dio cuenta de una situación muy peculiar que tuvo lugar en el año 1932, justamente a partir de que el gobierno decidiera la disolución en el territorio español de la Compañía de Jesús, y que es muy poco referida en la reciente historia de la sismología en España. Galbis resumió a la perfección el problema planteado:

Comprendía esta resolución, la in-



Mapa con las isosistas del terremoto del 10 de septiembre de 1919, en el Bajo Segura. Escala del original 1/1000000.

cautación, por el Estado, de los Observatorios de Cartuja (Granada), y El Ebro (Tortosa), labor que fue encomendada al Instituto Geográfico. Enterado de esto el R.P. S. Navarro Neumann, telegrafió al Director de nuestro Instituto rogándole, que fuese yo el que se hiciese cargo del observatorio de Cartuja, así se dispuso, incorporándolo al Servicio Sismológico oficial, cuya Inspección estaba a mi cargo. Personado en Granada, como no disponía de más Ingenieros, preparados para esa labor, que los destinados en las Estaciones sismológicas, pensé en el señor Guillamón⁶⁶, Jefe de la Estación sismológica de Málaga. Reunido este señor conmigo en Granada, recibimos la instalación del Observatorio de Cartuja, de manos de un hermano de la Compañía de Jesús, por haberse ausentado ya los padres y novicios. Examinamos todos los locales, instrumentos sismológicos, meteorológicos, y astronómicos, así como los archivos, encontrando todo en marcha, y por ello decidimos no interrumpir, ni un momento, la observación, ofreciéndose a ello el citado Ingeniero, sin desatender su Estación de Málaga, cuyos

⁶⁶ Se estaba refiriendo Galbis al ingeniero geógrafo Félix Gómez- Guillamón Guillamón.



Recepción en Praga a los participantes en la Asamblea de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica (septiembre de 1927). Se ha identificado con un círculo a Vicente Inglada Ors.

instrumentos observaría en adelante el Topógrafo allí destinado, inspeccionado semanalmente por dicho Ingeniero. Así lo hizo este con gran brillantez e inteligencia, y no sólo sostuvo el Servicio regular de Cartuja, sino que construyó un pequeño pabellón apropiado para la mejor instalación de los sismógrafos que a la sazón estaban en el edificio principal

de los Jesuitas, lo que les sometía a perturbaciones, construyó nuevos modelos de sismógrafos, uno de ellos fotográfico, utilizó los numerosos datos acumulados durante varios años, referentes al clima de Granada, publicando el correspondiente resumen, y dio por último conferencias sobre meteorología y sismología en Granada, sin descuidar la intensa co-



Vicente Inglada Ors con su uniforme de Estado Mayor, junto a la portada de su discurso de apertura de curso en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

LA PROSPECCION SISMICA EN ESPAÑA

DISCURSO

LEIDO EN SOLEMNE SESION INAUGURAL DEL CURSO ACADEMICO DE 1907-08

por el Ilmo. Sr. D.

D. VICENTE INGLADA ORS

EL DIA 11 DE NOVIEMBRE DE 1907



1938 NUEVAS GRAFICAS Rodriguez San Pedro, 36 MADRID

rrespondencia, que el Sr. Navarro-Neumann, mantenía con el servicio Sismológico Extranjero.

La novedosa instalación sismológica de Toledo recibió pronto el impulso definitivo que la convirtió en una de las mejores en su género. El artífice del mismo fue Vicente Inglada Ors (1879-1949), un joven alicantino que había sido ascendido a Capitán de Estado Mayor y se había incorporado como Ingeniero Geógrafo al Instituto Geográfico y Estadístico, en el año 1907; movido quizás por haber pertenecido a la Comisión Topográfica de la isla de Menorca, y haber levantado planos topográficos de la misma en el año anterior. Inglada fue sin lugar a dudas una de las mentes más preclaras que ha tenido el Instituto Geográfico, fue además un investigador incansable y sumamente prolífico; una actividad que se vería facilitada por su condición de políglota consumado⁶⁷. Su primer destino fue en la provincia de Valencia, aunque cuatro años después ganó el concurso convocado para ocupar la plaza de Jefe en el futuro y prestigioso Observatorio Geofísico de Toledo.

NUEVAS FORMULAS para abreviar el Cálculo de la profundidad aproximada del foco sísmico por el método de Kovsligethy y su aplicación a algunos temblores de tierra. Instituto Geográfico y Estadístico. 1921. Vicente Inglada con su uniforme de teniente Coronel y luciendo la medalla del Cuerpo de Ingenieros Geógrafos.

Entre los años 1907 y 1910 participó en numerosas actividades propias

⁶⁷ Entre todos los idiomas que dominaba sentía predilección por el esperanto, en el que llegó a ser un especialista de renombre; hasta tal punto destacó, que el propio fundador de ese lenguaje universal, Leizer L. Zamenhoff, reconoció que lo hablaba peor que el propio Inglada. También es digna de mención su traducción al español de la obra de Alfred Lothard Wegener: Die Entstehung der continent und Ozeane, en el año 1924 (La génesis de los continentes y océanos), publicada en la prestigiosa Revista de Occidente



El reverendo James B. Macelwane con el sismómetro vertical Sprengnether, junto a un fragmento del obituario que dedicó a Vicente Inglada Ors.

VICENTE INGLADA ORS
1879-1949

By the death of Vicente Inglada Ors, January 9, 1949, geophysics in general and seismology in particular have lost an illustrious champion and an indefatigable research worker. At the time of his death, Inglada Ors was Chief of the Seismological Service of Spain, Vice-Director of the National Institute of Geophysics, and President of the Section of Seismology of the Spanish Commission on Geodesy and Geophysics.

Vicente Inglada Ors was born in Alicante, Spain, January 9, 1879. He received his bachelor's degree in his native city and in 1896 entered the Academy of Infantry in Toledo, from which he graduated with the commission of infantry lieutenant the following year. In 1898 he entered the War College, and after seven years of study and training he graduated, in 1905, with the grade of Capitán de Estado Mayor. In 1907 he was successful in competition for the post of geographical engineer. In this capacity he completed a number of topographic surveys.



Alfonso Rey Pastor, luciendo la Cruz de Alfonso X el Sabio y La Medalla del Cuerpo de Ingenieros Geógrafos.

del Instituto: cartografía, meteorología, geodesia, magnetismo, gravimetría y sismología, una última materia a la que acabaría dedicándose el resto de su vida. Durante su formación militar había adquirido la formación físico - matemática suficiente como para poder desempeñarla eficazmente, llegando a dominar las ecuaciones diferenciales, básicas para la localización de los focos sísmicos; hasta el extremo de ser considerado como uno de los fundadores de la sismología matemática. Las novedosas fórmulas que dedujo para ello, «las fórmulas de Inglada» fueron reproducidas en la bibliografía internacional especializada, haciendo que pronto se convirtiese en uno de los sismógrafos más relevantes del siglo XX. Dado que para Inglada la sencillez siempre fue primordial, decidió simplificar el tortuoso método empleado por el sismólogo húngaro Radó Von Kövesligethy para calcular la profundidad del foco a partir de los registros del sismógrafo galvanométrico que había ideado B. Galitzin en el año 1916.

La génesis de las mismas ha de situarse en septiembre de 1919, cuando Inglada inspeccionó como delegado gubernativo las consecuencias de un temblor devastador: el terremoto del Bajo Segura, en su Alicante natal. El problema de la profundidad focal llamó su atención

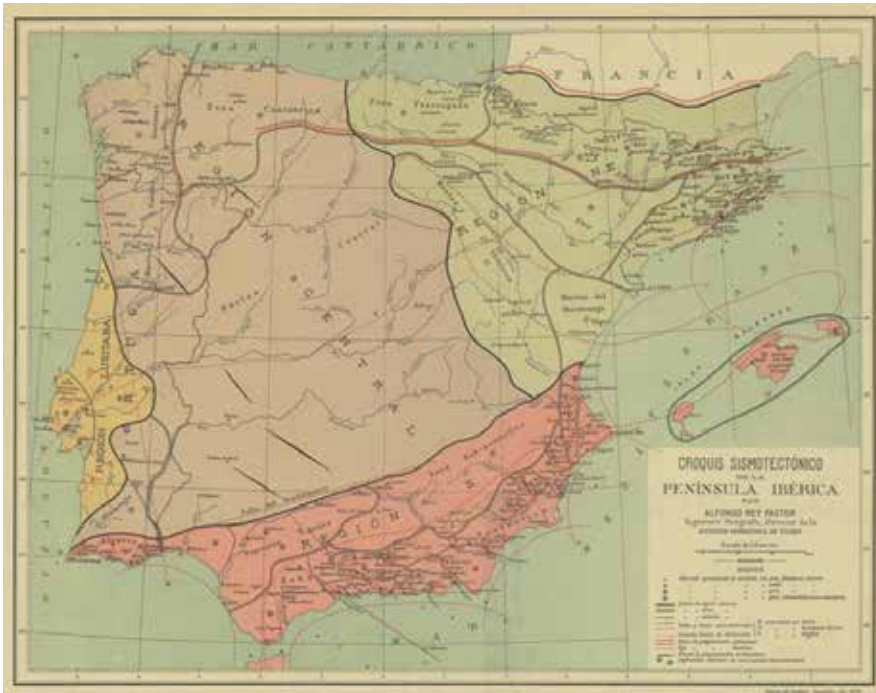
como sismólogo y como matemático. Por ello recopiló datos suficientes como para poder trazar las isosistas, paso previo para el desarrollo de sus nuevas fórmulas: en las que se modificaron parte de las de Kövesligethy gracias a su ingenio matemático y a la experiencia proporcionada por la observación sobre el terreno. Fue así como, a partir de sismogramas ahumados y de las isosistas correspondientes, dedujo que la profundidad del foco debería ser directamente proporcional a la diferencia de los radios de dos isosistas consecutivas⁶⁸. Más tarde introdujo el uso de ábacos, en lugar de tablas, para el cálculo de la profundidad focal, en los casos de terremotos distantes. Andrija Mohorovicic, Harold Jeffreys y Beno Gutenberg, e incluso el propio Kövesligethy, reconocieron pronto la hábil, sensible y decisiva simplificación de Inglada para la pronta resolución de ese tipo de sismos.

Las publicaciones de Vicente Inglada siempre contenían una idea sutil: la armonía mundi, la armonía entre las dife-

rentes partes de la Tierra, pues siempre consideró el planeta como una «unidad científica». Entre 1919 y 1925, gozando ya de tan merecido prestigio, hizo suyas las teorías geofísicas imperantes. Sin embargo encontró los tratados de su tiempo tan compartimentados que se sintió obligado a perseguir la unidad de las ciencias, entendiendo que al cultivar cada una de forma aislada no se seguía el ejemplo que ofrecía la Tierra; ya que aunque su corteza exterior estaba fracturada en bloques, las superficies separadas, lejos de separarlos servían para ponerlos en contacto. En la segunda década del siglo ya eran conocidos tres de los mejores libros de Inglada: El Interior de la Tierra según resulta de las recientes investigaciones sismométricas (1919), La Corteza Terrestre (1923a) y La sismología: sus métodos y el estado actual de sus problemas fundamentales (1923b), reflejándose en ellos su particular concepción científica de lo que ahora es conocido como interdisciplinariedad⁶⁹.

⁶⁸ Tras su estudio publicó el trabajo: El Sismo del Bajo Segura de 10 de septiembre de 1919. Cálculo de las coordenadas del foco, basado en la hora inicial de los sismogramas registrados en varias horas próximas. Boletín del Instituto Geológico de España. Tomo XLVII, VII de la 3ª serie. 1926. (pp. 36-50).

⁶⁹ Son igualmente reseñables las Conferencias sobre Sismometría por B. Galitzin, traducida por los ingenieros geógrafos V. Inglada Ors, José Gaarcía



Croquis Sismotectónico de la Península Ibérica, un excelente ejemplo de cartografía sísmica presentado por Alfonso Rey Pastor en la Asamblea de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica, celebrada en Madrid durante el año 1924. El Mapa fue publicado por el Instituto Geográfico.

Su actividad al frente del Observatorio la compaginó siempre con su vocación militar y docente, máxime cuando siguió ascendiendo mientras ejercía como Ingeniero Geógrafo. Se entiende así que en el año 1923, coincidiendo con la llegada a ese centro de un nuevo ingeniero geógrafo, decidiera retomar su carrera militar con el empleo de Teniente Coronel, justamente cuando gozaba de muy buena reputación científica. El sismólogo se convirtió así en profesor de la Escuela Superior de Guerra, cargo que mantuvo hasta 1928, impartiendo clases de algoritmos matemáticos, astronomía, geodesia y meteorología. Inglada fue un excelente profesor, principalmente porque sus clases tenían siempre una componente didáctica considerable, derivada de sus propias

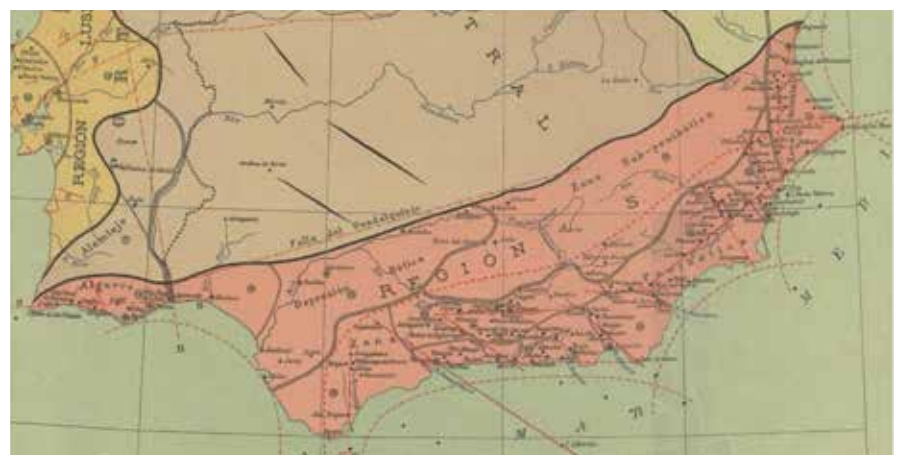
experiencias de campo. Su talento para la oratoria era extraordinario, acompañado de una memoria prodigiosa; dos cualidades que siempre dejaba ver en las numerosas conferencias que impartió en los años siguientes, tratando de hacer ver la importancia de la sismología. En 1924 tomó parte en la Asamblea Internacional de la Unión Geodésica y Geofísica, ya

comentada, y recibió una nueva Cruz al Mérito Militar de 2ª Clase por su obra gravimétrica⁷⁰. En el año 1927 deslumbró a la Asamblea de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica, celebrada en Praga.

Fernando Rodríguez de la Torre⁷¹ resumió perfectamente la favorable impresión que causó: «Entre los días 3 al 10 de septiembre de 1927 celebró en Praga la Asamblea de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica. Inglada asiste como delegado oficial y se adscribe en la Sección de Sismología, que preside el inglés Mr. Turner. Se realiza una sesión conjunta con la Sección de Vulcanología. Interviene Mr. Turner que señala como método modélico para el estudio de erupciones volcánicas por medio de los sismos que producen el presentado por otro congresista. Inglada pide la palabra y analiza tres errores de bulto, que desmenuza según el estado de la ciencia y de sus propias investigaciones. La sesión conjunta queda electrizada por la intervención de Inglada, contundente, incontrovertible, científico. El Presidente enmudece y su reacción es... muy británica: ¡presenta su dimisión! Pero Inglada, caballeroso, habla con varias delegaciones para que insten de Turner que reconsidere su actitud; y Turner

⁷⁰ Observaciones gravimétricas. Instituto Geográfico y Estadístico. 1923.

⁷¹ Vida y Obra de Vicente Inglada Ors (1879-1979). Revista de Estudios Alicantinos. Número 32. 1981



Detalle de la Región Sísmica Sur, según el Croquis Sismotectónico de la Península Ibérica. Alfonso Rey Pastor. 1924.

Siñeriz y Pardo Moscoso, y Wenceslao Castillo. En cualquier caso, la producción bibliográfica de Inglada se detalla con el rigor debido en la Revista de Estudios Alicantinos, gracias al excelente trabajo de F. Rodríguez de la Torre.

desiste. El triunfo científico de Inglada excede del ámbito de la Asamblea».

Entre 1925 y 1928 fue ganador de cuatro premios a la investigación científica convocados por la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Precisamente fue en ese año de 1928 cuando es elegido miembro de la misma, Para su discurso de ingreso eligió el título Trascendencia científica de los fenómenos sísmicos, leyéndolo el 6 de febrero de 1929 y siendo respondido por José María de Madariaga y Casado, ingeniero de minas y catedrático de Electrotecnia. El discurso lo pronunció ocupando de nuevo su puesto de ingeniero geógrafo en el Instituto Geográfico y Estadístico, pues se había incorporado otra vez en el año 1928. En esta ocasión fue destinado al Servicio de Geodesia, aunque más tarde pasase a dirigir la Sección de Sismología, dentro del Laboratorio de Geofísica. Como apertura del curso 1930-1931 pronunció en la Real Academia de Ciencias Exactas

Físicas y Naturales un meditado discurso sobre la Prospección Geofísica. Proclamada la segunda república se acoge al Decreto que regulaba el retiro voluntario de los militares, causando baja definitiva en el ejército.

Al estallar la guerra civil es ignominiosamente separado del servicio al obligarlo a jubilarse sin sueldo. Como es de suponer pasó toda clase de penurias, aliviadas en parte por la mediación de varios sismólogos extranjeros. Finalizada la guerra se incorporó de nuevo al Instituto Geográfico, siendo nombrado Secretario Técnico del mismo y luego Jefe del Servicio Sismológico Nacional. Cuando en 1941 se creó el Instituto Nacional de Geofísica, dependiente del Patronato Juan de la Cierva, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, se encargó de la dirección de la Sección de Geofísica Pura. Cuando falleció en el año 1949 todavía conservaba fuera de España un prestigio científico al alcance solo de los privilegiados, la mejor muestra de ello fue el elogio

que realizó el jesuita y sismólogo americano James B. Macelwane (julio de 1949) a instancias de la Seismological Society of America, el cual fue incluido en el Boletín correspondiente: 39. Vicente Inglada Ors 1879-1949. (pp.219 y 220). Mucho más reciente (2007) es la biografía efectuada por el investigador vasco Aitor Anduaga Egaña: Inglada Ors, Vicente, en Noretta Koertge ed., New Dictionary of Scientific Biography (New York: Charles Scribner's Sons), vol. 4, 10-12; señalando que tras ser nombrado Director del Instituto Nacional de Geofísica, en 1941, retomó sus investigaciones en geofísica aplicada.

El último ingeniero geógrafo al que vamos a hacer referencia es Alfonso Rey Pastor⁷²

⁷² Fuera del ámbito sismológico, es poco lo que se sabe de este ilustre sismólogo, quizás por haber sido eclipsado por la arrolladora personalidad de su hermano Julio, el matemático español más citado. Aunque nacido en Burgos, hizo sus primeros estudios en Logroño. De ahí que sea considerado



Padres jesuitas en el Colegio Máximo de Granada. Dos ellos fueron directores del Observatorio de la Cartuja: 1) Manuel María Sánchez-Navarro Neumann (1907-1920) y 2) su discípulo Antonio Due Rojo (1940- 1964).

Actividad sísmica en los años 1901 a 1934

Días sísmicos de grado	1901	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	Total
II-III			1		1	1					2		1	6	2	13	4	3	2				1	1			1	1	1	1	3		1	2	48
IV					2	5	2	1					2				3	1	3	1	3	1	2	1				1	2	1	1	1	2	1	36
V				1				1	1	1	1		1			4	1		3															13	
VI					1	1	1												1															4	
VII								1									1	1																3	
VIII																																			
Totales	1	4	2	6	3	3	3	3	1	4	6	2	21	6	4	9	1	3	2	3	1	1	2	3	1	1	2	3	2	4	1	3	3	104	

ZONA DE GRANADA
Cuadro XVII

EPICENTROS	DÍAS SÍSMICOS GRADO							Sacudidas	AÑOS
	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	Total		
Albendín	1	1					2	2	1933 (1) 1934 (1)
Alhama		4	1				5	5	1907 (1) 1918 (1) 1923 (1) 1924 (1) 1932 (1)
Arenas del Rey	1		1				2	2	1908 (1) 1917 (1)
Cajar	1						1	1	1934 (1)
Fuente Vaqueros	1	1					2	2	1931 (2)
Gabía la Grande	1	2					3	4	1919 (1) 1921 (1) 1922 (1)
Guádix		2					2	2	1910 (1) 1917 (1)
Granada	11	7	3	1			22	30	1904 (1) 1907 (3) 1910 (1) 1911 (2) 1912 (1) 1916 (1) 1919 (2) 1920 (2) 1922 (2) 1923 (1) 1927 (1) 1929 (1) 1930 (2) 1931 (2)
Iznalloz				1			1	1	1901 (1)
Jayena			1				1	1	1912 (1)
Loja	13	6	5	1	1		26	52	1908 (1) 1909 (1) 1910 (1) 1913 (1) 1917 (19) 1920 (3)
Mondújar		2					2	3	1919 (2)
Padul		2					2	3	1925 (1) 1929 (1)
Peligros	2		1	1			4	11	1920 (4)
Pinos-Puente		2					2	2	1928 (1) 1931 (1)
Santafé	8	1	1		2		12	14	1911 (1) 1912 (1) 1914 (3) 1924 (1) 1918 (5) 1919 (1)
Sierra Elvira	1	1					2	2	1933 (1) 1934 (1)
Ventas de Huelma		3					3	5	1914 (1) 1924 (1) 1929 (1)
Ventas de Zafarraya	8	2					10	11	1909 (2) 1915 (2) 1928 (1) 1916 (1) 1915 (4)
Epicentros: 19	48	36	13	4	3		104	153	104

Resúmenes estadísticos incluidos por Alfonso Rey Pastor en su trabajo de referencia.

(1890-1959), el cual ingresó en el Instituto Geográfico en septiembre del año 1920, por el turno de Estado Mayor, con el grado de Capitán. Por aquel entonces estaba destinado en África, recopilando información cartográfica de la zona como miembro de la Comisión de Límites de Marruecos, plasmada luego en mapas tan interesantes desde el punto de vista estratégico como el Croquis de la Región de Melilla (escala 1/25000.1921) y el Mapa de Marruecos (escala 1/1000000.1922). Su pri-

un riojano más, como señalan sus biógrafos más recientes, que tan recientemente lo sacaron del anonimato: 1) Alfonso Sánchez-Gabriel Fernández Giro. Alfonso Rey Pastor, trayectoria de una vida profesional y científica (Instituto de Estudios Riojanos. 1996) y Fernando Rodríguez de la Torre. Biografía del sismólogo Alfonso Rey Pastor (Instituto de Estudios Riojanos.2000).

mer destino civil fue como Segundo Jefe del Observatorio de Toledo, dirigido por Vicente Inglada Ors, el cual lo inició en el estudio de la sismología; una actividad a la que se dedicaría, con gran aprovechamiento hasta su fallecimiento. Tras su periodo de formación fue nombrado Director del Observatorio en el año 1923, coincidiendo con la reintegración a la carrera militar de su maestro.

Sin embargo no olvidaría sus inquietudes topográficas y cartográficas, demostrándose las primeras con su magnífico Plano de Población de Toledo (1/4000. 1926), tanto en su versión planimétrica como en la exclusivamente altimétrica: Plano Topográfico del Cerro de Toledo (Escala gráfica. 1927), curioso levantamiento con una equidistancia de 5m, que evidenció sus conocimientos geomorfológicos y con el que llegó a demos-

trar que la ciudad imperial se asentaba sobre doce colinas y no sobre siete como marcaba la tradición⁷³. En cuanto a las cartográficas, hay otros dos ejemplos sumamente elocuentes, que contribuyeron a considerarlo desde entonces como referencia obligada en este tipo de estudios. Se trata del Croquis sismotectónico de la Península Ibérica, formado

⁷³ Durante su estancia en Toledo, siendo ya Comandante (1925), compaginó su incesante actividad sismológica con su afición a la arqueología, así se resume esa faceta en una reseña de la Real Academia de la Historia: «... continuó desarrollando durante los años siguientes su trabajo en el Observatorio de Toledo, ciudad en la que en estos años se inició su afición por la arqueología, cuando al encontrarse realizando unos levantamientos topográficos para una ampliación del plano de la ciudad de Toledo, realizó un minucioso estudio de las ruinas del circo romano en la Vega Baja y del anfiteatro en el barrio de las Covachuelas».

para presentarlo en la asamblea de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional (Madrid 1924) y el no menos interesante Traits sísmiques de la Péninsule Ibérique, que presentó en la asamblea que celebró en Praga (1927) la misma Asociación.

El mapa presentado en Madrid fue dibujado a escala 1/3.000.000, dividiéndose la Península en cuatro zonas sísmicas de diferente color, a saber: Región Lusitana, Región Central, Región Noreste y región Sur. Dentro del campo del mapa se identificaron los ríos más relevantes y otros accidentes geomorfológicos de interés, como Depresiones, Montes, Macizos etc. La información sísmica propiamente dicha se ofreció ateniéndose a un detallado cuadro de signos convencionales, referidos a los epicentros⁷⁴, a las regiones, zonas y comarcas sísmicas, fallas y líneas sismotectónicas, grandes líneas de dislocación, zonas y ejes de plegamiento y dos indicativos numéricos relacionados con los coeficientes de sismicidad.

En cuanto a la comunicación presentada en Praga, fue estructurada en cuatro capítulos, indicando Rey Pastor en su introducción la importancia que tenía el estudio de la sismicidad global y su distribución en diferentes regiones para tres ramas singulares de las Ciencias de la Tierra: sismología, geología y geografía. Reseñando a continuación que el análisis del comportamiento sísmico de cada bloque de la corteza terrestre era una línea moderna de investigación, que puesta al servicio de la geología podría proporcionar consecuencias trascendentales bajo el prisma de la tectónica regional⁷⁵. Una de las conclusiones del trabajo sigue estando vigente⁷⁶: «aproximadamente el 50% de todos los sismos ibéricos tiene lugar en la región meridional; el 20% en la del NE; el 15% en la del occidente; el 5% en la Región

Central y el 10% restante corresponde a puntos imprecisos. Durante el periodo 1917-1926, minuciosamente analizado, resulta que el número de días sísmicos presentes en cada año, se aproxima bastante a la media general de 83, obtenida en su conjunto, o sea que ofrece una gran uniformidad en su frecuencia. En cuanto a la intensidad, se aleja del sismo de los Pirineos (1923, con una sacudida de grado VIII». Esos estudios fueron continuados en años sucesivos por Rey Pastor, actualizando parcialmente las informaciones anteriores, así procedió por ejemplo en su obra Estudio Sismotectónico de la Región Sureste de España, presentada a la Comisión Nacional de Geodesia y Geofísica en el año 1951.

La sismología instrumental fue una de sus líneas de investigación, como prueba su monografía Estudio Crítico de los Aparatos de la Estación Sismológica de Toledo, presentada en el congreso de las Asociaciones Española y Portuguesa para el progreso de las Ciencias, celebrado en Barcelona 1929. Dentro de sus actividades regladas estaba por supuesto el seguimiento de los sismos registrados permanentemente en la Estación, procediendo al estudio concreto de los que estimase de mayor impacto, la lista de ejemplos así lo certifica, encabezándolo El sismo de la Rioja Baja de 18 de febrero de 1929, publicado por el Instituto Geográfico y Catastral en el año 1932. Igual sucedió con otras de sus investigaciones sismológicas, todas ellas a cual más notable: El Servicio Sismológico español, 1932; Datos sísmicos de la Península Ibérica, Barcelona, 1934; Carta de sismicidad del Globo para el periodo 1899-1930, Toledo, 1935; Sismicidad de las regiones litorales españolas, 1935; Sismicidad de las Regiones Bética y Subbética⁷⁷, 1936.

En ese último trabajo de Alfonso Rey Pastor se incluye una significativa descripción de la zona sísmica de Granada, que parece conveniente reproducir por la continuada ocurrencia de terremotos en la zona. Sus límites

geográficos eran a juicio de Rey Pastor los siguientes: «en sentido E-W, desde Loja a Gaudix, por el S hasta los macizos cristalinos de Nevada y Sierra Tejeda, y por el N, termina en el contacto del manto terciario de la depresión con el Secundario de la cordillera. Al NE, está situada la línea transversal de fractura Gaudix-Gata, y por el SW, la de Alhama-Motril». Indicaba asimismo que los focos sísmicos se agrupaban principalmente en los alrededores de Granada, con densidad notable y actividad frecuente. La localización geográfica de los epicentros parecía indicar, en su opinión, «la existencia de otra fractura transversal desde Pinos Puente a Mondújar, casi paralela a las dos extremas. En la parte del SW, queda un núcleo derivado de la actividad de Sierra Tejeda, donde están centros tan violentos como el de Alhama. El foco de Iznalloz queda aislado, el de Loja puede dimanar de la prolongación de la falla transversal de Alhama».

Continuaba Rey Pastor refiriéndose a los terremotos ocurridos en el periodo comprendido entre los años 1901 y 1934, señalando que «de los 19 epicentros identificados...resulta ser el de mayor frecuencia, Loja con 26 días, ocurridos en su mayoría durante el intenso periodo de 1917, cuyo máximo choque llegó al grado VII de intensidad; en el año 1920 tuvo lugar otro pequeño ciclo de actividad. Sigue en importancia el foco de Granada, si bien es de advertir que la situación del Observatorio influye en el aumento de registros de numerosísimas sacudidas de tipo débil. Otros focos de significada frecuencia son los de Santafé y Ventas de Zafarraya. En conjunto, se nota una concentración de actividad en el núcleo Granada-Santafé. El coeficiente medio para la zona es el de tipo máximo de la Península, considerando solamente las noticias y registros que hemos podido conseguir en el periodo citado de los primeros 34 años de esta centuria. La frecuencia absoluta, considerando pequeñas áreas, es en cambio inferior a la obtenida para el núcleo de Murcia y costa catalana».

Tras el paréntesis de la guerra civil, fue destinado al Observatorio de Alicante, donde continuó con sus investigaciones sismológicas hasta que en el año 1953 fue destinado a la sede

⁷⁴ Clasificados en las siguientes clases: de poca frecuencia sísmica, de media y de gran frecuencia sísmica. Detallando aparte aquellos sismos catastróficos de gran intensidad.

⁷⁵ Las ideas expuestas por Rey Pastor parecen actuales, a pesar de haber transcurrido casi un siglo desde que las expusiera en la referida Asamblea.

⁷⁶ Traducción libre del francés.

⁷⁷ Reproducida por la Association pour l'étude géologique de la Méditerranée occidentale. Volume IV. Géologie des Chaînes Bétique & Subbétique. Valence/ Murcie/ Andalousie.

central del Instituto Geográfico, Calle General Ibáñez de Ibero nº 3, siendo nombrado Jefe del Servicio de Magnetismo; permaneciendo en él hasta su muerte. Así se refiere a él la Real Academia de la Historia, en un resumen de José Luis Isabel Sánchez: «Hombre polifacético, también se dedicó a las prospecciones acuíferas y petrolíferas por medio de un aparato por él ideado y diseñado. Participó en numerosos congresos sobre sismología tanto en España como en el extranjero y publicó con frecuencia artículos en las revistas *Ibérica* y *Toledo*, *Revista de Geofísica*, *Boletín de la Real Academia de Bellas Artes de Toledo* y *Toledo*. Para conservar la memoria de este insigne científico se le dio su nombre a los nuevos edificios levantados en unos terrenos cedidos por el conde de Romanones en la carretera de Ávila, a los que se trasladó el observatorio en 1933».

Epílogo

Cuando el académico José Rodríguez Mourelo realizó el elogio de Eduardo Mier y Miura, hizo un anuncio un tanto críptico, tratando de hacer ver que sus investigaciones no iban a ser del todo comprendidas por la comunidad científica más cercana. El anuncio resultó ser del todo cierto, a tenor de lo que se comenta en el documentado artículo del investigador Aitor Anduaga Egaña: *Earthquakes, Damage, and Prediction: the Spanish Seismological Service*⁷⁸, 1898-1930; publicado en *Earth Sciences*

⁷⁸ Así parece desprenderse del contenido de su resumen: La creación y desarrollo del Servicio Sismológico Español (1906-1930) ilustra claramente la complejidad de la organización de las redes sismológicas en España durante la Restauración y el reinado de Alfonso XIII. Una combinación única de avances técnicos, conocimiento sismológico y la necesidad de seguridad y predicción sísmica dio lugar al surgimiento de observatorios tanto estatales como privados, un aspecto importante del proceso de modernización científica posterior a la guerra hispanoamericana de 1898. Este artículo tiene como objetivo mostrar cómo el ingeniero Eduardo Mier y Miura (1858-1917) jugó un papel clave en la fundación del Servicio, a pesar de que algunas de sus decisiones y contribuciones fueron muy criticadas por la próxima generación de sismólogos. Figuras como Vicente Inglada, José Galbis y Alfonso Rey Pastor llevaron a cabo



S. Alexius Patronus contra terrae motus & elementum Terrae. Siglo XVIII

History 23 (2004), 175-207. Tras reconocer la influencia italiana en el diseño de la red de observatorios diseñada por Mier, se destaca también como predominó su faceta de instrumentista destacado sobre la de investigador. Inglada, el artífice del avance sismológico del Instituto fue especialmente crítico con aquel, llegando a afirmar que «pretender conseguir boletines científicos a través de los registros proporcionados por los sismógrafos toledanos (Wiechert y Agamenone) era como esperar buenos resultados al observar la red geodésica de tercer orden con una brújula⁷⁹». La comparación no fue nada casual, pues iba dirigida a concienciar sobre ese particular a la Dirección del Insti-

una completa reorganización del Servicio. Estos hechos no surgieron del conocido movimiento regeneracionista que tuvo lugar a principios de siglo, sino que fueron el resultado de dinámicas internas.

⁷⁹ Realmente se refería Inglada a la brújula topográfica o taquimétrica, cuyas lecturas angulares se efectuaban con incertidumbres próximas a los 15 minutos de arco; en cambio con los teodolitos empleados en las antiguas redes geodésicas de tercer orden se leían sus distancias angulares con incertidumbres de tan solo algunos segundos de arco.

tuto Geográfico, más versada en la geodesia que en la geofísica.

Lo que sí parece indubitable es que la sismología inició su andadura dentro del Instituto Geográfico de la mano de Eduardo Mier y Miura, en primer lugar, secundado por José Galbis Rodríguez, debiéndose a ambos la construcción de la red de Observatorios, presididos por el Central de Toledo, y la dotación de un instrumental de primer orden necesario para su correcto funcionamiento. Esa iniciativa resultaría crucial para la investigación sismológica tan sobresaliente que allí se llevó a cabo y que en ocasiones no es valorada en sus justos términos. Mucho más conocida es la pareja formada por Vicente Inglada Ors y por su brillante alumno Alfonso Rey Pastor, dos ingenieros geógrafos de proyección universal que encumbraron a la Sismología de España, situándola a un nivel envidiable para los sismólogos de otros países. El primer grupo estuvo quizás más anclado al pasado, por el tiempo en que se formaron, aunque sentaron las bases en que se apoyaron las fructíferas investigaciones por las que se caracterizó el segundo grupo.