

Quan la història s'amaga al fons del mar

La història sovint sembla que és una amalgama de detalls intel·ligibles i inconnexos. Però si cerquem amb insistència pels racons més amagats i els lliguem amb paciència, serem capaços d'extreure'n lectures encertades i precises. L'estudi de la història sísmica d'una regió es troba amb els mateixos problemes. Recuperar del bagul de les llegendes el sisme més destructiu de l'Europa occidental per renovar la memòria històrica, és clau a l'hora de preveure danys futurs.

El fet històric

L'1 de novembre de l'any 1755 era dissabte. En aquella època, moltes famílies solien anar juntes a combregar a l'església per trobar-se diàriament amb Déu. Però, a Lisboa, l'atzar va fer que aquell primer dissabte de novembre fos completament diferent. Gairebé a tres quarts de deu, quan encara restaven feligresos de la missa de nou dins de les esglésies i molts d'altres esperaven per entrar-hi a la de deu, dues sacsejades d'un minut i mig cadascuna van silenciar l'activitat matinal de la ciutat. Poc després, dues noves tremolors de més de cinc minuts van etzibar un nou cop als lisboetes. Un cop acabada la remor del sisme, els crits i els plors es van fondre pels carrers del Bairro Alto, a Belém, a Chiado, al Carmo... Lisboa havia estat destruïda i un gran foc estava assolant el que en restava. La major part de les construccions, fins i tot les esglésies, s'havien esfondrat i l'ambient era irrespirable per l'efecte del fum espès. Aquell matí van morir desenes de milers de persones. Els supervivents van optar per anar a un lloc més segur, al voral del port, lluny dels edificis que s'havien mostrat totalment vulnerables i a recer del foc i les possibles rèpliques. Mitja hora més tard, una gran onada en forma de mur d'aigua d'uns cinc metres d'alçària va arribar al port de la ciutat lusitana. Va ser allà on va tenir lloc la segona gran catàstrofe en menys d'una hora. Encara avui, al voltant de la plaça del Rossio, es pot intuir l'ambient del terratrèmol si s'observen els edificis reconstruïts pel marquès de Pombal poc després de la catàstrofe. Juntament amb Lisboa, altres ciutats i pobles de l'Algarve, Andalusia i el Marroc van patir una de les pitjors crisis de la seva història.

Algunes conclusions, però també algunes preguntes

El que us acabo d'explicar, més enllà de narrar una escena que recorda la que es va viure a l'illa de Sumatra durant el terratrèmol del 2004, ens permet extreure informació molt valuosa per comprendre l'origen de la sacsejada d'aquell Tots Sants llunyà. D'entrada, si llegim entre línies, deduïm que el terratrèmol es va produir a l'oceà, la qual cosa explica l'arribada d'un tsunami una mica més tard. Sabem també que el sisme va tenir una magnitud molt elevada: entre 8,5 i 9 a l'escala de Richter. Aquesta magnitud situa el terratrèmol de Lisboa com un dels més intensos i catastròfics de la història a tot el planeta. Però, a més, les magnituds del terratrèmol i del tsunami ens informen sobre les característiques de la falla que va originar la forta sacsejada. Aquest sisme només es justifica pel trencament d'una o més falles d'una longitud total superior a 300 km. El desastrós tsunami segurament es va generar per l'activació d'una falla que va tenir una direcció amb component vertical, va ser poc profunda i va afectar la interfície aigua-sediment. A partir de l'anàlisi de propagació del tsunami, també podem afirmar que la distància entre la falla, o falles, i la ciutat de Lisboa va ser d'uns centenars de quilòmetres. D'altra banda, sobre la base de l'experiència obtinguda en l'estudi dels processos sedimentaris marins profunds, podem dir que un terratrèmol com el del 1755 molt probablement va comportar una successió d'esllavissades submarines, moviments de massa, incloent-hi esbaldregalls i turbidites, que van afectar una extensa regió oceànica i van caure fins a acumular-se a les profundes planes abissals.

Escrit per

Alexis Vizcaino i Marfí

Unitat de Tecnologia Marina i Centre Mediterrani d'Investigacions Marines i Ambientals (CSIC)

Lisboa, 1755



© Jan Kozak Collection, cortesia de Earthquake Engineering Research Center, University of California.

Com es pot comprovar, la història narrada ens permet conèixer aspectes clau a l'hora d'entendre com es va generar aquella catàstrofe. Tot i així, la informació extreta no ens dona resposta a les preguntes següents, cabdals per mitigar el risc sísmic al sud de Portugal: hi ha hagut algun terratrèmol com el de 1755 altres vegades? Aquest esdeveniment és cíclic? Si ho és, quan serà el proper? Amb l'objectiu de resoldre aquestes qüestions, l'equip científic amb el qual treballa va comprovar la llista de terratrèmols enregistrats mitjançant sismògrafs. Només un gran terratrèmol, el de l'any 1969, amb magnitud 7,9, va ser enregistrat instrumentalment. El curt abast temporal d'aquest catàleg el fa del tot insuficient per poder intuir la recurrència dels grans terratrèmols en aquella zona. Hem de tenir present que els sismògrafs existeixen només des de fa unes poques dècades. En l'intent d'ampliar el rang temporal del catàleg de terratrèmols que han sacsejat el sud-oest de la península Ibèrica, vam consultar els sismes històrics documentats. Aquella nova llista ens va permetre conèixer els sismes més importants dels darrers segles, des del terratrèmol del 218 aC. Malgrat l'esforç fet, únicament amb la informació instrumental i històrica no va ser possible

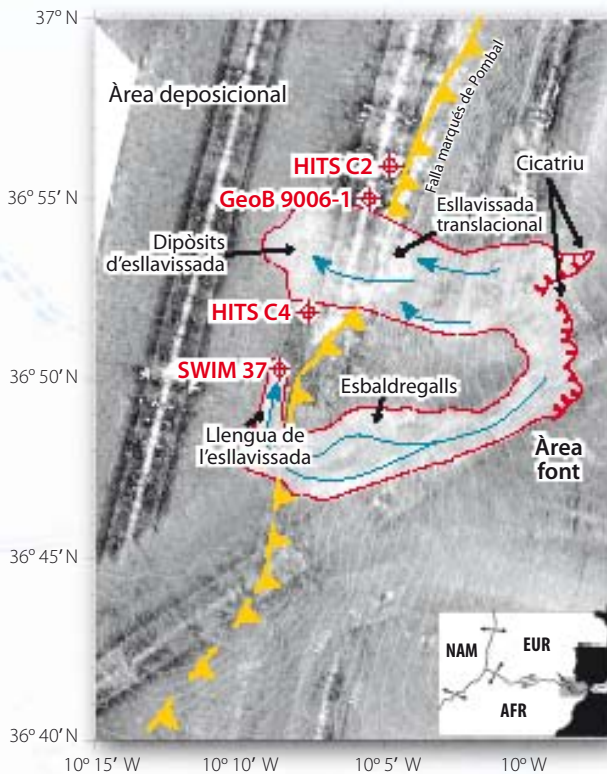
respondre cap de les preguntes formulades. Els darrers dos mil·lennis només s'han constatat tres grans terratrèmols. Tanmateix, que no hi hagi constància de gaires terratrèmols no significa que la perillositat sigui baixa o nul·la. Per això ens vam trobar amb la necessitat de cercar fonts d'informació noves i imaginatives i poder ampliar el rang temporal del nostre registre.

Respostes al fons marí

La paleosismologia de turbidites és una disciplina científica que permet estendre a tot l'Holocè el registre de terratrèmols. Se centra en l'estudi de les esllavissades marines i en concret de les turbidites generades als marges continentals com a conseqüència de l'activitat sísmica durant els darrers deu mil anys, aproximadament. La relació entre els sismes i els dipòsits sedimentaris marins només és possible si es compleix el criteri de *sincronicitat* entre diferents turbidites coetànies a cents de quilòmetres de distància. La paleosismologia es concentra en el període holocènic, caracteritzat pel fet de tenir un nivell del mar alt i relativament estable; dos aspectes que permeten reduir considerablement la incertesa sobre possibles modificacions en els processos de desestabilització del talús continental.

Figura 1. Còpia d'una pintura francesa del segle XVIII que mostra la destrucció de Lisboa el dia de Tots Sants del 1755 (modificada de Baptista *et al.*, 1998).

Figura 2. Exemple d'una imatge de reflectivitat acústica amb la batimetria superposada del marge continental del sud-oest de la península Ibèrica. A la imatge s'observa el recorregut de les esllavissades submarines entre les cicatrius de capçalera i la zona deposicional. Al límit entre la conca i el talús continental aflora la falla del marquès de Pombal (figura modificada de Vizcaino *et al.*, 2006).



En geologia marina, la principal dificultat és aconseguir les dades que es troben al fons marí. Us imagineu un grup de geòlegs de camp mostrejant un aflorament sense poder-lo veure? La dificultat en les geociències marines és evident i necessita una tecnologia altament especialitzada controlada des dels vaixells oceanogràfics. Tot i que, mitjançant els vaixells, el ventall de dades que es poden adquirir és gran, en la paleosismologia de turbidites principalment analitzem testimonis de sediments obtinguts a les principals planes abissals i canals submarins. Però, a més, els mapes batimètrics d'alta resolució i els

perfils de sísmica activa són dues eines més que ens ajuden a conèixer millor i a caracteritzar les estructures tectòniques i sedimentàries en profunditat, fins i tot abans de treure el sediment.

La integració de les dades sísmiques instrumentals, del registre històric i dels resultats de la paleosismologia de turbidites ens van permetre afirmar que el terratrèmol del 1755 no és un cas aïllat i que s'ha repetit pel cap baix sis vegades els darrers deu mil anys. Per exemple, l'any 218 aC, un terratrèmol que va sacsejar les mateixes costes va causar una catàstrofe probablement similar a la del 1755. Un sisme que, si s'integra a la informació arqueològica existent al sud de la Península, ens suggereix noves explicacions del col·lapse de grans urbs en l'època preromana que fins avui s'han considerat únicament producte de guerres entre civilitzacions. Més enrere en el temps i centrant-nos únicament en les restes geològiques, observem que dipòsits turbidítics successius compleixen el criteri de *sincronicitat*, ja que es troben a diferents planes abissals situades a cents de quilòmetres de distància. Fins i tot, en algun cas, la *sincronicitat* existeix no solament entre turbidites sinó també amb restes de tsunamis, les sempre problemàtiques *tsunamites* que s'han documentat a les costes del golf de Cadis.

En definitiva, l'estudi dels registres instrumental, històric i geològic de l'activitat sísmica suggereix un període de recurrència per als grans terratrèmols al sud de Portugal inferior a dos mil anys. A més, ens permet dir amb un alt grau de certesa que el sud-oest de la península Ibèrica tornarà a tremolar com ho va fer l'any 1755, malgrat que encara no puguem preveure quan. I

Referències bibliogràfiques

- ADAMS, J. (1990). «Paleoseismicity of the Cascadia subduction zone: Evidence from turbidites off the Oregon-Washington margin». *Tectonics*, núm. 9, p. 569-583.
- BAPTISTA, M. A. [et al.] (1998). «The 1755 Lisbon tsunami; evaluation of the tsunami parameters». *Journal of Geodynamics*, núm. 25 (1-2), p. 143-157.
- BOUTARIC, J. J. (1998). «Le tremblement de terre de Lisbonne de 1755». *Médecine de Catastrophe-urgences collectives*, núm. 1 (2-3), p. 71-76.
- GARCIA-ORELLANA, J. [et al.] (2006). «Identifying instrumental and historical earthquake records in the SW Iberian margin using ²¹⁰Pb turbidite chronology». *Geophys. Res. Lett.*, núm. 33, L24601.
- GOLDFINGER, C. [et al.] (2003). «Holocene earthquake records from the Cascadia subduction zone and northern San Andreas Fault based on precise dating of offshore turbidites». *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.*, núm. 31, p. 555-577.
- GRÀCIA, E. [et al.] (2003a). «Mapping active faults offshore Portugal (36°N-38°N): Implications for seismic hazard assessment along the southwest Iberian margin». *Geology*, núm. 31(1), p. 83-86.
- GRÀCIA, E. [et al.] (2003b). «Crustal architecture and tectonic evolution of the Gulf of Cadiz (SW Iberian Margin) at the convergence of the Eurasian and African Plates». *Tectonics*, núm. 22(4), p. 1033-1058.
- RIBEIRO, A. [et al.] (1996). «Stress pattern in Portugal mainland and the adjacent Atlantic region, West Iberia». *Tectonics*, núm. 15(2), p. 641-659.
- RUIZ, F. [et al.] (2005). «Evidence of high-energy events in the geological record: Mid-holocene evolution of the southwestern Doñana National Park (SW Spain)». *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, núm. 229 (3), p. 212-229.
- STICH, D. [et al.] (2003). «Moment tensor solutions for small and moderate earthquakes in the Ibero-Maghreb region». *Journal of Geophysical Research*, núm. 108, p. 2148-2168.
- VIZCAINO, A. [et al.] (2004). «Estudio de alta resolución de las fallas activas y procesos sedimentarios asociados al Cañón de São Vicente, margen Sudoeste de Iberia». *Geotemas*, núm. 6 (5), p. 215-218.
- VIZCAINO, A. [et al.] (2006). «Sedimentology, physical properties and ages of mass-transport deposits associated to the Marquês de Pombal Fault, Southwest Portuguese Margin». *Norwegian Journal of Geology*, núm. 86, p. 177-186.
- VIZCAINO, A. [et al.] (2008). «Holocene earthquake record offshore Portugal (SW Iberia): Applying turbidite paleoseismology in a slow-convergence margin». [A revisió a *Quaternary Science Review*]