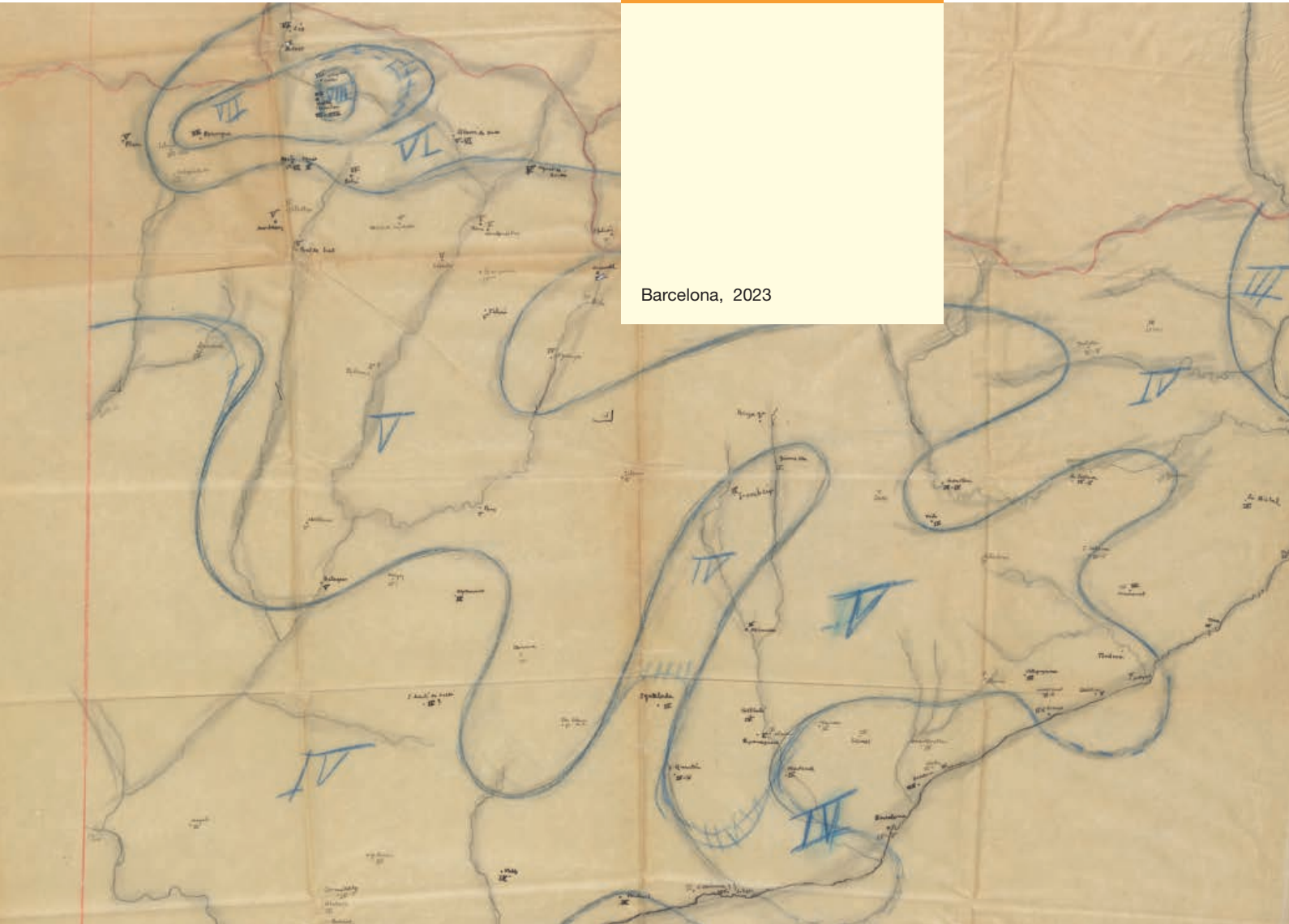


Fontserè, el terratrèmol
de la Val d'Aran de 1923
i la continuïtat dels
estudis sísmològics
a Catalunya

Barcelona, 2023



**Fontserè, el terratrèmol
de la Val d'Aran de 1923
i la continuïtat
dels estudis sismològics
a Catalunya**

Fontserè, el terratrèmol de la Val d'Aran de 1923 i la continuïtat dels estudis sismològics a Catalunya

BARCELONA
2023



Generalitat de Catalunya
**Departament
de Territori**



ICGC
Institut
Cartogràfic i Geològic
de Catalunya

Fontserè, el terratrèmol de la Val d'Aran de 1923 i la continuïtat dels estudis sismològics a Catalunya. – 1a edició. – (Monografies tècniques ; 14)
Bibliografia
ISBN 9788419695659
I. Batlló, Josep, editor literari II. Muns, Esther, editor literari III. Figueras Vila, Sara, editor literari IV. Ticó i Duran, Isabel, editor literari V. Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya VI. Catalunya. Departament de Territori. VII. Col·lecció: Monografies tècniques (Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya) ; 14
1. Fontserè, Eduard, 1870-1970. 2. Sismòlegs – Catalunya – Biografia. 3. Terratrèmols – Catalunya – Vall d'Aran – Història. 4. Sismologia – Catalunya – Història.
550.34 Fontserè, Eduard
550.34(460.23)(091)
550.34(460.23 Ar)“1923”

Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

Direcció de l'ICGC
Miriam Moysset

Direcció de l'obra (ICGC)
Sara Figueras
Isabel Ticó

Coordinació (ICGC)
Josep Batlló
Esther Muns

Autors

Josep Batlló¹
Laia Gelonch^{1*}
Janira Irizarry¹
Maria Teresa Merino²
Carme Montaner¹

¹ Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC)

² Observatori Fabra, Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona

* Actualment a SAALG Geomechanics

Preimpresió:

Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

Correcció dels textos:

Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

Impressió:

Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

Coberta: Fragment del mapa d'isosisetes, elaborat per Fontserè, del terratrèmol pirinenc del dia 19 de novembre de 1923 (original a l'arxiu de dades macrosísmiques de l'Observatori Fabra - Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona)

Referència bibliogràfica de l'obra:

Batlló, J. (coord.) 2023: *Fontserè, el terratrèmol de la Val d'Aran de 1923 i la continuïtat dels estudis sismològics a Catalunya*, 70 pàg.
Col·lecció: Monografies tècniques 14.
Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. Barcelona.



Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, 2023
www.icgc.cat

1a edició: octubre 2023

D.L.: B. 18 148-2023
ISBN: 978-84-19695-65-9

Sumari

Presentació 9

Introducció 11

Eduard Fontserè i la sismologia catalana 13

Una primera experiència 16

Un primer projecte de Fontserè 17

L'Acadèmia i l'Observatori Fabra 18

Fontserè, cap de la secció sísmica 20

La postguerra 24

La seva visió de la sismologia, part de la geofísica 26

El llegat 27

Bibliografia 29

Els estudis macrosísmics a Catalunya:

l'Observatori Fabra, Fontserè i el Servei Geològic de Catalunya 31

Macrosismologia a Catalunya. Dels inicis a Eduard Fontserè 34

De l'Observatori Fabra al Servei Geològic de Catalunya 40

El terratrèmol del 19 de novembre de 1923 43

Epíleg 45

Bibliografia 45

Eduard Fontserè en els fons documentals

de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya 49

El fons personal d'Eduard Fontserè i Riba 51

El fons històric del Servei Meteorològic de Catalunya 58

1923 Centenari d'un terratrèmol 61

El terratrèmol de 1923: la resposta de l'època 63

L'estudi macrosísmic 65

El nostre coneixement avui 66

El terratrèmol de 1373 68

Bibliografia 69

Presentació

Enguany fa cent anys que es va produir el terratrèmol més gran a Catalunya des que tenim registre instrumental. Va ser a la Val d'Aran, en el límit amb Aragó, el dia 19 de novembre de 1923, amb una magnitud calculada d'entre 5-5,5. Catalunya, però, no és una regió amb una sismicitat molt elevada i terratrèmols altament destructors com els molt recents de Turquia o Marroc no són esperables. Tanmateix, no està totalment lliure d'aquest fenomen i sabem, pel registre històric, de terratrèmols que, no essent de les dimensions dels esmentats, han provocat danys i víctimes. Enguany fa també sis-cents cinquanta anys d'un d'aquests terratrèmols, va tenir lloc la nit del 2 al 3 de març de 1373, amb epicentre a la Ribagorça, no lluny de l'esmentat, amb una magnitud estimada d'entre 6-6,5.

Des de la seva reinstauració, la Generalitat de Catalunya es va preocupar per desenvolupar eines que permetessin conèixer millor la sismicitat de Catalunya i prevenir i mitigar els seus efectes. Per això, ja l'any 1981, el Parlament de Catalunya va aprovar la Llei de creació del Servei de Sismologia de Catalunya. A dia d'avui, l'ICGC té encomanat per Llei "Desenvolupar i mantenir la xarxa sísmica i el servei d'informació sismològica i d'avaluació del risc sísmic de Catalunya". És a partir de la Xarxa sísmica de Catalunya, eina tecnològicament avançada, que l'ICGC té competències per, com li ordena la Llei, "Proporcionar a la població, a l'Administració, i en particular, a Protecció Civil, informació ràpida sobre els terratrèmols que tenen lloc o poden afectar Catalunya".

Però aquesta xarxa sísmica no va néixer del no res. Com moltes altres iniciatives a Catalunya, hi ha una història de dedicacions personals i d'institucions benemèrites que van lluitar per crear el coneixement i la infraestructura que ara continuem.

En aquest context, l'any 2020 va ser declarat Any Fontserè per la Generalitat de Catalunya. El motiu era rendir homenatge a Eduard Fontserè i Riba, científic català del qual es commemorava l'aniversari. L'1 de març es complia el 150è aniversari del seu naixement i el 18 de setembre el 50è aniversari de la seva mort. Eduard Fontserè fou una figura cabdal de la ciència catalana i del catalanisme científic de la primera meitat del segle XX i la seva figura mereixeria encara més reconeixement.

Va ser Fontserè, aleshores director de la secció sísmica de l'Observatori Fabra, qui va informar sobre què havia succeït i va estudiar, dintre de les possibilitats de l'època, el terratrèmol de 1923. També va ser l'autor de la primera gran compilació dels terratrèmols històrics de Catalunya.

En el període 2020-2021, on s'inscrivía l'any commemoratiu, s'havien de desenvolupar diversos actes per homenatjar la seva figura. La pandèmia, que ens va afectar tot just a començament de l'Any Fontserè, va posar difícil la celebració de molts d'ells.

Part del treball que duem a terme a l'ICGC podem considerar-lo continuador de tasques endegades per Fontserè. El reconeixem com un dels impulsors de la Societat Catalana de Geografia i com l'organitzador dels estudis sismològics moderns a Catalunya. És precisament en aquesta última faceta on se centra aquest volum que teniu a mans.

Per això ens ha semblat adient, en ocasió del centenari del terratrèmol de 1923 i poc després del cinquantè aniversari de la mort de Fontserè, fer alhora memòria del fenomen sísmic, com a recordatori d'un risc natural que, no per infreqüent, hem de menystenir, i de la persona que més decididament va posar els fonaments dels estudis de sismicitat, perillositat i risc sísmic a Catalunya.

Aquesta monografia repassa, sense voler ser exhaustiva, algun dels aspectes de la sismologia desenvolupada per Fontserè i part del seu llegat que es preserva a la Cartoteca de Catalunya de l'Institut. També ofereix una visió dels terratrèmols que van afectar la Val d'Aran i, en general, el Pirineu central els anys 1373 i 1923 i del seu coneixement actual. Té, per tant, una doble contribució: recordar la memòria d'un home que va dedicar la seva vida al desenvolupament de la ciència catalana, i difondre diversos aspectes de l'evolució del coneixement sismològic a Catalunya, al qual tant va contribuir. Esperem que us sigui d'interès.

Introducció

Us fem a mans una col·lecció d'articles que, en ocasió de recordar els cent anys del terratrèmol que va sacsejar la Val d'Aran i les comarques del seu entorn, revisen diferents aspectes de l'evolució de la sismologia a Catalunya i la significació d'aquest esdeveniment. Una part dels materials que presentem es va elaborar per commemorar el cinquantè aniversari de la mort d'Eduard Fontserè (1970), però que degut a la pandèmia de la COVID-19, no es pogueren difondre.

La coincidència en pocs anys dels aniversaris del naixement i de la mort de Fontserè (1870-1970) i del terratrèmol de la Val d'Aran de 1923, i també dels sis-cents cinquanta anys del gran terratrèmol de la Ribagorça de l'any 1373, donen nova actualitat a aquests escrits, doncs Fontserè, com a director de la secció sísmica de l'Observatori Fabra i màxim representant de la sismologia catalana del moment, va ser el responsable d'informar d'aquest esdeveniment, el sisme més gran enregistrat a Catalunya el segle XX, i estudiar-lo. Els articles que formen aquesta publicació es refereixen tant a les tasques desenvolupades per Fontserè, com a l'evolució posterior dels estudis sismològics a Catalunya, amb especial atenció al coneixement actual del sisme de 1923 i la implicació actual de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC) en aquest camp. No es tracta d'una història exhaustiva de la sismologia de Catalunya sinó que, amb l'objectiu de recordar el poc conegut "sismòleg" Fontserè, incidim en alguns punts que ens han semblat interessants i dels quals, fins ara, no disposàvem d'una informació a bastança extensa en català.

Des dels primers intents de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona per establir l'enregistrament instrumental, encara al segle XIX, fins a l'actual Xarxa sísmica de Catalunya, gestionada per l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, hi ha un fil conductor, que és l'estudi de la sismologia catalana i la prevenció i mitigació dels efectes dels possibles terratrèmols. És el fil de la sismologia, entesa no sols com a ciència sinó com a servei a la societat. Des dels seus inicis fins a dia d'avui la sismologia ha evolucionat molt; però la necessitat d'aplicar el coneixement científic dels terratrèmols a millorar el benestar de la societat no ha canviat. Aquest és el sentit final dels diferents "serveis sismològics" que trobem arreu del món i el per què de la seva existència, en general diferenciada de la dels centres universitaris de recerca. Presentem aquí unes notes que volen il·luminar alguns aspectes d'aquesta evolució a Catalunya.

El primer article que us presentem vol sintetitzar les contribucions de Fontserè a la sismologia catalana. La figura de Fontserè en el camp de la meteorologia, principalment com a cap i ànima del Servei Meteorològic de Catalunya, però també des de l'Observatori Fabra i altres institucions, ha eclipsat les seves contribucions en altres camps. Potser el més important dels "altres camps" als quals es va apropar és el de la sismologia. La feina continuada de Fontserè al capdavant de la secció sísmica de l'Observatori Fabra durant més de cinquanta anys, i amb l'objectiu declarat d'estudiar la sismologia catalana, va ser modèlica i és la base del desenvolupament de la posterior Xarxa sísmica de Catalunya.

El segon article sintetitza l'evolució a Catalunya d'una branca específica de la sismologia, a la qual Fontserè també va contribuir, que és la macrosismologia. Repassarem la seva evolució des dels seus inicis, amb els treballs de Josep Comas i Solà, pioner a Catalunya; el treball metòdic de Fontserè des de l'Observatori Fabra i la seva evolució posterior fins al seu tractament actual a l'ICGC. La informació dels efectes macrosísmics dels terratrèmols percebuts al territori de Catalunya el segle XX es troba abastament documentada a partir dels treballs iniciats per Fontserè i després continuats per l'Institut. Pocs països disposen d'una base documental en aquest camp com la conservada a Catalunya. Per aquest motiu ens ha semblat interessant dedicar un estudi específic a aquest àmbit tan poc conegut pel públic en general. A més, no es tracta d'un camp tancat, els estudis macrosísmics a Catalunya continuen a dia d'avui i hem implementat recentment l'avaluació automàtica dels qüestionaris macrosísmics rebuts. Incloem, en aquest article, una revisió del treball específic de Fontserè en ocasió del terratrèmol de 1923 a Val d'Aran.

El tercer article ens recorda els documents que conservem sobre sismologia a la Cartoteca de Catalunya. Són uns materials, majoritàriament manuscrits, que formen part de la memòria de la sismologia catalana, una part de la memòria del país. Es concentren en dos fons principals. El fons antic del Servei Meteorològic de Catalunya i el Fons Fontserè. Els documents arxivístics es complementen amb les col·leccions de revistes i llibres sobre el tema de la Biblioteca de l'ICGC. Tots aquests elements formen un conjunt d'interès tant per a historiadors com per a investigadors de la sismologia de Catalunya, encara lluny d'haver-se explotat totalment.

Fontserè, el terratrèmol de la Val d'Aran de 1923 i la continuïtat dels estudis sismològics...

Finalment, un últim article rememora els terratrèmols de 19 de novembre de 1923 a la Val d'Aran i de 3 de març de 1373 a la Ribagorça. Fem una aproximació a com es van viure els terratrèmols en el seu moment i al coneixement que en tenim avui, quan la ciència sismològica ha fet tot un tomb respecte als coneixements de fa un segle. En aquest sentit, el servei de sismologia de Catalunya, actualment a l'ICGC, ha dedicat, des dels seus inicis, esforços considerables per recuperar i reestudiar la memòria dels terratrèmols catalans i, alhora els coneixements adquirits han contribuït a la millora del nostre coneixement de la perillositat i risc sísmic del país.

Els articles que presentem no esgoten el camp de treball de la sismologia que es fa a l'ICGC. Ens transmeten una imatge d'uns aspectes i d'un moment determinat. Altres temes podrien tenir-hi cabuda. Serà en altres ocasions que de ben segur vindran.

A més, la sismologia és una ciència que evoluciona constantment. Els avenços científics es converteixen en millores en la informació que donem al públic i que, per tant, hem d'implementar per enriquir el coneixement. Una novetat important és que els últims anys hem posat a disposició dels usuaris l'enregistrament de les nostres estacions en temps quasi real. Formem part de la xarxa europea de distribució de formes d'ona anomenada EIDA (European Integrated Data Archive). Altres projectes estan en marxa. D'una part volem continuar recuperant la memòria sismològica de Catalunya, per això, l'any 2015 vam començar l'escaneig de sismogrames analògics i altres documents d'importància per a la sismologia. A dia d'avui continuem aquesta tasca amb l'escaneig dels arxius de sismogrames de l'Observatori Fabra i de l'Observatori de l'Ebre i també tenim en projecte posar a l'abast dels usuaris els qüestionaris macrosísmics i altres materials preservats a l'Observatori Fabra. Entre els temes actuals continuarem estenent la xarxa d'estacions acceleromètriques. També continuarem elaborant nous productes que ajudin a la previsió i prevenció del risc sísmic. L'últim any hem reelaborat totalment la presentació i accés al nostre web la informació obtinguda dels terratrèmols que és d'utilitat per a enginyers i arquitectes. Ara és molt més completa i fàcil de visualitzar. Mitjançant el projecte POCRISC, dintre del programa POCTEFA de desenvolupament de regions frontereres, hem posat en funcionament un nou ShakeMap (informació visual sobre l'abast de la sacsejada sísmica que es posa automàticament a disposició del públic pocs minuts després de l'ocurrència d'un terratrèmol). També, i com hem dit, estem automatitzant l'anàlisi de la intensitat percebuda a les diferents contrades del nostre país i que ens arriba mitjançant les respostes al qüestionari macrosísmic accessible al nostre web (vegeu l'article sobre els estudis macrosísmics a Catalunya). No s'acaben aquí, en vindran d'altres.

Esperem que aquests articles, amb les informacions que aporten, contribueixin a difondre l'obra d'Eduard Fontserè en el camp de la sismologia, la memòria que els terratrèmols, si bé de forma esporàdica, no són un fenomen aliè a la nostra terra. També contribueixin al coneixement del servei públic de sismologia i d'informació sísmica de Catalunya que es desenvolupa a l'ICGC. Serveixin a més, com un primer tast d'una nova memòria tècnica que descriurà amb detall les tasques que el servei de sismologia desenvolupa a l'ICGC i que esperem publicar properament.

Josep Batlló
Institut Cartogràfic
i Geològic de Catalunya

Eduard Fontserè i la sismologia catalana

Josep Batlló

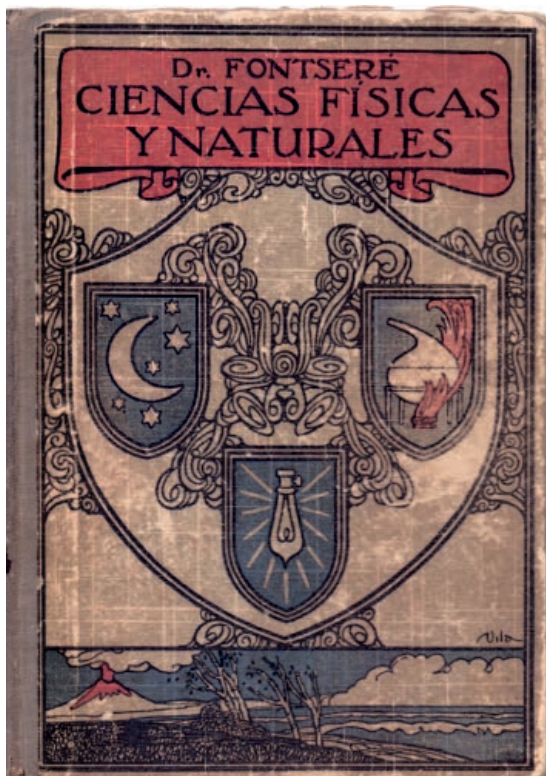
Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya



Figura 1: Fotografia d'Eduard Fontserè al voltant de la seva seixantena. (Cartoteca, Fons fotogràfic del Servei Meteorològic de Catalunya; SMC752C-D0047).

Eduard Fontserè i Riba (1870-1970) és un dels personatges claus en el camp de la física a la Catalunya de final segle XIX i la primera meitat del segle XX.

Dins de la física, el seu vessant científic més conegut és el de meteoròleg, però no és pas l'únic. Jove inquiet, les seves primeres recerques van ser en el camp de l'astronomia, tot i que també el trobem en l'obtenció de la primera radiografia que es va fer mai a Barcelona. Catedràtic a la Universitat de Barcelona, el seu magisteri es va estendre gairebé quaranta anys. A més, el seu treball pedagògic s'estén a molts altres ambients. És autor de diferents obres de text, algunes dirigides als estudiants de graus més elementals com el seu *Elements de Ciències Físiques i Naturals* (figura 2), primer publicat en castellà l'any 1911 i traduït al català el 1932, amb el qual molts joves estudiants es van introduir en aquest àmbit. És



traductor d'altres llibres i com a assessor de l'editorial Gustau Gili també és responsable de l'edició de molts d'altres. El trobem també com a creador i impulsor de diverses associacions científiques: la Societat Astronòmica de Barcelona, la Societat Catalana de Matemàtiques, Física i Química o la Societat Catalana de Geografia. També el trobem col·laborant amb d'altres associacions com el Centre Excursionista de Catalunya o l'Ateneu de Barcelona. Membre de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona i de l'Institut d'Estudis Catalans (IEC), va contribuir al desenvolupament científic d'ambdues entitats i, molt especialment, a la pervivència de l'IEC en la postguerra. I, finalment, des de la secció meteorològica i sísmica de l'Observatori Fabra i des de la que es considera la seva gran obra, el Servei Meteorològic de Catalunya, del qual el 2021 vam commemorar els cent anys de la seva creació, va contribuir decisivament al desenvolupament de la meteorologia catalana.

Figura 2: Portada del llibre *Elements de Ciències Físiques i Naturals* (1932). Des de la seva primera edició de l'any 1911, en llegua castellana, es va usar en moltes escoles de Catalunya per introduir els minyons en les primeres nocions d'aquestes ciències.

S'han escrit diferents llibres i opuscles sobre la seva persona (entre d'altres: Solé Sabarís, 1971; Iglésies, 1983; Roca Rosell, 1992; 1995; Llebot, 2002; Roca *et al.*, 2004) i no entrarem a fer una enumeració detallada dels fets de la seva vida. Com ja hem dit, és una figura clau en la formació de la meteorologia professional a Catalunya; entenem com a professional una persona que viu de l'exercici de la seva professió, en aquest cas la meteorologia. Mitjançant el Servei Meteorològic de Catalunya va crear els primers llocs de treball per a meteoròlegs. També se'l considera organitzador de la sismologia a Catalunya (en aquest cas el terme professional possiblement no és del tot aplicable). Però, donat que la seva figura sempre ha estat lligada al desenvolupament de la meteorologia, potser mai s'ha analitzat molt a fons quin va ser el seu paper en el camp de la sismologia. Aquí, i deixant de banda molts d'altres temes que Fontserè va tractar, intentarem posar en net les seves contribucions en aquest darrer camp.

I hem de pensar que la sismologia, com la meteorologia, té dos vessants. Un és més científic. Es basa en l'estudi dels terratrèmols en un sentit molt ampli i de la Terra en general mitjançant la propagació de les ones sísmiques. L'altre és més aplicat. D'un servei de sismologia, igual que d'un servei de meteorologia, esperem que ens mantingui informats dels terratrèmols que poden ocórrer, dels perills als quals estem exposats en tot moment i que contribueixi a millorar les mesures de prevenció i protecció enfront del risc sísmic. Com be sabem, la previsió dels terratrèmols a un nivell operatiu, com pot ser la de les tempestes en la meteorologia, no és factible a dia d'avui i, per això, les tasques d'un servei sismològic es dirigeixen més a l'observació del fenomen i a la millora de la seva prevenció. Fontserè va tenir clar aquest doble vessant, tant en el camp meteorològic com en el sismològic, i va repartir els seus esforços en tots dos àmbits: ciència i servei. Vegem-ho en detall.

Una primera experiència

Fontserè va néixer a Barcelona el dia 1 de març de 1870, als set anys ja va ser admès com a estudiant de batxillerat a l'Institut i als catorze obtenia el grau de batxiller.

El 25 de desembre de 1884 es produïa al sud-est de la Península Ibèrica l'últim gran terratrèmol destructor ocorregut en aquestes terres (figura 3). El seu epicentre se situà prop d'Arenas del Rey, a la província de Granada. El balanç va ser esfereïdor: Arenas del Rey, Albuñuelas, Alhama de Granada i altres pobles pràcticament arrasats i prop d'un miler de víctimes mortals (IGN, 1980; Vidal Sánchez, 2011). Ja eren els temps del telègraf, la notícia es va propagar ràpidament i la commoció va ser gran a tot l'Estat. I no només aquí, també eren els temps en què per tot el món la sismologia donava els seus primers passos com a ciència independent. Els governs francès i italià enviaren comissions científiques per estudiar el terratrèmol, l'italiana amb Mercalli al capdavant. El govern espanyol també va crear una comissió que va elaborar un informe que es va divulgar abastament (Fernández de Castro *et al.*, 1885).

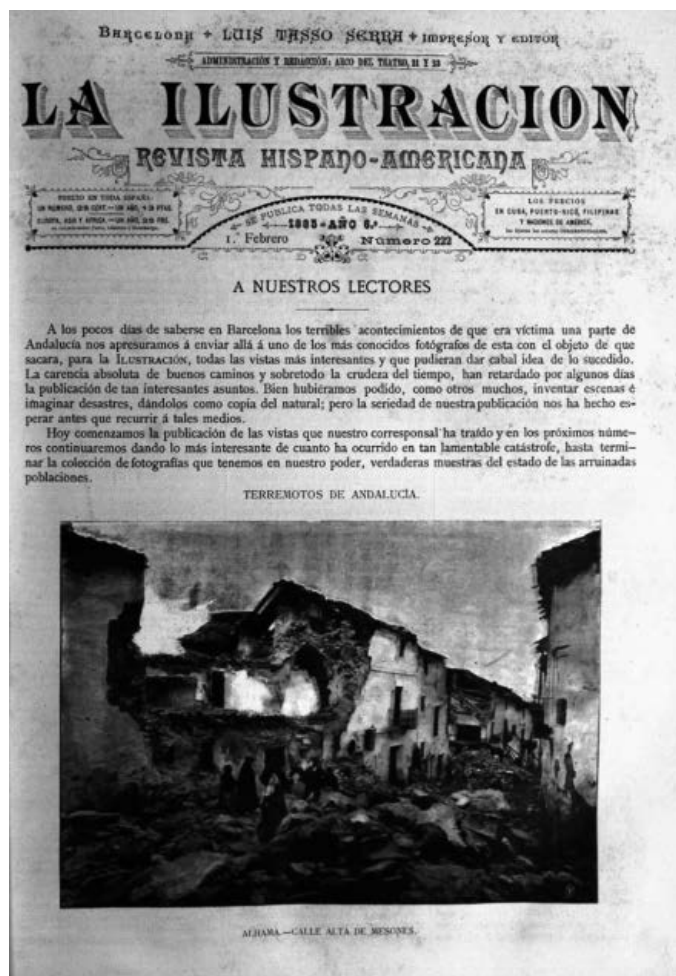


Figura 3: Portada de la revista *La Ilustración* editada a Barcelona, del dia 1 de febrer de 1885, amb les primeres notícies gràfiques del terratrèmol del 25 de desembre de 1884 a Andalusia.

Com hem dit, l'impacte de la notícia va ser gran i les imatges de la desgràcia (començaven a existir publicacions gràfiques i va ser la primera vegada que s'obtenien fotografies dels danys d'un terratrèmol a la Península) van impressionar la població. A més de les explicacions científiques i de l'enumeració de les rèpliques que s'anaven difonent a través de la premsa, també es feien col·lectes arreu per ajudar els damnificats. A Catalunya, entre d'altres iniciatives, Jacint Verdaguer va publicar un llibre de poesies amb aquest motiu (Pinyol i Torrents, 2011). No tenim notícia de la reacció de l'encara molt jove Fontserè, però hem de suposar que un noi amb esperit científic com ja era es deuria interessar per tot el que es publicava. Era el seu primer contacte proper amb els terratrèmols.

La Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona (RACAB), que en un futur tindria un paper fonamental en la vida de Fontserè i de la sismologia catalana també es va interessar pel tema. No era la primera vegada, ja l'any 1783, en ocasió dels grans terratrèmols a la Calàbria italiana, Antoni Desvalls, marquès d'Alfarràs, presentava una memòria a l'Acadèmia sobre el tema (Desvalls, 1783). Si mirem els índexs de l'arxiu de la institució trobarem altres ocasions en què es van presentar memòries referents als terratrèmols. En el cas del terratrèmol d'Andalusia, ens trobem que aleshores l'Acadèmia projectava construir un observatori astronòmic i meteorològic a la seva seu, a la Rambla de Barcelona, i havia encarregat el projecte a José Joaquín Landerer. Ja el mes d'abril, abans del terratrèmol, l'Acadèmia va demanar a Landerer d'incloure en el projecte instruments per a l'observació dels terratrèmols (Susagna i Batlló, 2008). Però aquest primer projecte d'observatori de l'Acadèmia no va avançar més enllà d'aquesta primera fase.

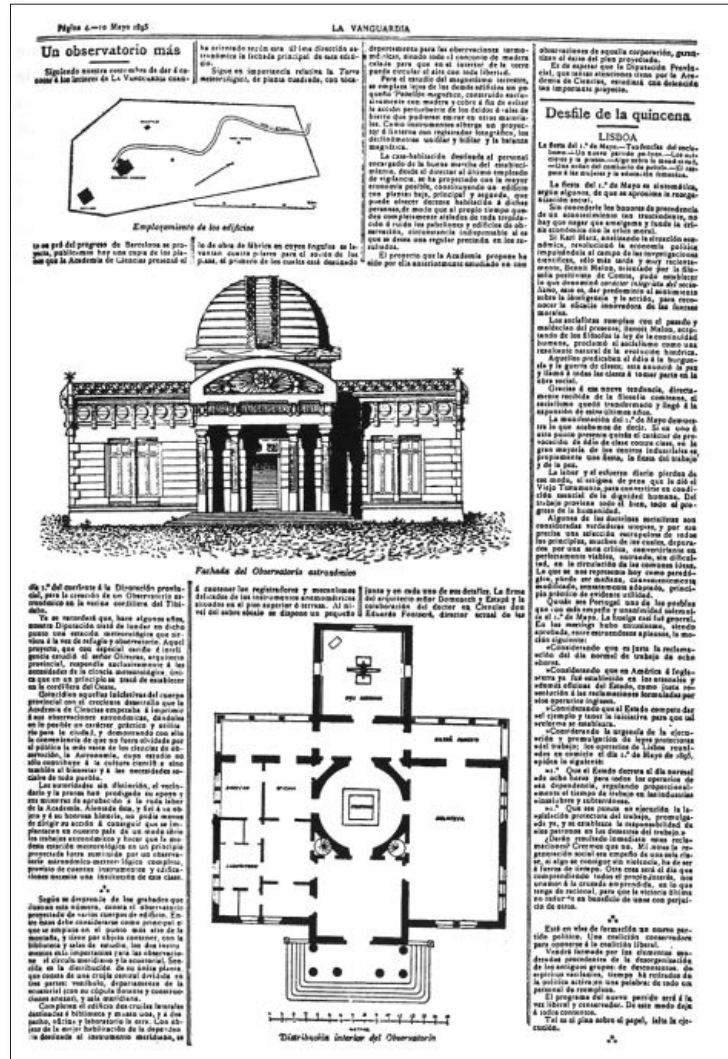
Un primer projecte de Fontserè

Els anys següents no trobem notícies que puguin demostrar l'interès de Fontserè per la sismologia. L'any 1885 va entrar a la universitat on va cursar la llicenciatura de Ciències. El 1892 es traslladà a Madrid per seguir els cursos de doctorat que acabà l'any següent, 1893. La seva tesi doctoral versava sobre la rotació del Sol.

Per les seves primeres publicacions científiques sabem que aleshores el seu principal interès científic era l'astronomia. Segons recollim a Iglésies (1983: 25-29), ja retornat a Barcelona, freqüentava una tertúlia, en la qual també participaven diversos membres de l'Acadèmia i que es reunia a la rellotgeria d'Adolf Juillard (que, alhora, era el rellotger de l'Acadèmia). D'aquelles converses va sorgir la idea de construir un observatori al cim del Tibidabo. Es va redactar un projecte per presentar a l'Acadèmia i a la Diputació de Barcelona. Fontserè (el més jove del grup) és qui va redactar la part principal del projecte científic. Domènech i Estapà es feu càrrec del projecte arquitectònic. Aquest projecte es va presentar públicament a inici de 1895. El diari *La Vanguardia* se'n va fer ressò en la seva edició de 10 de maig de 1895 (figura 4). Si be l'èmfasi del projecte es posava en la part astronòmica, també es donava cabuda a les observacions meteorològiques, geomagnètiques i sísmiques. Al projecte sumari publicat a *La Vanguardia* no hi ha cap indicació concreta sobre observacions sísmiques a desplegar, però a partir de la documentació conservada al Fons Fontserè de la Cartoteca de Catalunya (Fons Fontserè, sign. FF-01) trobem un projecte d'estatuts per al nou observatori on llegim, d'entre els objectius del centre, l'"*establecimiento de la meteorologia endògena en Barcelona*" (seguint els desenvolupaments recents de la sismologia a Itàlia, s'anomenava "meteorologia endògena" el conjunt de fenòmens de tipus sísmics ocorreguts sota la superfície terrestre - Batlló, 2018). També sabem que Fontserè es va posar en contacte amb constructors italians d'instruments d'observació sísmica. En concret, es conserva correspondència mantinguda amb Luigi Palmieri (1807-1896), aleshores director de l'Osservatorio Vesuviano. Podem suposar que la falta de detall sobre el tema es deu a que la instal·lació d'instruments de registre sísmic no era prioritària en el projecte presentat i es deixava per a una fase posterior.

Aquest projecte, com l'anterior dels anys vuitanta, no va arribar a bon port. Ja sabem que actualment al cim del Tibidabo hi ha una església. El projecte d'aquesta església es va promoure al mateix temps que el de l'observatori i podem seguir la controvèrsia que es va crear sobre l'oportunitat d'instal·lar una església o un observatori al cim als diaris de l'època. La Diputació es va decantar per la que coneixem a dia d'avui.

Després d'aquest projecte i en els següents prop de vint anys no tenim cap notícia que ens faci pensar en un interès específic de Fontserè per la sismologia. En aquest període va començar la seva dedicació a la meteorologia i va guanyar la càtedra a la Universitat de Barcelona (1899). També va escriure obres pedagògiques i va ser redactor en cap de la revista de divulgació *El Mundo Científico*, on trobem que, entre molts altres articles de divulgació, va dedicar unes notes biogràfiques a Luigi Palmieri (Fontserè,



1901), molt probablement en remembrança dels contactes que havien mantingut amb motiu de l'elaboració del projecte d'observatori. Cap a final d'aquest període, i com veurem, el trobem impulsant projectes científics com l'Associació Astronòmica de Barcelona, creada el 1910, i també altres dins del tot just creat Institut d'Estudis Catalans.

L'Acadèmia i l'Observatori Fabra

L'any 1900, Camil Fabra, marquès d'Alella, va fer una donació econòmica important a l'Acadèmia de Ciències per a la creació d'un observatori astronòmic. Es repren així la idea de crear un observatori al Tibidabo. Aquesta vegada no al cim, ja ocupat, però molt a prop, en un contrafort proper. En aquella època Fontserè estava molt lligat a l'Acadèmia, era el responsable del servei de l'hora i hi donava classes d'astronomia, però no era acadèmic. En canvi, el seu amic Josep Comas i Solà, amb qui havia col·laborat en estudis astronòmics, sí que ho era i, a més, havia obtingut reconeixement notable com a astrònom, per això Comas va ser nomenat director del nou projecte. Aquest nomenament va portar un trencament entre ambdós. Fontserè, per una part, es va considerar menystingut i, per una altra, va acusar Comas (i no sense part important de raó) d'apropriar-se del seu projecte. El cas va portar cua, amb acusacions creuades. No entrarem en el tema, que ens aparta del nostre discurs.

El que sí ens interessa és saber que en el nou projecte havia un espai per a la sismologia. En els pocs anys transcorreguts des del primer projecte de 1895, a nivell mundial s'havia avançat notablement en aquest camp. L'any 1904 es creà l'Associació Sismològica Internacional (Schweitzer and Lay, 2019) i nous

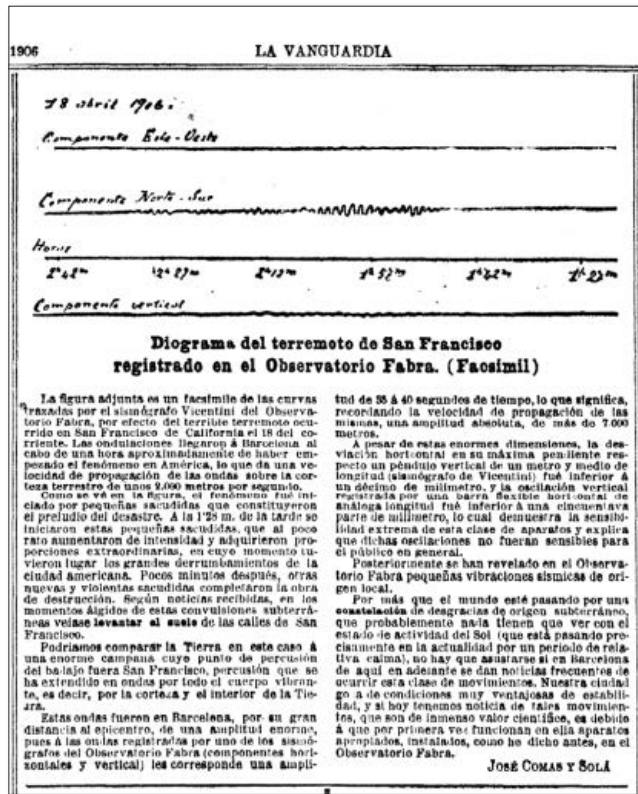
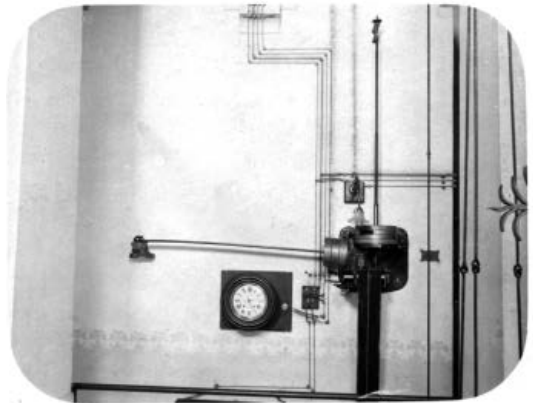


Figura 5: Nota publicada al diari *La Vanguardia* el dia 27 d'abril de 1906 amb una còpia dels enregistraments obtinguts pel sismògraf Vicentini de l'Observatori Fabra del terratrèmol que va destruir San Francisco el 18 d'abril del mateix any.



Fotografia contemporània del sismògraf Vicentini que va enregistrar els sismogrames reproduïts a *La Vanguardia*.

sismògrafs s'instal·len per tot el món. L'Observatori Fabra no seria menys i en el seu projecte s'inclou una habitació semisoterrada per disposar aparells de registre. A l'estructura de funcionament del centre s'inclou una "secció sísmica". La seva instrumentació no estava encara instal·lada quan es va inaugurar l'Observatori, l'any 1904, però es va instal·lar poc després, el 1906, just a temps per enregistrar el gran terratrèmol de San Francisco (figura 5). A Catalunya, aquesta instal·lació va ser precedida un any abans pels sismògrafs de l'Observatori de l'Ebre, a Roquetes (Baix Ebre), però atès que els objectius de l'Observatori de l'Ebre es dirigien cap a l'estudi de la llavors anomenada "física còsmica" (Batlló i Roca, 2005), la sismologia no s'hi va desenvolupar amb força; per aquest motiu l'Observatori Fabra es va convertir quasi immediatament en l'Observatori de referència per a qualsevol terratrèmol ocorregut en l'àmbit català.

Els observatoris de l'Ebre i Fabra no van ser les úniques iniciatives a la Catalunya de l'època, en el període 1905-1914. Aquesta va ser una època d'expansió per a la sismologia, popularitzada per terratrèmols importants com el de San Francisco (18 d'abril de 1906) o Messina (28 de desembre de 1908) entre d'altres, i aparells de registre més senzill es van desplegar a Olot (1907), Sant Julià de Vilatorrada (1908), Girona (1909) o Tivissa (1909) (Batlló, 2004; Orenes, 2016), però cap d'ells va perdurar. El mateix Comas i Solà, tot i la seva dedicació intensa a l'astronomia, es va interessar molt pels terratrèmols i en aquells anys va ser l'autor de diversos treballs sobre el tema, a més de diferents articles de divulgació (Batlló, 2004). També en aquest període trobem altres investigadors catalans interessats pel tema com Cazorro (1906) o Faura (1913), entre d'altres.

No tenim notícia que Fontserè participés directament en cap d'aquestes iniciatives, però, com ja hem apuntat, sabem que en aquella època els seus interessos científics van anar passant de l'astronomia cap a la meteorologia. Del nostre interès, cal dir que l'any 1909 va ser nomenat membre de l'Acadèmia de Ciències i l'any 1910 el trobem en la creació de la Societat Astronòmica de Barcelona que, per les circumstàncies i oportunitats del moment, es va orientar cap a la meteorologia (Prohom, 2006). També el trobem molt lligat al recent creat Institut d'Estudis Catalans, i ja cap a la fi d'aquest període el trobem com a cap i dinamitzador de la nova estació aerològica de Barcelona (Batlló i Arús, 2014).

Fontserè, cap de la secció sísmica

El nomenament de Fontserè com a acadèmic va tenir conseqüències en el funcionament de l'Observatori Fabra, que continuava interessant-lo sobremanera.

A partir de la constatació de la poca dedicació de Comas a la secció meteorològica de l'Observatori (també és cert que Comas, a part del treball que podia fer ell mateix, només disposava d'un únic ajudant a l'Observatori i hi havia d'atendre l'observació astronòmica, meteorològica i sísmica) va proposar una nova reorganització del treball a l'Observatori que, l'Acadèmia, de forma salomònica i per acabar amb el contenciós que s'arrossegava durant anys, va acceptar. En la nova estructura adoptada, a partir d'abril de 1913 Comas i Solà seria director només de la secció astronòmica i Fontserè de la meteorològica i sísmica. Fontserè entrava, doncs, en el camp de la sismologia.

Des del nou càrrec va repensar el treball de la secció. Respecte a la instrumentació, va adquirir nous instruments, dos sismògrafs Mainka que substituïen els Agamennone i Cancani, ja envellits, i va conservar i reinstal·lar el microsismògraf Vicentini, com a aparell més sensible per als moviments regionals propers (figura 6). També, i mitjançant una nova instal·lació, va millorar la precisió dels senyals horaris que es disposava. El mateix any 1913, suposem que per veure diferents models de funcionament d'observatoris sísmològics, va visitar l'observatori de Toledo, seu de l'estació sísmològica central de l'Instituto Geográfico y Estadístico (actualment Instituto Geográfico Nacional).

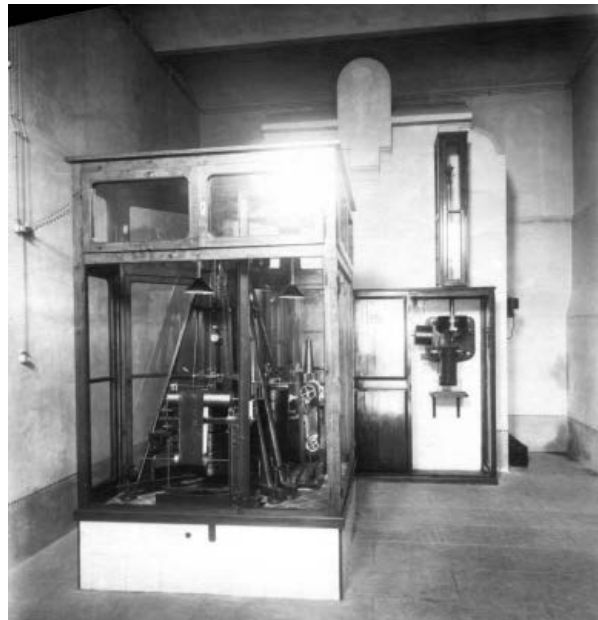


Figura 6: (a) Fotografia de la sala de sismògrafs de l'Observatori Fabra poc després de les reformes introduïdes per Fontserè els anys 1913 i 1914. Al fons es veu el sismògraf Vicentini reinstal·lat i a l'esquerra els dos components dels sismògrafs Mainka (Font: Arxiu de la RACAB: Observatori Fabra). (b) Fotografia de la mateixa sala l'any 2000. Es veu que els canvis introduïts als antics sismògrafs són mínims (Fotografia: Jaume Buxeda).

El 1914 volia assistir a la Conferència de l'Associació Internacional de Sismologia, que s'havia de celebrar a Sant Petersburg, on hagués obtingut coneixement directe de les darreres recerques i projectes en el camp de la sismologia, però l'inici de la primera guerra mundial ho va impedir (figura 7).

Fruit de totes aquestes iniciatives va haver-hi una reestructuració total de la forma de treballar. Es van imprimir nous formularis que simplificaven i normalitzaven l'anàlisi dels registres (aquests formularis s'han utilitzat fins a temps ben recents). Va adoptar el sistema de notació de les ones sísmiques aconsellat per l'Associació Internacional (coneguda com notació de Mohorovicic) i va iniciar la publicació regular de butlletins mensuals (Fontserè, 1915a). Aquests butlletins es van editar des de 1914 fins a 1936, quan la guerra civil va impossibilitar la seva publicació. De tota manera, fins a la caiguda de Barcelona, el 1939, es van continuar preparant de forma manuscrita, a l'espera de temps millors (que no van arribar) que permetessin la seva continuïtat.

També va reorganitzar la recollida d'informació macrosísmica (és aquella que reflecteix els efectes percebuts en cas de terratrèmol). Va fer imprimir formularis que simplificaven la recollida de la informació i va crear una "xarxa d'observadors ibero-pirenaica". Aquesta xarxa és un tema interessant de comentar. Font-

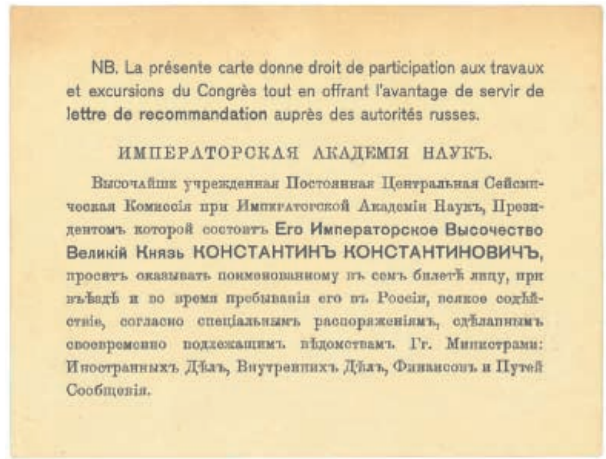


Figura 7: Invitació oficial a la Conferència de l'Associació Internacional de Sismologia (vers i revers). S'havia de celebrar a Sant Petersburg, però l'inici de la primera guerra mundial ho va impedir. (ICGC-Cartoteca de Catalunya sign. F.F. carp. 2-14).

serè disposava d'un elevat nombre de contactes d'afecionats col·laboradors de la xarxa pluviomètrica de Catalunya, que es coordinaven per la Societat Astronòmica de Barcelona. Suposem que a partir d'aquests contactes i d'altres que en tenia a altres llocs del Pirineu i de la costa mediterrània, va crear una xarxa paral·lela d'observadors macrosísmics de l'anomenada regió ibero-pirenaica. Eren persones amb interessos científics que en cas de terratrèmol omplien les enquestes de forma conscient i detallada i les enviaven a l'Observatori. D'aquesta forma Fontserè obtenia una excel·lent informació de la distribució dels efectes i percepció dels sismes sobre el territori. Entre els observadors hi trobem molts mestres, metges i rectors de parròquies, però també pagesos, oficinistes i molts altres oficis, tots amb el nexe d'unió del seu interès pel tema. La seva distribució geogràfica es concentrava a Catalunya, però n'hi havia per tot el Pirineu, la costa de llevant fins a Múrcia i les Balears. L'any 1916 es va començar a publicar uns fulls resum de la informació obtinguda de cada terratrèmol, que es va interrompre el 1918, després de l'aparició

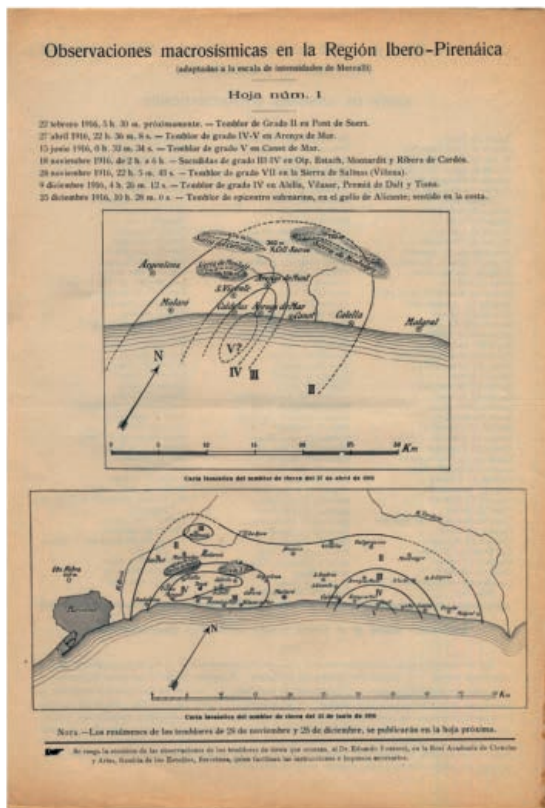


Figura 8: Full de la xarxa d'observadors ibero-pirenaica. Com es veu, es publicaven els llocs i les hores de tots els terratrèmols percebuts a la regió i, quan es disposava de dades suficients, s'inclou un mapa amb isosistes i també un llistat amb els col·laboradors.

del cinquè full (Fontserè, 1916-1918); suposem que per motius econòmics (figura 8). Però tota la informació original recollida amb la col·laboració dels membres d'aquesta xarxa s'ha conservat fins avui i és molt valuosa per a l'estudi de la sismicitat catalana com comentarem més endavant (Batlló i Merino, 2023).

En aquest període Fontserè també va iniciar diverses recerques en el camp de la sismologia. En primer lloc ens trobem amb molts estudis individuals dels diferents sismes percebuts per la població, fets a partir de la informació recopilada mitjançant la xarxa d'informadors. Els primers anys es van estudiar terratrèmols ocorreguts a l'Alt Èssera, Arenys de Mar, la costa de Llevant, Alacant o Teià (1916), a Bellmunt de Ciurana o Cotillas (Múrcia) (1917a i 1917c), i també a la Seu d'Urgell (Chevalier, 1918).

Fontserè també s'introdueix en l'estudi dels terratrèmols passats, l'anomenada sismicitat històrica. L'any 1917 publicà un primer catàleg dels terratrèmols ocorreguts a Catalunya als segles XVIII i XIX (Fontserè, 1917d). L'any següent fa una primera revisió de la sismicitat històrica a Mallorca (Fontserè, 1918). Aquest és un tema el qual, des d'aquest moment, s'hi dedicarà de per vida.

Però el seu interès va més enllà dels estudis de macrosismicitat i també s'interessa per temes útils per a la sismologia instrumental catalana. Desenvolupa un mètode gràfic senzill per al càlcul dels epicentres a partir del temps d'arribada de les ones P (Fontserè, 1919). La novetat del mètode resideix que usa estacions properes (les que es troben a la Península Ibèrica). En una època en què la informació s'enviava en forma de telegrams, Fontserè sabia perfectament que a les poques hores d'enregistrar un terratrèmol (que podia ocórrer a qualsevol part del món) disposaria de la informació de les altres estacions peninsulars, amb les quals s'intercanviava informació regularment. Amb el seu mètode podia, doncs, en poc temps, informar a la premsa d'on s'havia produït. Si fullegem els diaris publicats a Barcelona en aquest període (1914-1936) trobarem moltes notes curtes informant de l'enregistrament de terratrèmols llunyans (figura 9).

Figura 9: Fragment de *La Vanguardia* del dia 15 de novembre de 1927 on es pot veure la informació regular sobre els terratrèmols enregistrats que es difonia des de l'Observatori Fabra.

Servicio Meteorológico de Cataluña

Situación general atmosférica de Europa a las 7 horas del día 14 de noviembre de 1927.

Las altas presiones del occidente europeo continúan situadas al Oeste de Francia y en las islas Británicas.

En las costas de Italia se halla el centro del núcleo borrascoso que durante las pasadas 24 horas dió lugar a mal tiempo con algunas lluvias en las costas Mediterráneas de España.

Llueve en Marruecos, en el Canal de la Mancha y en las costas alemanas del mar Báltico.

Nieva abundante en toda la Europa Central.

El frío continúa acentuándose en todo nuestro Continente.

Estado del tiempo en Cataluña a las 8 horas:

El tiempo es bueno, predominando cielo despejado y vientos fríos del sector Norte.

Durante las últimas 24 horas se registraron ligeras lluvias motivadas por una extensión borrasca que a lo largo de la costa cruzaba del sudoeste al Norte.

El frío es intenso en toda la región con las mínimas en los siguientes puntos:

8 grados bajo cero en el Estangento; 7 grados bajo cero en Ribas y Capdella, y 6 grados bajo cero en Poble del Segur.

En la cumbre del Montseny cayó ligera nevisca.

Real Academia de Ciencias y Artes

OBSERVATORIO FABRA

Sección Meteorológica y Sísmica

Semana del 7 al 14 de noviembre de 1927, a las 8 horas.

ESTACION METEOROLOGICA

Temperatura máxima, 18'4 grados el día 9 a las 11 h.

Temperatura mínima, 1'9 grados el día 14 a las 5 h.

Máxima velocidad absoluta del viento, 30 metros por segundo el día 10 a las 11 h. 15 m. del W.

Lluvia total en milímetros, 4'3 los días 9 y 13.

Saturación del aire, 4 horas en total.

Humedad relativa inferior a 50 por 100, 10 horas en total.

Humedad relativa mínima, 42 por 100 el día 7 a las 14 horas.

ESTACION SISMICA

Día 8.—A las 4 h. 1 m. 25 s. aparecen las ondas superficiales procedentes de un temblor de tierra ocurrido a unos 10.000 kilómetros de Barcelona.

Día 14.—A las 0 h. 22 m. 30 s. se registra un terremoto cuyo epicentro se encuentra a 6.920 kilómetros del Observatorio, hacia el Este.

El mismo día, a las 5 h. 6 m. 53 s. se inscribe otro terremoto procedente de un foco a 6.550 kilómetros de distancia y cercano al anterior.

El Director de la Sección, Dr. Fontseré.

Tota aquesta labor no la va fer tot sol. Amb la reestructuració de l'Observatori Fabra la secció meteorològica i sísmica va disposar de dos nous col·laboradors. No hi treballaven a temps complet, però eren treballadors incansables i amb una formació físicomatemàtica excepcional. Es tracta de Ramon Jardí (1881-1972) i Manuel Álvarez Castrillón (1886-1957). Jardí, conegut també per les seves habilitats mecàniques (Batlló *et al.* 2015), es va encarregar d'instal·lar i calibrar els nous aparells Mainka (Jardí, 1916), i Álvarez-Castrillón es van encarregar durant molts anys de l'anàlisi acurat dels sismogrames enregistrats. També, per indicació de Fontserè, va fer una anàlisi estadística del soroll, realment novadora per a l'època, que afectava l'enregistrament (Álvarez-Castrillón, 1927). Ambdós col·laboradors es veieren complementats a partir de 1919 per Gabriel Campo (1898-1981), fill del bidell de l'Observatori, que no tenia formació universitària; el seu coneixement era autodidàctic.

El 1921 es creà el Servei Meteorològic de Catalunya sota la direcció d'Eduard Fontserè. La posada en marxa de la nova institució i el seu desenvolupament va demanar-li molta dedicació i aquest fet es veu reflectit en una reducció de la seva producció en el camp de la sismologia. En el període 1919-1928 no trobarem cap publicació científica de Fontserè en el camp de la sismologia. No va deixar, però, de preocupar-se pel tema. En els esborranys de projecte del nou Servei Meteorològic també hi trobem que un dels objectius hauria de ser la "sismologia catalana i de les regions veïnes" (Cartoteca de Catalunya, Fons antic del Servei Meteorològic de Catalunya, sign. SMC-499-R/05). Els anys 1924 i 1927 participà en les reunions de Madrid i Praga, respectivament, de la secció de sismologia de la Unió Internacional de Geodèsia i Geofísica (IUGG, 1925, 1928). A la reunió de Praga presentà el treball ja citat d'Álvarez-Castrillón (IUGG, 1928: 88-89). També a la mateixa reunió demanava que la IUGG donés suport a la instal·lació d'una estació sísmica a les Illes Balears, com així ho va fer (IUGG, 1928: 87). Però ni el suport internacional va aconseguir moure les administracions i l'estació no es va fer realitat. També durant aquests anys és vice-president de la secció de sismologia del Comitè Nacional de Geodèsia i Geofísica.

Una altra indicació que no abandonà dels treballs sísmològics és que l'Observatori conserva perfectament organitzada la documentació recollida sobre els terratrèmols percebuts a Catalunya en aquest període. A més, per a tots els terratrèmols que ho permeteren, Fontserè es va preocupar de dibuixar els mapes de línies isosistes corresponents, que es conserven juntament amb la documentació dels mateixos terratrèmols. J. Galbis (1932, 1940) va publicar un catàleg de terratrèmols de la Península Ibèrica i veiem com els mapes corresponents als terratrèmols catalans del període (1914-1933) estan subministrats per Fontserè (figura 10).

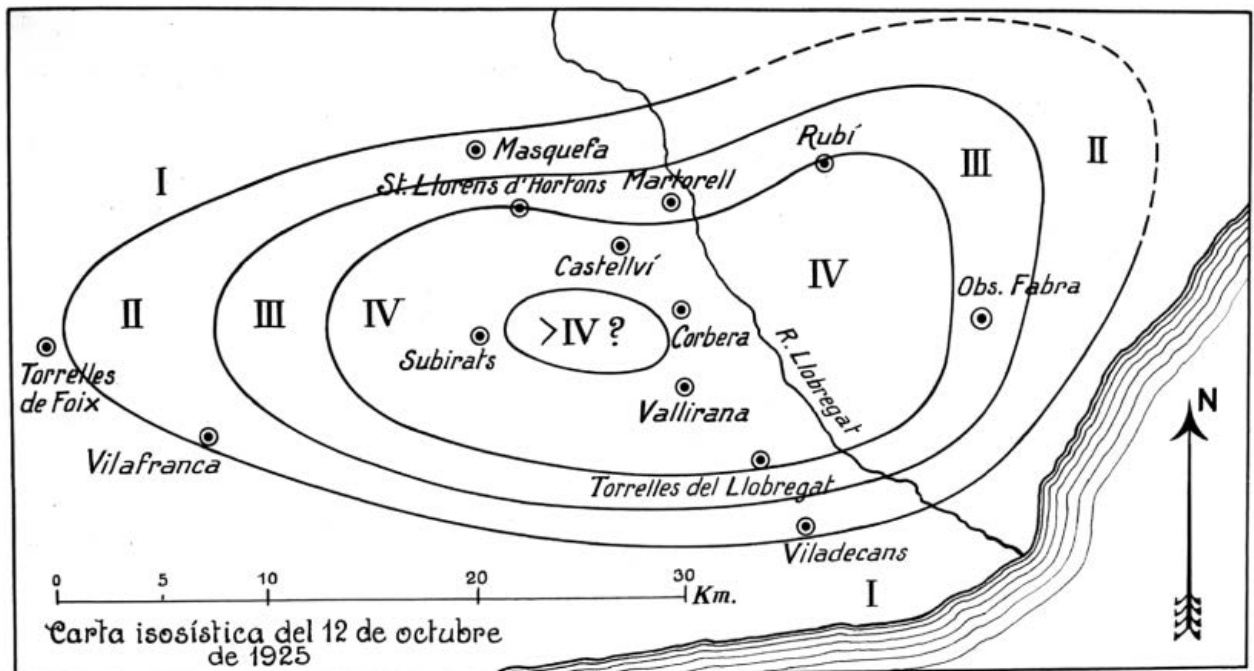


Figura 10: Mapa d'isosistes corresponent al terratrèmol del dia 12 d'octubre de 1925, preparat per Fontserè i publicat al catàleg de terratrèmols de Galbis (1932).

El 1932, amb les reformes universitàries introduïdes en el període republicà, es crea una càtedra de geofísica i s'encarrega Fontserè. Tècnicament se li va acumular, atès que no es va contractar cap catedràtic nou, Fontserè es va fer càrrec de dues càtedres, encara que poc temps després es va desfer de la càtedra de mecànica racional perquè l'ocupés el seu amic Esteve Terrades, retornat a Barcelona. Sabem que en el programa del curs de la càtedra de geofísica hi havia un espai per a la sismologia. També sabem que l'any 1934 la Universitat de Barcelona va crear un "Institut de Geofísica" annex a la càtedra. Dissortadament no va rebre mai cap dotació econòmica i l'adveniment de la guerra civil va interdir qualsevol desenvolupament posterior. L'any 1938, en plena guerra, la càtedra de geofísica es va desdoblar en dues, geofísica i meteorologia, però el desdoblament no es va fer efectiu en aquest període.

També en aquest període trobem un treball molt interessant que tracta d'un mètode per calcular la profunditat de l'hipocentre dels terratrèmols (encara avui el paràmetre amb més incertesa). El mètode es basa en l'ús de la informació macrosísmica, és enginyós i els resultats obtinguts són versemblants (Fontserè, 1935).

La guerra civil no va alterar el funcionament i treball de la secció sísmica de l'Observatori Fabra, però va portar la seva integració oficial al sector públic. Per Decret del Govern de la Generalitat, de 12 d'agost de 1936, es va incorporar l'Acadèmia de Ciències i Arts a les institucions de Cultura de la Generalitat i, per Decret de 23 de febrer de 1937, la secció meteorològica (i sísmica) de l'Observatori Fabra passava a dependre directament del Servei Meteorològic de Catalunya (amb Fontserè de director). Per tant, la sismologia passava a ser un servei públic de ple dret. Era la primera vegada que Catalunya disposava d'un servei de sismologia públic.

La postguerra

La fi de la guerra va comportar un trasbals a l'Observatori i al mateix Fontserè. L'Observatori Fabra va estar en perill de ser confiscat; el mateix Servei Meteorològic ho va ser (i tota la seva documentació i materials literalment segrestats - Batlló, 2017a). El que Fontserè considerava l'obra de la seva vida va desaparèixer d'un dia per un altre. També l'Institut d'Estudis Catalans va quedar totalment desballestat i molts dels seus membres a l'exili. A nivell personal, ell no va tenir represàlies, però sí en van tenir alguns col·laboradors (concretament, i pel que afecta a la sismologia, Álvarez-Castrillón). L'Observatori Fabra, passats els primers moments de crisi, va continuar la seva activitat sense massa novetats, però va tornar a mans de l'Acadèmia i va perdre el seu caràcter públic. Poc més d'un any després d'aquest daltabaix Fontserè arribava a l'edat de la jubilació reglamentària a la universitat, cosa que no va afectar la seva posició a l'Observatori Fabra i va continuar al capdavant de la secció meteorològica i sísmica de l'Observatori.

Davant d'un món que desapareixia podem dir que, en certa manera, Fontserè es va refugiar a l'Observatori. Va continuar la seva labor al capdavant de la secció sísmica i meteorològica però, privat del suport institucional del Servei Meteorològic de Catalunya (i vist amb molta suspicàcia des del Servicio Meteorológico Nacional), va reduir la seva dedicació a la meteorologia i la seva recerca es va orientar més cap a la sismologia. Els anys immediatament posteriors a la guerra es continuen sense publicar les dades de les observacions instrumentals, però això no vol dir que no es continuessin elaborant amb tota la cura i el rigor metòdic que Fontserè donava als seus treballs. Els continguts i l'estructura del butlletí de l'Observatori es repensaren i a partir d'aleshores les dades sísmiques es publiquen com a part del butlletí i no com a fulls volants. Un altre canvi és que apareixen de forma separada els butlletins de la secció astronòmica i els de les seccions meteorològica i sísmica. A partir de l'any 1945 l'últim butlletí publica, novament, les lectures de les fases de tots els terratrèmols enregistrats pels sismògrafs de l'Observatori. També, quan cal, inclou un resum de les dades macrosísmiques recollides pels terratrèmols sentits a Catalunya.

Els anys immediatament posteriors a la fi de la guerra hi ha un buit de les publicacions de Fontserè, però ja al butlletí de l'Observatori de 1944 trobem una primera publicació sobre el terratrèmol ocorregut el març de 1943 a la costa catalana. La introducció d'aquesta publicació dona idea de la situació en què es trobà Fontserè en aquells primers anys de postguerra (Fontserè, 1944):

Con el propósito de continuar los estudios macrosísmicos interrumpidos desde hacía algunos años, y dándose, desgraciadamente, el caso de que la mayor parte de los observadores voluntarios de nuestra antigua red sismológica no existen o se hallan dispersos, se apeló a una llamada por la Prensa y por la radio, rogando que se remitiesen a la Real Academia de Ciencias y Artes cuantos

datos pudiesen contribuir al estudio proyectado. El resultado fué por demás halagüeño, recibíendose en pocos días una nutrida información en la cual tuvimos la satisfacción de ver figurar todavía nombres de algunos de nuestros antiguos colaboradores. Los informes de estos últimos, detallados en impresos de la Antigua red que todavía conservaban en su poder y que estaban redactados de conformidad con la escala de Mercalli, sirvieron de núcleo a la reducción de los datos restantes...

Per tant, es reprenien els estudis macrosísmics, però també era moment de retrobament amb vells col·laboradors. A partir d'aquest moment Fontserè continua l'estudi, principalment macrosísmic, dels sismes de Catalunya i de les regions veïnes, i les publicacions difoses principalment al butlletí de l'Observatori són regulars.

L'any 1953 Fontserè, ja a la vuitantena, és convidat a donar la conferència inaugural del curs de la Societat Catalana de Geografia, que ell havia ajudat a fundar els anys trenta. El tema triat va ser la sismicitat a Catalunya (Fontserè, 1954). En aquesta conferència presenta un resum de l'estat dels seus estudis de la sismicitat històrica de Catalunya i de la contribució de l'Observatori Fabra a l'estudi dels terratrèmols a partir de registres instrumentals (figura 11).

Durant tots aquests anys continua la publicació de resums de la sismicitat a Catalunya. El 1963 el butlletí publica *Los temblores de tierra catalanes de los años 1959 a 1962*, que és la seva última publicació científica en vida, escrita ja passada la norantena. I encara el 1964 participa en la inauguració dels nous aparells de registre fotogràfic instal·lats a l'Observatori (figura 12). Una vegada més els aparells van ser

Terratrèmols catalans. Anys 1907 a 1952

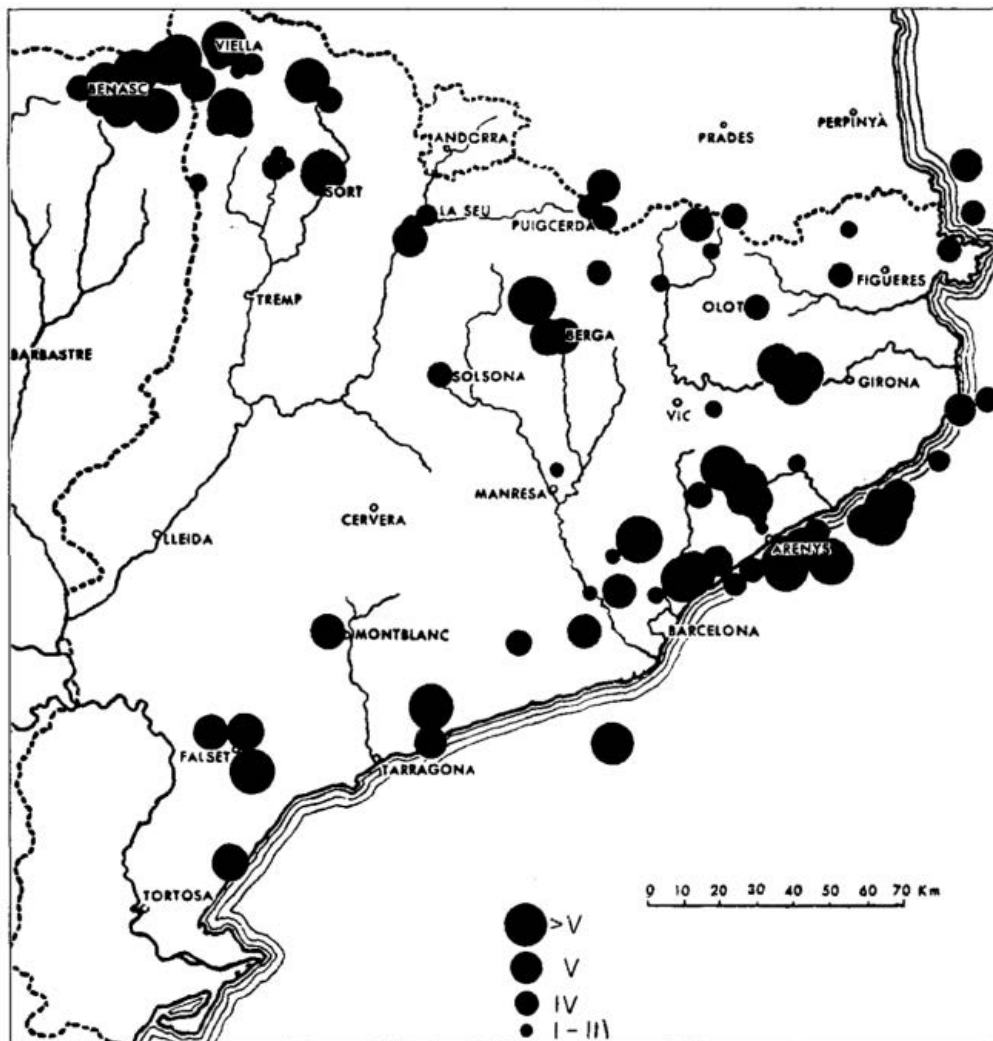


Figura 11: Mapa de sismicitat de Catalunya del període 1906-1952 i publicat per Fontserè (1954). El mapa és elaborat a partir dels enregistraments instrumentals i macrosísmics recollits a l'Observatori Fabra.



Figura 12: Fotografia presa en l'acte d'inauguració dels nous sismògrafs d'enregistrament fotogràfic de l'Observatori Fabra l'any 1964. D'esquerra a dreta, en primer pla, veiem Ramon Jardí, Eduard Fontserè i Josep Iglésies (imatge cedida per la família de R. Jardí).

instal·lats per Ramon Jardí, per tant, més de cinquanta anys de col·laboració! Amb motiu d'aquest acte publica un article divulgatiu a la revista *San Jorge*, de la Diputació de Barcelona (Fontserè, 1965).

Fontserè va morir el 18 de setembre de 1970, amb més de cent anys. Però la seva producció no s'acaba aquí, l'any següent de la seva mort va veure la llum el llibre *Recopilació de dades sísmiques de les terres catalanes entre 1100 i 1906* (Fontserè i Iglésies, 1971). Aquest llibre, elaborat amb l'ajuda de Josep Iglésies, el seu gendre (i molt probablement de la seva filla, Maria), recull i posa en ordre el treball de tota la vida de Fontserè, que el portava a recollir tota la informació que trobava de terratrèmols passats. Encara ara és un treball de referència per a l'estudi dels terratrèmols del passat a tota la regió.

La seva visió de la sismologia, part de la geofísica

Fins aquí una relació de les contribucions de Fontserè a la sismologia catalana, però, com veia Fontserè la sismologia dins les ciències de la Terra?

Hi ha tres aspectes a destacar. El primer és la sismologia com a ciència que afavoreix la participació. Durant la guerra civil va escriure un article divulgatiu titulat "Sobre les ciències d'observació a Catalunya" (Fontserè, 1937). En aquest escrit Fontserè distingeix entre les ciències experimentals (que per ell són les que utilitzen laboratoris per als seus experiments, com gran part de la física i la química) i les d'observació, on el laboratori és la natura i l'observació i estudi dels fenòmens naturals substitueix la pràctica del laboratori (segueix una línia de pensament molt estimada pels excursionistes i ja introduïda per Font i Sagué –1902– trenta-cinc anys abans). Inclou en aquestes ciències la història natural, geologia, geografia i, entre les ciències físiques, l'astronomia, la meteorologia i la sismologia (que són les que Fontserè va practicar durant la seva vida). Per Fontserè aquest grup de ciències d'observació permeten una participació molt més àmplia que les experimentals (de laboratori). Així, a part dels tècnics i investigadors professionals del seu voltant, hi trobem un gran nombre d'aficionats. Els laboratoris són escassos i cal bona preparació específica per treballar-hi. En canvi, l'observació de la natura pot fer-se a qualsevol lloc i no és necessària una formació intensa. Bon ull observador permet la participació de qualsevol aficionat. Efectivament, aquest és el cas dels estudis macrosísmics dels terratrèmols. Ja hem comentat com Fontserè va desplegar una xarxa d'observadors de terratrèmols i gràcies a la seva ajuda va poder estudiar molts esdeveniments. Si resseguim els seus escrits veurem que sempre cita la font de les seves informacions, sense oblidar cap observador que hagués tramès dades (vegeu un exemple al llistat de la figura 8).

El segon aspecte, deixant de banda la dicotomia entre ciències experimentals i d'observació, és la visió de Fontserè de la geofísica o física de la Terra com una ciència única. Per a ell totes les branques de la geofísica, tant de la Terra sòlida com de l'atmosfera (sismologia, geomagnetisme, meteorologia, oceanografia, etc.) formaven un cos únic i s'havien de tractar com un tot (encara que ell es dedicés només a una part). Aquesta visió la trobem ja en el seu primer projecte d'observatori al Tibidabo, elaborat el 1894 (Cartoteca de Catalunya, sign. FF-01). També la trobem en projectes posteriors. Entre els papers del Fons

antic del Servei Meteorològic de Catalunya trobem un document sense data, però que hem de situar al voltant de 1919 quan s'estava discutint i perfilant la creació del Servei Meteorològic, que porta el títol "Serveis que podria comprendre una institució de nova planta, amb caràcter d'Institut netament català" on, classificats com a serveis utilitaris, especulatiu i docents, inclou tots els camps de la meteorologia, sismologia, cronometria i encara oceanografia (sign. SMC-499R/05).

Més tard trobem un bon exemple d'aquest pensament en el seu discurs inaugural del curs 1929-1930 a la Universitat de Barcelona (Fontserè, 1929). Afirma:

Por la similitud de métodos y aun por una relación efectiva entre los fenómenos que estudian, estas ciencias [geofísicas] forman una categoría natural, hasta tal punto, que cuantas veces se ha tratado de separarlas con vistas a una especialización mayor, otras tantas la realidad ha vuelto a reunir las bajo unos mismos techos y en manos de unos mismos hombres...

I també:

Los fenómenos de orden físico que se operan en la atmósfera, en los mares y en la tierra son entre sí tan conexos, que hoy son ya muy pocos los hombres de ciencia que defienden la separación de aquéllos en ramas independientes desde el punto de vista pedagógico y de la preparación de personal técnico que quiera consagrarse a su estudio.

Aquest pensament també el podem confirmar al programa de curs de l'assignatura "Geofísica" publicat a l'anuari de 1934 (Anuari, 1934: 201).

El tercer i darrer aspecte, molt relacionat amb el primer, és la seva visió dels terratrèmols com a part integrant de la geografia d'un país: Catalunya en aquest cas. Recordem que el primer objectiu de l'excursionisme català (i Fontserè va estar-hi molt lligat) va ser el coneixement del territori. En aquest coneixement també hi trobem el coneixement de la meteorologia i el clima de les diferents contrades (Batlló, 2017b). Pel mateix motiu, el coneixement d'on es produeixen els terratrèmols és part integrant de la geografia. Ho va deixar ben clar en la seva conferència impartida a la Societat Catalana de Geografia l'any 1953 (Fontserè, 1954).

El llegat

Eduard Fontserè ens va deixar fa cinquanta anys i la situació des de 1970 ha canviat. A dia d'avui Catalunya disposa d'un servei de sismologia públic, a l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, amb una important xarxa sísmica desplegada pel territori (Batlló *et al.*, 2016; <https://www.icgc.cat/Administracio-i-empresa/Serveis/Terratremols-enregistrats-i-informacio-sismica>), però el llegat de Fontserè en el camp de la sismologia continua vigent.

Per una part, el seu treball meticulós de recollida d'informacions macrosísmiques dels terratrèmols ocorreguts a les terres de parla catalana, tant dels sísmes coetanis com dels històrics, continua formant el cos principal del nostre coneixement de la sísmicitat de Catalunya anterior a 1970. Certament des de la mort de Fontserè hem millorat en el coneixement dels terratrèmols (per exemple, vegeu els estudis de revisió de la sèrie de terratrèmols dels segles XIV i XV a Olivera *et al.*, 2008), però una abassegadora majoria dels nous estudis parteixen dels treballs previs de Fontserè, per confirmar-los o modificar-los.

L'Observatori Fabra continua actiu en el camp de la sismologia i la llarga sèrie d'observacions sísmiques encetada per Fontserè no s'ha aturat. A més, conserva tota la documentació recollida des de 1913, cosa que permet una reanàlisi dels efectes macrosísmics dels terratrèmols des de les fonts originals.

Pocs països disposen d'arxius d'aquest tipus. Susagna i Goula (1999) van revisar totes les enquestes i correspondència existent dels terratrèmols catalans del segle XX i van reassignar valors d'intensitat segons l'escala macrosísmica MSK, que a partir dels anys setanta va substituir l'escala de Mercalli utilitzada per Fontserè. Els resultats d'aquest treball es van utilitzar per publicar l'*Atlas sísmic de Catalunya* (ICC, Susagna i Goula, 1999). També, una part dels terratrèmols històrics consignats al mateix Atlas troben la seva font d'informació en la recopilació de Fontserè i Iglésies (1971).

Per una altra part, el treball curós de Fontserè amb els enregistraments instrumentals obtinguts amb els sismògrafs de l'Observatori Fabra, amb la col·laboració permanent de Gabriel Campo i Ramon Jardí,

Fontserè, el terratrèmol de la Val d'Aran de 1923 i la continuïtat dels estudis sismològics...

ha fet que els sismogrames enregistrats s'hagin conservat fins avui dia. No només s'han conservat els sismogrames, també disposem dels llibres de registre, calibratges i tots els altres documents que ens permeten validar la seva qualitat. Això fa possible digitalitzar amb garanties els vells enregistraments i re-analitzar antics terratrèmols del segle xx amb els coneixements actuals obtenint així noves informacions. Podem posar com a exemple la seva utilització per calcular la magnitud del terratrèmol de 19 de novembre de 1923 a la Val d'Aran (Susagna *et al.*, 1994) o el recent anàlisi d'Ou *et al.* (2020) del terratrèmol de 16 de desembre de 1920 a Haiyuan, a la Xina (figura 13).

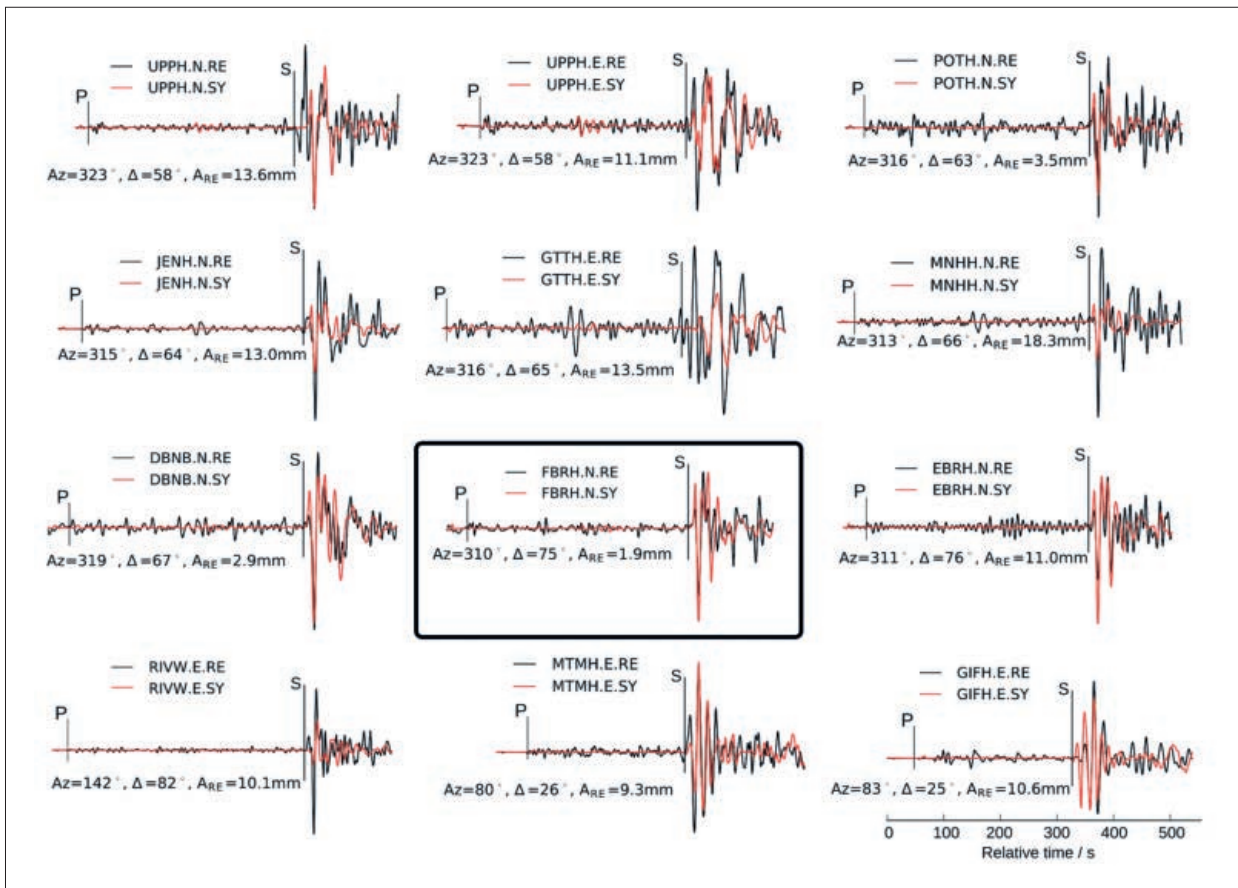


Figura 13: Figura de la publicació d'Ou *et al.* (2020) on estudia el terratrèmol ocorregut el dia 16 de desembre de 1920 a la zona de Haiyuan, a la Xina, on, entre d'altres, s'utilitzen els sismogrames enregistrats a l'Observatori Fabra, marcats amb un requadre.

Des de fa uns pocs anys l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, mitjançant acords i convenis amb la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona, i de comú acord amb l'Observatori Fabra, col·labora en l'escaneig dels antics sismogrames, butlletins, enquestes macrosísmiques i altres documents d'interès per a la sismologia que es conserven a l'Observatori. Donada la quantitat de material, el treball s'estendrà uns anys. L'objectiu és tenir còpies digitals que garanteixin la preservació d'aquests documents únics i, alhora, facilitar la seva difusió i ús.

Una part d'aquest material es pot consultar al web de l'ICGC:

<https://www.icgc.cat/Administracio-i-empresa/Serveis/Terratremols-enregistrats-i-informacio-sismica/Reculls-d-informacio-sismica-i-mapes>, on s'aniran afegint nous materials a mida que disposem de les còpies digitals.

El llegat de Fontserè continua, doncs, ben present entre nosaltres, físicament i intel·lectualment.

Bibliografia

- Álvarez-Castrillón, M. (1927): "Microsismes observats a Barcelona durant els anys 1915 i 1916", a *Memòries de la Secció de Ciències*, 1/1, Institut d'Estudis Catalans, 47 p.
- Anuari (1934). *Anuari 1934-1935*, Barcelona, Universitat de Barcelona, 425 pp.
- Batló, J. (2004). "Josep Comas i Solà. Pioner de la sismologia a Catalunya", a Roca, A. (coord.): *Josep Comas i Solà*. Astrònom i divulgador, Barcelona, Ajuntament de Barcelona, 81-108.
- Batló, J., A. Roca Rosell (2005). "L'any dels Observatoris", a *Revista de Física*, vol. 3, núm. 9, 44-50.
- Batló, J., J. Arús (2014). "Cent anys d'observacions aerològiques a Catalunya", a Bernat, P. (ed.): *Astres i Meteors: Estudis sobre història de l'astronomia i de la meteorologia*, 89-103.
- Batló, J., A. Pedrerol, J. Arús (2015). *Ramon Jardí i Borràs: semblança biogràfica*, Col·lecció Semblances biogràfiques 63, Barcelona, Institut d'Estudis Catalans, 28 pp.
- Batló, J., T. Frontera, J. Irizarry, N. Romeu, J. A. Jara, X. Goula (2016). "Operational Procedures of Contributing Agencies: The Catalan Seismic Network", a *Bulletin of the ISC*, vol. 50, núm. 1, 72-94. Doi: 10.5281/zenodo.999263.
- Batló, J., Merino, M. T. (2023). Els estudis macrosísmics a Catalunya: L'Observatori Fabra, Fontserè i el Servei Geològic de Catalunya, en aquest volum.
- Batló, J. (2017a). "El perquè d'un document", a Castellet, M. (ed.): 1939: *els núvols confiscats*, Publicacions de la Presidència, núm. 49, Barcelona, Institut d'Estudis Catalans, 15-40.
- Batló, J. (2017b). "La meteorologia i el catalanisme: del coneixement del territori a servei públic", a Batlló, J., Bernat, P. (ed.): *Explorant la volta del cel*, Barcelona, Institut d'Estudis Catalans, 61-69.
- Batló, J. (2018). "La meteorologia endògena", a Barca-Salom, F. X., Batlló, J., Bernat, P., Puig-Pla, C. (ed.): *Mirant al cel*, Barcelona, Institut d'Estudis Catalans, 37-50.
- Cazurro, M. (1906). "Terremotos en la región volcánica de Cataluña", a *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, tom IV, 288-307.
- Desvalls, J. A. (1783). *Disertación sobre los terremotos*, Memòria presentada a la Reial Acadèmia de Ciències, manuscrit a l'arxiu de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona (en línia a <https://mdc.csuc.cat/digital/collection/mcmRACAB/id/1449/rec/1>).
- Faura, M. (1913). "Sismologia catalana", a *Memòries de la Institució Catalana d'Història Natural*, 1(2), 155-176.
- Fernández de Castro, M., J. P. Lasala, D. de Cortázar, J. Gonzalo y Tarín (1885). "Informe dando cuenta del estado de los trabajos en 7 de Marzo de 1885", a *Gazeta de Madrid*, CCXXIV(89), 931-944.
- Font i Sagué, N. (1902). "L'excursionisme científic", a *Butlletí del Centre Excursionista de Catalunya*, vol. XII, (91) 217-228, (92) 241-254, (93) 265-286, (94) 289-302.
- Galbis, J. (1932). *Catálogo sísmico de la zona comprendida entre los meridianos 5°E y 20°W de Greenwich y los paralelos 45°N y 25°N*, tomo I, Madrid, Dirección General del Instituto Geográfico, Catastral y de Estadística, 807 pp.
- Galbis Rodríguez, J. (1940). *Catálogo Sísmico de la zona comprendida entre los meridianos 5° E y 20° W de Greenwich y los paralelos 45° N y 25° N*, tomo II, Madrid, Instituto Geográfico y Catastral, 280 pp.
- Iglésies, J. (1983), *Eduard Fontserè. Relació de fets*, Barcelona, Fundació Salvador Vives Casajuana, 176 pp.
- IGN (1980). *El terremoto de Andalucía de 1884*. Madrid, Inst. Geográfico Nacional, 139 pp.
- IUGG (1925). *Comptes Rendus des séances de la deuxième conférence*, Section de Séismologie, Union Géodésique et Géophysique Internationale, Toulouse, Imprimerie et Librairie Édouard Privat, 126+93 pp.
- IUGG (1928). *Comptes Rendus des séances de la troisième conférence*, Section de Séismologie, Union Géodésique et Géophysique Internationale, Toulouse, Imprimerie et Librairie Édouard Privat, 101+126 pp.
- Jardí, R. (1916). "Estudio de las características de un sismógrafo", a *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, XIII (3), 13-44.
- Llebot, J. E. (2002), *Eduard Fontserè i Riba: semblança biogràfica*, Barcelona, Institut d'Estudis Catalans, Semblances biogràfiques, 24, 15 pp.
- Olivera, C., E. Redondo, J. Lambert, A. Riera, A. Roca (2006). *Els terratrèmols dels segles XIV i XV a Catalunya*, Barcelona, Institut Cartogràfic de Catalunya, 407 p.
- Orens, F. (2016). *El Pare Manuel Cazador o la passió per la ciència*, Sant Julià de Vilatorrada, Ajuntament de Sant Julià de Vilatorrada, 166 pp.
- Ou, Q., G. Kulikova, J. Yu, A. Elliott, B. Parsons, R. Walker (2020). "Magnitude of the 1920 Haiyuan earthquake reestimated using seismological and geomorphological methods", a *J. Geophys. Res. Solid Earth*, vol. 125, e2019JB019244. Doi: 10.1029/2019JB019244.
- Pinyol i Torrents, R. (2011). "El recull Caritat i altres iniciatives literàries catalanes davant dels terratrèmols d'Andalusia de 1884", a *Anuari Verdaguier*, núm. 19, p. 353-84, [en línia], <https://www.raco.cat/index.php/AnuariVerdaguier/article/view/262413> [Consulta: 15-09-2023].
- Prohom, M. (2006). "La contribución de la Sociedad Astronómica de Barcelona en la difusión de las observaciones meteorológicas en Catalunya (1910-1923)", a *Investigaciones Geográficas*, 40, 141-155.
- Roca Rosell, A. (1992). *La Física en la Cataluña finisecular. El joven Fontserè y su época*, Tesi doctoral, Madrid, Universidad Autónoma de Madrid, Edició en microfita.
- Roca Rosell, A. (1995b). "Eduard Fontserè Riba (1870-1970). La meteorologia professional", a Camarasa, J. M., Roca Rosell, A. (dir.), *Ciència i Tècnica als Països Catalans. Una aproximació biogràfica als darrers 150 anys*. Barcelona, Fundació Catalana per la Recerca, 859-908.
- Roca Rosell, A., J. Batlló i J. Arús (2004). *Biografia del Doctor Eduard Fontserè i Riba*, Barcelona, Associació Catalana de Meteorologia, 86 pp.
- Schweitzer, J., T. Lay (2019). "IASPEI: its origins and the promotion of global seismology", a *Hist. Geo Space. Sci.*, vol. 10, 173-180, Doi: 10.5194/hgss-10-173-2019.
- Solé Sabarís, L. (1971). "Eduardo Fontserè Riba", a *Nómina del personal académico y anuario de la Corporación. Año académico de 1970 a 1971*, Barcelona, Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, 105-119.
- Susagna, T., A. Roca, X. Goula, J. Batlló (1994). "Analysis of macroseismic and instrumental data for the study of the November 19, 1923 earthquake in the Aran Valley (Central Pyrenees)", a *Natural Hazards*, vol. 10, 7-17. doi: 10.1007/BF00643438.
- Susagna, T., X. Goula (1999). *Atlas sísmic de Catalunya, vol. 1*, Barcelona, Institut Cartogràfic de Catalunya, 412 pp.
- Susagna, T., J. Batlló (2008). "Cent anys de sismologia a l'observatori Fabra", a *Centè aniversari de la fundació de l'Observatori Fabra*, Barcelona, Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona, 57-76.
- Vidal Sánchez, F. (2011). "El terremoto de Alhama de Granada de 1884 y su impacto", a *Anuari Verdaguier*, núm. 19, 11-45, [en línia], <https://www.raco.cat/index.php/AnuariVerdaguier/article/view/262467> [Consulta: 15-09-2023].

Bibliografia de treballs de sismologia d'Eduard Fontserè

- Fontserè, E. (1901). "Héroes de la Ciencia: L. Palmieri", a *El Mundo Científico*, any III, vol. 3, núm. 83, 2 de novembre.
- Fontserè, E. (1914). *Boletín sísmico mensual del Observatorio Fabra* (en col·laboració amb els ajudants de la Secció. Es publicà regularment des de l'1 d'abril de 1914).

Fontserè, el terratrèmol de la Val d'Aran de 1923 i la continuïtat dels estudis sismològics...

- Fontserè, E. (1915a). "La Estación sísmica del Observatorio Fabra y su funcionamiento durante el año 1914", a *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 3a època, vol. XII (6), 107-118, 5 fig.
- Fontserè, E. (1915b). "Explicaciones acerca de la Sección de Meteorología atmosférica y endógena del Observatorio Fabra", a *Boletín de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 3a època, vol. III (6), 424-425.
- Fontserè, E. (1915c). "Resumen de los trabajos ejecutados en la Sección Meteorológica y Sísmica del Observatorio Fabra durante el curso 1913-1914", a *Boletín de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 3a època, vol. III (6), 469-474.
- Fontserè, E. (1916a). "Sobre un centro de actividad sísmica en el Alto Éssera", a *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 3a època, vol. XII (8), 137-142, 1 fig.
- Fontserè, E. (1916b). "Nota sobre el temblor ocurrido en Arenys de Mar en 27 de abril de 1916", a *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 3a època, vol. XIII (1), 14, 1 fig.
- Fontserè, E. (1916c). "Nota sobre el temblor de tierra ocurrido en la costa de Levante el 15 de junio de 1916", a *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 3a època, vol. XIII (2), 5-12, 1 fig.
- Fontserè, E. (1916-1918). *Observaciones macrosísmicas en la región Ibero-pirenaica*, Fulls 1-5, Barcelona, Observatori Fabra, 1916-1918.
- Fontserè, E. (1917a). "Nota sobre el temblor de tierra ocurrido en Bellmunt de Ciurana el 26 de enero de 1917", a *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 3a època, vol. XIII (11), 229-231, 1 fig.
- Fontserè, E. (1917b). "Resumen de los trabajos de la Sección Meteorológica y Sísmica del Observatorio Fabra, 1913-1916", a *Boletín de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 3a època, vol. III (6), 469-494; núm. 7, 560-590; vol. IV, 66-98, 157-184.
- Fontserè, E. (1917c). "Nota sobre el temblor de tierra ocurrido en Cotillas (Murcia), el 28 de enero de 1917", a *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 3a època, vol. XIII (16), 233-237, 1 fig.
- Fontserè, E. (1917d). "Catálogo provisional de terremotos catalanes ocurridos en los siglos XVIII y XIX", a *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 3a època, vol. XIII (18), 255-260.
- Fontserè, E. (1917e). "Notas sobre los terremotos alicantinos de noviembre y diciembre de 1916", a *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 3a època, vol. XIII (13), 219-225, 1 fig.
- Fontserè, E. (1917f). "Nota sobre los temblores de tierra ocurridos en la región de Teyá, del 9 al 12 de diciembre de 1916", a *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 3a època, vol. XIII (14), 227-228.
- Fontserè, E. (1918a). "Notas sueltas de sismología balear", a *Publicaciones de la Sección de Ciencias Naturales de la Universidad de Barcelona*, 5-13, 2 fig.
- Fontserè, E. (1918b). "Terremotos observados en la región ibero-pirenaica desde junio a octubre de 1917", a *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 3a època, vol. XIII (27), 407-423, 3 fig.
- Fontserè, E. (1918c). "Terremotos observados en la región ibero-pirenaica desde noviembre de 1917 a febrero de 1918", a *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 3a època, vol. XIV (7), 403-408, 1 fig.
- Chevalier, M. (1918). "Nota sobre el temblor de tierra ocurrido en la Seo de Urgel el 22 de febrero de 1918", a *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 3a època, vol. XIV (6), 328. (Trad. d'E. Fontserè).
- Fontserè, E. (1919). "Estudio de un procedimiento para determinar un epicentro sísmico en función de los valores de P en varias estaciones cercanas", a *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 3a època, vol. XIV (12), 545-554, 4 fig.
- Fontserè, E. (1928). "Resumen de los trabajos efectuados en la Sección Meteorológica y Sísmica del Observatorio Fabra durante el curso 1926 a 1927", a *Boletín de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, vol. V (5), 389-391.
- Fontserè, E. (1929). *Discurso inaugural leído en la solemne apertura del curso académico de 1929 a 1930 ante el claustro de la Universidad de Barcelona*. Barcelona. 15 pp.
- Fontserè, E. (1930). "Sesión necrológica en homenaje al Rdo. P. Federico Faura, S. J., creador del Observatorio de Manila, celebrada bajo los auspicios de la Excelentísima Diputación Provincial. Discurso leído por el Prof. D., Director del Servicio Meteorológico de Cataluña", a *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 3a època, vol. XXII (5), 67-92, 1 lám.
- Fontserè, E. (1932). *Elements de Ciències Físiques i Naturals* (pàg. 250). Versió catalana d'Artur Martorell. Barcelona, Ed. G. Gili, 291 pp.
- Fontserè, E. (1935). "Nota sobre la profunditat dels seismes catalans", a *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 3a època, vol. XXV (7), 173-184, 1 fig.
- Fontserè, E. (1937). "Sobre les ciències d'observació a Catalunya", a *Nova Iberia*, 2, dues pàgines sense numerar. (Reproduït a *Ciència* (1982), 15, 284-285).
- Fontserè, E. (1944). "El sismo de la Costa de Levante del 26 de marzo de 1943", a *Boletín de la Sección meteorológica y sísmica del Observatorio Fabra* (Bol. Sec. Met. Sis. Obs. Fabra), II (32), 221-227, 1 fig.
- Fontserè, E. (1946). "Los temblores de tierra catalanes del año 1945", a *Bol. Sec. Met. Sis. Obs. Fabra*, IV (3), 375-378, 1 fig.
- Fontserè, E. (1948). "Los temblores de tierra catalanes de los años 1946 y 1947", a *Bol. Sec. Met. Sis. Obs. Fabra*, V (36), 75-78, 1 fig.
- Fontserè, E. (1951). "Los temblores de tierra catalanes de los años 1948 y 1949", a *Bol. Sec. Met. Sis. Obs. Fabra*, V (38), 253-258, 1 fig.
- Fontserè, E. (1952). "Los temblores de tierra catalanes del año 1950", a *Bol. Sec. Met. Sis. Obs. Fabra*, V (39), 341-346, 2 fig.
- Fontserè, E. (1953). "Los temblores de tierra catalanes del año 1951", a *Bol. Sec. Met. Sis. Obs. Fabra*, V (40), 427-431, 1 fig.
- Fontserè, E. (1954). *La sismicitat de Catalunya*. Conferència inaugural del curs 1953 a 1954. Barcelona, Societat Catalana de Geografia. 15 pp., 3 fig.
- Fontserè, E. (1955). "Los temblores de tierra catalanes de los años 1952 y 1953", a *Bol. Sec. Met. Sis. Obs. Fabra*, VI (42), 81-84, 1 fig.
- Fontserè, E. (1957). "El temblor de tierra catalán del 20 de noviembre de 1955", a *Bol. Sec. Met. Sis. Obs. Fabra* VI (44), 239-243, 1 fig.
- Fontserè, E. (1957). "El temblor de tierra catalán del 31 de julio de 1956", a *Bol. Sec. Met. Sis. Obs. Fabra*, V, núm. 46, 399-401.
- Fontserè, E. (1961). "Los temblores de tierra catalanes del año 1958", a *Bol. Sec. Met. Sis. Obs. Fabra*, VI (47), 479-482.
- Fontserè, E. (1963). "Los temblores de tierra catalanes de los años 1959 a 1962", a *Bol. Sec. Met. Sis. Obs. Fabra*, VII (48), 73-83.
- Fontserè, E. (1965). "La Sismología", a *San Jorge*, núm. 58-59, abril-juliol, 91-99, 108.
- Fontserè, E. i Iglésies, J. (1971). *Recopilació de dades sísmiques de les terres catalanes entre 1100 i 1906*, Barcelona, Fundació Salvador Vives i Casajuana. 547 pp.

Els estudis macrosísmics a Catalunya: l'Observatori Fabra, Fontserè i el Servei Geològic de Catalunya

Josep Batlló

Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

Maria Teresa Merino

Observatori Fabra, Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona

Utilitzem la paraula “macrosísmica” per designar els efectes d’un terratrèmol que es poden determinar sense necessitat d’utilitzar instruments.

Així, entenem com a macrosismologia els estudis dels efectes dels terratrèmols percebuts per la població, també els que es produeixen sobre els objectes (naturals o artificials) i sobre l’edificació. Aquests efectes poden anar des de la mínima percepció personal, que en un primer moment no s’identifica amb un terratrèmol, fins a la destrucció total de l’edificació i efectes sobre el medi natural.

Però, si com a fenomen natural, els terratrèmols són coneguts des de l’inici de la Humanitat, la sismologia, com a ciència, no s’ha desenvolupat fins a èpoques ben recents i els estudis sistematitzats sobre els efectes que produeixen els terratrèmols tenen poc més d’un segle i mig d’història. El mateix terme “sismologia”, si bé d’arrel grega, és un neologisme que va aparèixer imprès per primera vegada a la portada de l’estudi de Robert Mallet sobre el terratrèmol de la Basilicata (Itàlia) de 1857 (Mallet, 1862). El seu estudi va ser molt novedós en diferents aspectes. En aquest mateix volum trobem una de les primeres cartografies de danys que, alhora, van permetre a l’autor la primera determinació del focus d’un terratrèmol, l’epicentre (una altra novetat a la memòria de Mallet). Però el seu intent de cartografiar els efectes del terratrèmol distaven molt del que coneixem ara com a mapes macrosísmics. Mallet agrupava els efectes observats per tipus molt concrets: direcció de caiguda de les xemeneies, inclinació de les esquerdes als murs, etc., de forma molt diferent de com ho fem a dia d’avui.

Els estudis macrosísmics, tal i com els coneixem actualment, van néixer quan es va cercar un mètode que permetés agrupar els diferents efectes de forma que identifiquessin un mateix nivell de sacsejada, que anomenarem “intensitat”. Així, l’observació d’un o varis dels diferents efectes que formen un grup correspondria a zones que han sofert sacsejades similars (de forma molt laxa podríem associar-ho a una mateixa acceleració) i direm que la intensitat percebuda a aquestes zones és la mateixa. Agrupem aquests efectes, de forma molt qualitativa, en graus. És un procediment molt semblant a l’utilitzat a l’escala de Beaufort per assignar una intensitat als vents. I també, com a l’escala de Beaufort, parlem d’escalas d’intensitat macrosísmiques. Per tant, no es tracta d’una variable contínua com moltes altres que mesurem, és una variable discreta formada només per categories (els graus d’intensitat). Pel mateix motiu hi ha una llarga tradició en representar els diferents graus d’intensitat amb números romans. Podríem considerar que es tracta de mesures grolleres, molt allunyades del que podem mesurar mitjançant sismògrafs i altres aparells d’observació; però precisament perquè les observacions es troben a ma de qualsevol persona ens dona una densitat i resolució espacial (diferents observadors se n’adonen de detalls diferents) que mai obtindrem amb els aparells. Va haver-hi un moment, cap als anys seixanta del segle xx, quan la sismologia va assolir unes bases teòriques i matemàtiques comparables a molts altres camps de la física, i una nova generació d’instruments donaven dades d’una qualitat impensable pocs anys abans, quant molts sismòlegs van pensar en abandonar els estudis macrosísmics. Però la realitat ha demostrat el seu valor i a dia d’avui s’ha recuperat el seu estudi arreu.

No entrarem a explicar com es construeixen les escalas i les seves aplicacions. Només direm que les primeres depenien molt de la intuïció de l’autor i trobem escalas de només tres graus i altres que passen de la desena. Cap a l’última dècada del segle xix es van generalitzar les escalas que classificaven els efectes en deu graus. La més utilitzada va ser l’escala de Rossi-Forel de 1883 (però coneguda a molts llocs, entre altres a Catalunya, com escala de Mercalli, o Forel-Mercalli, de deu graus – Mercalli, 1902). Els inicis del segle xx van veure com es generalitzaven les escalas de dotze graus, que han perdurat, de forma majoritària, fins a dia d’avui. La més utilitzada a Europa va ser l’escala de Mercalli-Cancani-Sieberg, coneguda com MCS i encara utilitzada a Itàlia (Sieberg, 1932). Donat que un dels aspectes a valorar són els efectes sobre l’edificat, i els sistemes de construcció canvien, les escalas pateixen una adaptació progressiva. Impulsada des de l’European Seismological Commission, a partir dels anys vuitanta del segle xx un grup d’experts va repensar amb molta cura les bases de l’escala macrosísmica i el resultat va ser l’*European Macroseismic Scale EMS-98* (Grünthal, 1998), que actualment s’utilitza a la immensa majoria dels països europeus i molts altres d’arreu. Els interessats en aprofundir el tema de l’evolució de les escalas i les seves equivalències trobaran molts bons resums de la seva evolució a Davison (1921, 1933), Ferrari i Guidoboni (2000) i Musson *et al.* (2010). No discutirem tampoc la seva aplicació als problemes de la sismologia moderna. Només comentarem que el progrés dels mètodes numèrics i la seva aplicació mitjançant ordinadors ens permeten, a dia d’avui, obtenir nous resultats com poden ser determinar els paràmetres de la font sísmica o contribuir de forma decisiva als estudis de perillositat i risc sísmic regionals. Dirigim els interessats en el tema als treballs de Musson i Cecic (2002, 2011), que presenten una descripció breu i acurada de les bases d’aquests estudis i les seves possibilitats.

Fontserè, el terratrèmol de la Val d'Aran de 1923 i la continuïtat dels estudis sismològics...

Si, donat un terratrèmol àmpliament sentit, agrupem els efectes en graus d'intensitat i els dibuixem sobre un mapa, veurem que a mida que ens allunyem de l'epicentre la intensitat disminueix (s'atenua) com és normal. En molts casos és possible dibuixar línies tancades aproximades que englobin tots els punts on s'ha observat un grau d'intensitat major que un determinat valor. Són les anomenades isosistes. Es tracta d'un resultat cartogràfic que ens permet mesurar àrees aproximades del grau de percepció d'un terratrèmol. Aquest va ser un dels primers resultats numèrics obtingut a partir dels estudis macrosísmics.

El primer mapa d'isosistes que coneixem es va elaborar per estudiar el terratrèmol que va afectar la població de Mór i les zones properes, a Hongria, el dia 14 de gener de 1810 i va ser publicat per Kitaibel et Tomtsányi l'any 1814 (Varga, 2008). El presentem a la figura 1. La primera escala d'intensitats macrosísmiques la va proposar Egen (1828) en ocasió d'un terratrèmol ocorregut a la zona del Rin. Era molt diferent de les actuals i només tenia sis graus. Com ja hem dit, la contribució de Mallet en aquest tema no va ser important (classificava les observacions només en 3 nivells); però també va ser qui va proposar el terme "corba isosísmica".



Figura 1: Primer mapa macrosísmic publicat l'any 1814 corresponent al terratrèmol ocorregut a Mór (Hongria) el 14 de gener de 1810. S'observa una única isosista que circumscriu la zona de màxima intensitat (de Kitaibel et Tomtsányi, 1814).

Com ja hem comentat, des d'aquests primers intents la metodologia es va anar afinant i diversos autors van proposar diferents escales fins a arribar a l'Escala Macrosísmica Europea, EMS-98, que utilitzem a Catalunya a dia d'avui.

Una línia actual de desenvolupament de les escales macrosísmiques és la determinació del grau d'intensitat a partir dels efectes sobre la natura. Rep el nom d'Escala Mediambiental d'Intensitat Sísmica ESI2007 INQUA (Michetti *et al.*, 2007). El seu ús, encara qüestionat, permet determinar la intensitat en zones despoblades, només a partir dels efectes sobre la natura. Evidentment només pot aplicar-se als graus més elevats, donat que no és esperable observar efectes pels graus inferiors de l'escala.

Macrosismologia a Catalunya. Dels inicis a Eduard Fontserè

Els estudis dels efectes macrosísmics a Catalunya tenen una tradició llarga de més d'un segle; però no vam ser una nació pionera en aquest tema. També és ben cert que a l'època en què es va generalitzar l'ús de les escales d'intensitat (l'últim quart del segle XIX) no trobem terratrèmols importants a les nostres contrades.

Actualment, a les bases de dades de l'ICGC, disposem de dades d'intensitat per molts terratrèmols històrics, ocorreguts fa molts segles; però tots aquests treballs per reestudiar els efectes dels terratrèmols passats i assignant valors d'intensitat s'ha realitzat ja als segles xx i xxi (Susagna i Goula, 1999; Olivera *et al.*, 2006). Sabem que el primer terratrèmol ocorregut a la Península Ibèrica pel qual van publicar-se mapes d'isosistes molt poc després que es produís és el gran terratrèmol d'Andalusia, ocorregut la nit del dia de Nadal de l'any 1884. Des de llavors no s'ha produït cap terratrèmol a la Península que produís uns danys tan intensos i extensos, cap a mil víctimes mortals i pobles sencers destruïts (IGN, 1980). Per aquest terratrèmol disposem de dos mapes dibuixats per diferents autors just després del terratrèmol: Orueta (1885) i Tarramelli i Mercalli (1885). A la figura 2 presentem el mapa realitzat per Orueta (1885).

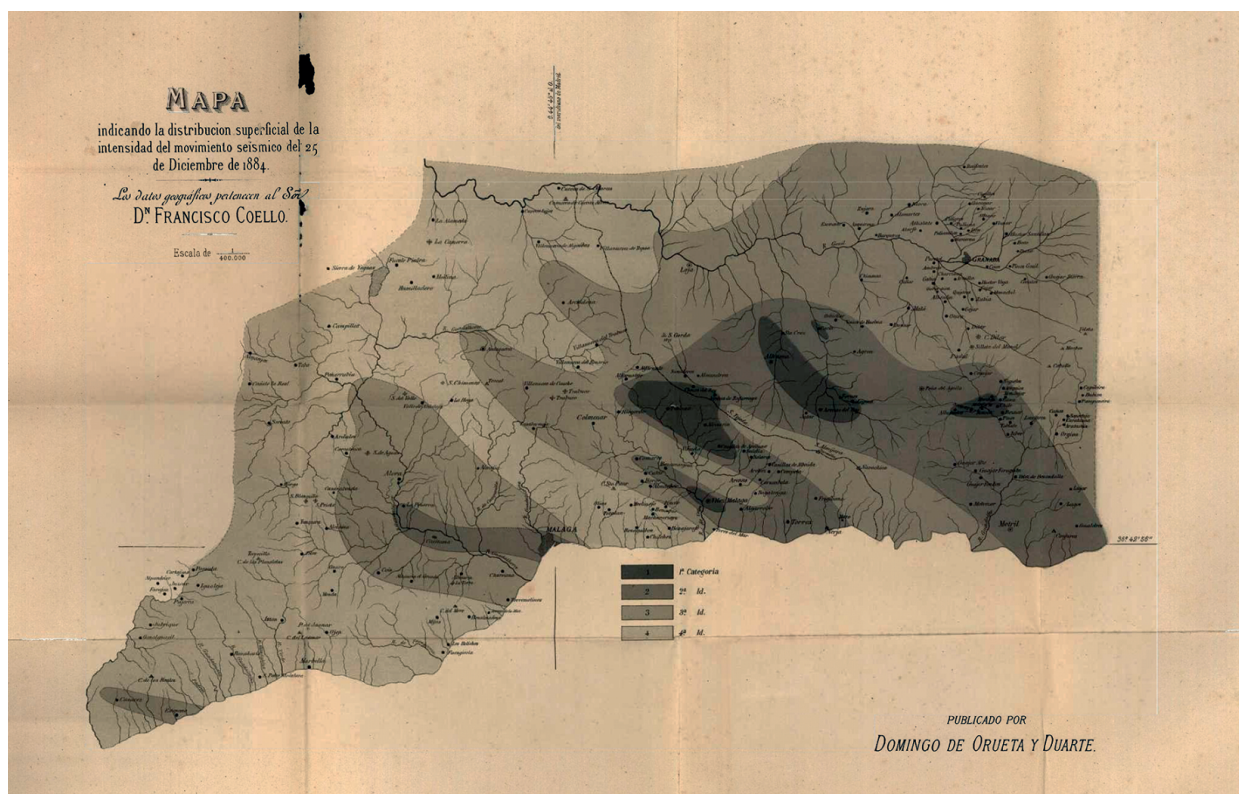


Figura 2: Mapa d'isosistes del gran terratrèmol d'Andalusia oriental de la nit del 25 de desembre de 1884 (Orueta, 1885).

A Catalunya els inicis dels estudis macrosísmics estan lligats als inicis de l'Observatori Fabra. El dia 18 de febrer de 1907 es va produir un terratrèmol que va ser percebut, principalment, al Vallès Occidental. Comas i Solà, llavors director de l'Observatori Fabra, va escriure immediatament als alcaldes de la zona demanant informació sobre la percepció del terratrèmol. Amb la informació recollida, poc després, el dia 29 d'abril, presentava a les sessions de la Real Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona el resultat del seu treball (Comas i Solà, 1907). Es tracta del primer mapa d'isosistes elaborat com a conseqüència d'un terratrèmol a Catalunya. El reproduïm a la figura 3. El mateix Comas i Solà va ser autor, els anys que va estar al capdavant de la secció sísmica de l'Observatori, de dos mapes macrosísmics més, corresponents als terratrèmols ocorreguts prop d'Amer el dia 6 d'abril de 1909 i prop de Montagut el dia 14 de juliol de 1912 (Comas i Solà, 1909, 1912).

Com ja hem explicat en parlar de les contribucions d'Eduard Fontserè a la sismologia (Batlló, 2023), aquest es va fer càrrec de la secció sismològica de l'Observatori Fabra l'any 1913. Des del primer moment es va preocupar per mantenir un registre dels terratrèmols percebuts i dels seus efectes. En cas de tenir notícia d'un terratrèmol percebut al llarg dels Pirineus o a la costa Mediterrània de la Península Ibèrica i les Illes Balears, tant per notícies rebudes, pels diaris, com pels sismogrames enregistrats a l'Observatori, feia crides als diaris per recollir informació dels possibles observadors. Ja hem dit (Batlló, 2023) que es va preocupar per organitzar una xarxa de voluntaris que en cas de sentir un terratrèmol informaven sistemàticament a l'Observatori. Com persona metòdica i ordenada, i inspirant-se en els treballs que es feien



Figura 3: Primer mapa d'isosistes d'un terratrèmol ocorregut a Catalunya. El va presentar Comas i Solà a la sessió de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona el 29 d'abril de 1907 (Comas i Solà, 1907).

a d'altres països, va redactar, imprimir i distribuir un full-qüestionari de forma que els observadors només tenien que omplir els camps demanats (figura 4). Aquesta forma de recollir la informació s'ha mantingut fins a dia d'avui donat que simplifica molt el sistema de recollida de la informació. Amb el qüestionari a les mans, tots els observadors, tot i ser lliures de consignar la informació que creguin convenient, responen a una mateixa sèrie de preguntes estandarditzades i molt focalitzades a l'avaluació del grau d'intensitat.

Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona.-Observatorio Fabra

SECCION SISMICA

OBSERVACIONES SISMICAS

POBLACION *Verpignan*

OBSERVADOR *M. Louis Bache* (DIRECCION 3, rue St Martin)

Tembolor de tierra ocurrido el día *28* de *Septiembre* de 19 *17*, a las *16* horas y *50* minutos. (Véase el Anexo N.º 1.)

Grado del temblor, con arreglo a la escala de Mercalli: *V* (Véase Anexo 2.)

Observaciones especiales (Véase Anexo 3.) *Deplacement de meuble sur la maison de la ville aux étages supérieurs. Les personnes se trouvant sur le rez-de-chaussée ou sur la rue n'ont senti la vibration, mais ils ont entendu un bruit sourd semblant à celui de vms, au bruit que fait, en passant, la roue d'un chariot automobile, selon les bruits, au bruit d'une explosion lointaine. L'oscillation s'est propagée sur le terrain N.O.-S.E. jusqu'à 250 mètres de l'Observatoire.*

Referencias de otras localidades (Véase Anexo 4.) *A Peroult, 2 personas, a pla. 7 personas. En el día sur. etc. etc. A San Vador, le bruit a été plus accentué. A Bessèges, un peu, très forte détonation. A Artalbe, le bruit a été très fort, sur le balcon, s'accroît continuellement par un coup de vent très fort et la cloche de l'église a sonné.*

Fecha *29 September 1917*

Firma *Voir ci-contre Louis Bache*

Se ruega la remisión de estas observaciones al Dr. EDUARDO FONTSERÈ, Director del servicio sismológico, en la REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES, RAMBLA DE LOS ESTUDIOS, BARCELONA.

Toda observación hecha de buena fe, aun cuando no parezca científica, es científicamente útil.

NOTAS

(1) Las horas se contarán de 0º a 24º, a partir de media noche.

(2) He aquí la Escala de Mercalli

GRADOS

- I. Sacudida instrumental.** Sentida solamente por los aparatos sísmicos.
- II. Sacudida muy ligera.** Sentida sólo por algunas personas en perfecto estado de reposo, particularmente en los pisos superiores de las casas, o por personas nerviosas y muy sensibles.
- III. Sacudida ligera.** Sentida por varias personas, poco numerosas con relación a la población total; se la refiere como apenas sentida y sin alarma y, en general, así que se hayan dado cuenta de que se trata de un terremoto hasta haber cambiado impresiones con otras personas.
- IV. Sacudida sensible.** No sentida por todos, pero sí por muchas personas en el interior de las casas y por pocas en el exterior. Trepitación de la vajilla, traspaso de los platos; ligero balanceo de los objetos suspendidos.
- V. Sacudida fuerte.** Sentida generalmente en las casas y por bastantes personas fuera. Las personas dormidas despiertan. Algunas se asustan y salen de sus casas; grandes desperfectos en los objetos suspendidos.
- VI. Sacudida muy fuerte.** Sacudida sentida por todos. Suave general; las gentes lloyan al exterior. Caída de objetos y revueltas. Algunos desperfectos en los edificios recién sólidos.
- VII. Sacudida extremadamente fuerte.** Suenan las campanas. Caída de chimeneas y tejas. Ligeros desperfectos en numerosos edificios.
- VIII. Sacudida ruinosas.** Ruina parcial de algunas casas; desperfectos considerables en otras. Algunos heridos.
- IX. Sacudida desastrosa.** Ruina total o casi total de algunas casas; grandes desperfectos en otras, que quedan inhabitables; víctimas no muy numerosas pero en diversos puntos de los lugares habitados.
- X. Sacudida muy desastrosa.** Ruina de muchos edificios; muchas víctimas; grietas del suelo; desmoronamiento en las montañas.

(3) Se anotarán los fenómenos particulares observados, en la propia localidad, en las personas y en las cosas; ruidos subterráneos, si se los oído y su carácter; si estos ruidos han procedido o seguido al terremoto, duración del mismo, etc.

(4) Referencias que el observador haga de personas fidedignas, extensión de la zona afectada por el temblor; punto en que ha sido más intenso. A ser posible se estimará la intensidad del terremoto en cada localidad con arreglo a la Escala de Mercalli.

Figura 4: Qüestionari macrosísmic corresponent al terratrèmol del dia 28 de setembre de 1917. Aquest model de qüestionari es va començar a utilitzar l'any 1915 i no es va modificar fins a l'any 1964 (arxiu de dades macrosísmiques de l'Observatori Fabra).

Amb la informació recollida Fontserè va elaborar molts mapes d'intensitats dels terratrèmols ocorreguts a la zona consagrada. El primer correspon a un dels terratrèmols percebuts a la zona de l'Alt Éssera els anys 1914 i 1915 (Fontserè, 1916a). Des d'aquest primer terratrèmol, des de 1915 fins a 1963 en què trobem publicat el darrer resum macrosísmic signat per Fontserè, és dir, durant un període de cinquanta anys, Fontserè és la figura de referència en l'estudi macrosísmic dels terratrèmols que ocorren a la part NE de la Península Ibèrica i la costa mediterrània, des del Cap de Creus fins als confins de Múrcia.

A la taula 1 trobareu un llistat de tots els mapes preparats per Fontserè (i també tots els mapes publicats de terratrèmols catalans del període 1900-1983). Una part no els va publicar com a treball propi, sinó dintre del catàleg de sismicitat de la Península Ibèrica compilat per Galbis (1932, 1940). I encara en trobem uns pocs que no va publicar mai, potser perquè altres autors es van avançar o potser per dubtes sobre els resultats obtinguts. A la figura 5 reproduïm el mapa d'isosisetes del terratrèmol del dia 15 de juny de 1916 a la costa mediterrània publicat per Fontserè (1916b).

Una crítica que es pot fer al monumental treball de Fontserè és que sempre va utilitzar l'escala Mercalli de X graus. Ja l'any 1913, quan va començar el seu treball, era una escala que, tot i utilitzar-se a molts llocs, començava a perdre posicions davant la nova escala de XII graus, que semblava més precisa i equilibrada en la descripció dels efectes associats als diferents graus. Suposem que Fontserè es va decantar per l'escala de X graus perquè estava més acostumat al seu ús i era la mateixa que utilitzà el seu predecessor, Comas i Solà. També, la necessitat de modificar el qüestionari imprès si s'adoptava una altra escala deuria jugar en contra. Però acabada la gran guerra, l'ús de l'escala de XII graus es generalitzà i la de X graus es convertí en residual. Fontserè mai no canvià l'escala utilitzada al llarg de la seva vida. També és cert que en els graus més baixos, els més comuns a Catalunya, la diferència entre ambdues escales és mínima, amb una petita tendència a assignar graus més elevats en el cas d'utilitzar l'escala de X graus.

A dia d'avui, el valor més important del treball de Fontserè és la cura que va tenir en recollir i classificar el material de les observacions que rebia. L'Observatori Fabra conserva tot aquest material degudament classificat i això ens permet revisar i reassignar els valors d'intensitat percebuda com es va fer amb la publicació, l'any 1999, del nou *Atlas sísmic de Catalunya* (Susagna i Goula, 1999) on els valors de les intensitats percebudes de tots els terratrèmols ocorreguts a Catalunya van ser recalculats segons l'escala MSK (Medvedev *et al.*, 1967), de XII graus.

Fontserè no només va mantenir un registre acurat dels terratrèmols percebuts a Catalunya, també es va interessar pels terratrèmols dels temps passats i tota la seva vida va acumular materials per estudiar-los. El fruit del treball realitzat es publicà de manera pòstuma com a extens llibre amb el títol *Recopilació de dades sísmiques de les terres catalanes entre 1100 i 1906* (Fontserè i Iglésies, 1971). El llibre també inclou diferents mapes dels punts afectats per diferents terratrèmols.

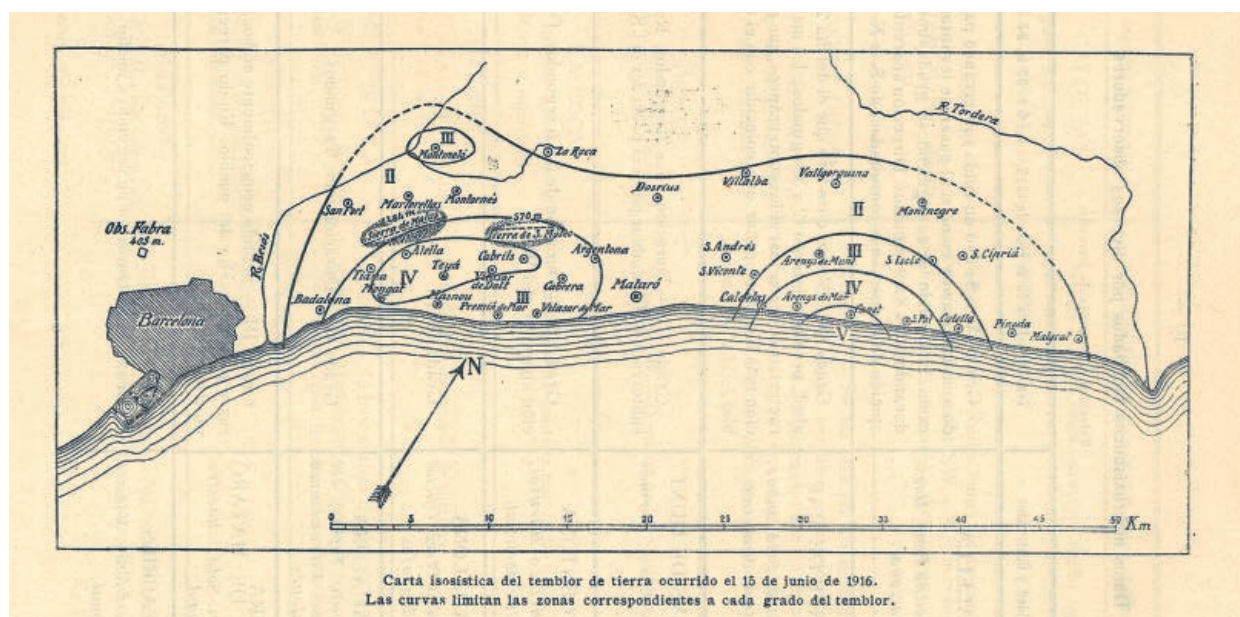


Figura 5: Mapa d'isosisetes del terratrèmol ocorregut el 15 de juny de 1916 a la costa del Maresme, estudiat i publicat per Fontserè (1916b).

Fontserè, el terratrèmol de la Val d'Aran de 1923 i la continuïtat dels estudis sismològics...

TAULA 1. Terratrèmols ocorreguts a Catalunya entre els anys 1900 i 1983 dels quals hi ha un mapa d'isosistes, i també altres, publicats o no, dels Pirineus i de la costa mediterrània per als quals Eduard Fontserè va preparar un mapa. Les referències es troben després de la Bibliografia.

ANY	MES	DIA	HORA	MIN.	LAT.	LONG.	Imax	REGIÓ	Publicació	Observacions
1903	4	20	8	45	42,30N	3,28E	VI	Roses (Girona)	Rey Pastor (1935)	
1907	2	18	2	41	41,50N	2,00E	IV	Rubí (Barcelona)	Comas i Solà (1907)	
1909	4	6	21	27	42,05N	2,58E	VI	Amer (Girona)	Comas i Solà (1909)	
1912	7	14	18	47	42,23N	2,57E	VI	Montagut (Girona)	Comas i Solà (1912)	
1912	11	22	21	27	41,52N	2,33E	V	Teià (Barcelona)	Faura i Sans (1913)	
1915	3	28	4	33	42,55N	0,63E	VII	Castanesa (Osca)	Fontserè (1916a)	
1916	4	27	22	36	41,55N	2,53E	V	Arenys de Mar (Barcelona)	Fontserè (1916b)	
1916	6	15	0	33	41,52N	2,36E	IV-V	Canet de Mar (Barcelona)	Fontserè (1916)	
1916	11	28	22	5	38,57N	0,95W	VII	Salinas (Alacant)	Fontserè (1917a)	Hoja 2
1917	1	26	18	6	41,20N	0,77E	V	Bellmunt del Priorat (Tarragona)	Fontserè (1917b)	
1917	1	28	22	32	38,03N	1,27W	VI	Torres de Cotillas (Múrcia)	Fontserè (1917c)	Hoja 3
1917	6	22	12	24	42,50N	1,98E	IV-V	Llívia (Girona)	Fontserè (1918a)	
1917	9	28	15	42	42,50N	3,20E	VI	Portvendres (Pirineus orientals)	Fontserè (1918a)	
1917	10	23	22	42	41,20N	2,30E	V	al mar (costa de Barcelona)	Fontserè (1918a)	
1918	2	22	20	26	42,32N	1,38E	V	el Pla de Sant Tirs (Lleida)	Fontserè (1918b)	
1918	6	3	5	41	41,97N	3,20E	IV	al mar (costa de Girona)	Galbis (1932)	de Fontserè
1918	11	22	18	13	38,08N	0,80W	VI	Algorfa (Alacant)	Galbis (1932)	de Fontserè
1918	12	5	18	34	42,95N	3,17W	V	Garralda (Navarra)	Galbis (1932)	de Fontserè
1919	9	10	10	40	37,98N	0,87W	VII-VIII	W San Miguel de Salinas (Alacant)	Inglada (1926)	Fontserè no publicat
1919	10	8	7	20	39,58N	2,98E	V	Montuiri (Illes Balears)	Galbis (1932)	de Fontserè
1919	11	29	0	25	42,53N	0,90E	VI	Boi (Lleida)	Galbis (1932)	de Fontserè
1919	12	2	20	9	42,60N	0,80E	V	Benasc (Osca)	Galbis (1932)	de Fontserè
1921	12	16	14	43	41,98N	2,57E	IV-V	Susqueda (Girona)	Galbis (1932)	de Fontserè
1923	4	14	17	50	41,50N	2,27E	IV-V	Tiana (Barcelona)	Galbis (1932)	de Fontserè
1923	7	10	5	31	42,46N	0,91W	VII	Martes. (Osca)	Rey Pastor (1931)	Fontserè (1923) + Fontserè no publicat
1923	9	9	11	35	42,28N	2,20E	IV-V	Setcases (Girona)	Galbis (1932)	de Fontserè
1923	11	7	4	52	41,37N	3,17E	V	Mediterrània	Galbis (1932)	de Fontserè
1923	11	19	3	55	42,75N	0,70E	VIII	Viella (Lleida)	Rey Pastor (1927)	Fontserè no publicat
1924	2	22	15	32	43,05N	0,28W	VII	Arudy (Pirineus atlàntics)	Galbis (1932)	de Rey Pastor
1924	2	27	21	53	42,67N	0,72E	VI	Viella (Lleida)	Galbis (1932)	de Fontserè
1925	10	12	1	8	41,37N	1,95E	IV	Corbera de Llobregat (Barcelona)	Galbis (1932)	de Fontserè
1927	3	12	20	35	41,70N	2,47E	VII	Sant Celoni (Barcelona)	Fontserè (1927)	
1928	11	24	16	49	41,45N	2,47E	IV-V	Alella (Barcelona)	Galbis (1940)	de Fontserè
1928	11	28	14	16	41,45N	2,47E	V-VI	el Masnou (Barcelona)	Galbis (1932)	de Fontserè
1928	12	13	5	37	41,45N	2,45E	V-VI	Vilassar de Mar (Barcelona)	Galbis (1940)	de Fontserè
1929	2	3	0	34	41,43N	2,45E	V	Tiana (Barcelona)	Galbis (1940)	de Fontserè
1930	5	11	1	33	41,72N	2,85E	IV	Lloret de Mar	Galbis (1940)	de Fontserè
1930	6	2	1	52	41,37N	0,98E	V	l'Espluga de Francolí (Tarragona)	Galbis (1940)	de Fontserè
1930	9	5	2	21	41,68N	2,50E	IV	Sant Celoni (Barcelona)	Galbis (1940)	de Fontserè
1930	9	18	6	12	41,62N	2,52E	IV	Calella (Barcelona)	Galbis (1940)	de Fontserè
1943	3	26	5	2	41,53N	2,93E	V	Calella (Barcelona)	Fontserè (1944)	
1945	10	22	13	13	42,48N	1,08E	V	Cabdella (Lleida)	Fontserè (1946)	
1947	12	13	0	7	42,82N	0,83E	V-VI	Bossòst (Lleida)	Fontserè (1949)	
1949	2	13	5	6	41,12N	0,82E	V	Bellmunt del Priorat (Tarragona)	Fontserè (1951)	
1950	1	31	10	49	42,98N	0,17E	VII	Beaudéan (Alts Pirineus)	Fontserè (1952)	
1950	6	28	23	27	43,13N	2,63E	VI-VII	Llenguadoc	Fontserè (1952)	
1951	2	11	15	44	41,53N	2,75E	V	Malgrat de Mar (Barcelona)	Fontserè (1953)	
1953	9	28	21	41	41,13N	1,58W	VII	Used (Saragossa)	Fontserè (1954)	
1955	11	20	18	21	40,93N	1,57E	IV	Tarragona	Fontserè (1957)	
1956	7	31	18	32	41,60N	2,27E	V	el Figaró (Barcelona)	Fontserè (1960)	
1958	8	8	5	29	41,50N	2,83E	IV	Mediterrània	Fontserè (1961)	
1958	8	8	20	37	41,52N	2,85E	IV	Mediterrània	Fontserè (1961)	
1958	11	25	2	23	42,98N	0,30E	VI-VII	Héches (Alts Pirineus)	Fontserè (1961)	
1960	4	2	13	25	41,22N	1,23E	V	el Rourell (Tarragona)	Fontserè (1969)	
1962	6	9	5	59	41,98N	0,60E	V	Tragó de Noguera (Lleida)	Fontserè (1969)	
1962	11	2	18	6	42,25N	2,15E	V	Sant Joan de les Abadesses (Girona)	Fontserè (1969)	
1962	12	31	0	52	41,98N	0,87E	IV-V	Palau de Noguera (Lleida)	Fontserè (1969)	

ANY	MES	DIA	HORA	MIN.	LAT.	LONG.	Imax	REGIÓ	Publicació	Observacions
1964	8	29	2	45	42,75N	0.00E	V-VI	Luz-Saint-Sauveur (Alts Pirineus)	Ob. Fabra (1970)	
1965	7	8	3	21	42,43N	1,62E	IV	la Seu d'Urgell (Lleida)	Ob. Fabra (1971)	
1966	1	14	11	31	42,28N	2,08E	IV-V	Planoles (Girona)	Ob. Fabra (1972)	
1968	2	25	5	54	41,00N	1,23E	IV	Valls (Tarragona)	Ob. Fabra (1974)	
1970	3	14	15	48	42,58N	1,63E	V-VI	Andorra	Ob. Fabra (1976)	(és una sèrie a Andorra) No hi ha enquestes
1972	9	6	8	49	42,07N	2,78E	IV	Banyoles (Girona)	Ob. Fabra (1978)	
1973	10	26	4	11	41,73N	2,92E	V	Tossa de Mar (Girona)	Ob. Fabra (1980)	
1976	3	1	2	26	41,32N	1,75E	V	Vilafranca del Penedès (Barcelona)	Pavia & Olivera (1983)	
1978	12	29	0	19	42,65N	0,93E	V	Viella (Lleida)	Susagna et al. (1985)	
1979	5	25	1	43	41,98N	2,65E	V	Anglès (Girona)	Susagna et al. (1986a)	
1980	2	29	20	40	43,07N	0,33W	VIII	Arudy (Pirineus atlàntics)	Susagna et al. (1986b)	
1980	12	14	19	5	41,70N	2,50E	V	Sant Celoni (Barcelona)	Susagna et al. (1986b)	
1981	1	31	7	55	42,67N	1,07E	V	Viella (Lleida)	Susagna & Olivera (1987)	
1981	5	19	11	52	41,62N	2,55E	IV	Montserrat (Barcelona)	Susagna & Olivera (1987)	
1981	10	19	19	18	41,57N	2,43E	IV	Argentona (Barcelona)	Susagna & Olivera (1987)	
1982	1	6	16	32	43,08N	1,07W	VI-VII	S St. Palais (Pirineus Atlàntics)	Susagna & Olivera (1991)	Fet per Pavia
1982	2	13	22	46	41,85N	1,87E	IV	Balsareny (Barcelona)	Susagna & Olivera (1991)	
1983	11	5	21	1	41,60N	2,98E	III	Mataró (Barcelona)	Susagna & Olivera (1992)	

A la mort de Fontserè l'Observatori Fabra va continuar amb la tasca de recollida i estudi dels efectes macrosísmics. Al resum de l'any 1968 s'introdueix l'escala de Mercalli Modificada (Richter, 1958), de dotze graus. També es modificà el qüestionari macrosísmic; ara no es demanava al comunicant que assignés un grau determinat. Al seu lloc es feien moltes més preguntes més concretes, que permetien a l'analista d'assignar un grau. Així no calgué introduir modificacions per adaptar-lo a la nova escala. El reproduïm a la figura 6. A partir de 1974 els resums els signà Javier Pavia i els anys següents s'afegeixen Carme Olivera i Maria Teresa Susagna.

Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona - Observatorio Fabra
 SECCION SISMICA

OBSERVACIONES SISMICAS

POBLACION: GERONA PROVINCIA: GERONA

Nombre y apellidos del observador: _____
 Dirección: CARME Profesión: S.I.

FECHA DEL MOVIMIENTO SISMICO: 6 de Septiembre
 Hora en que fue sentido: 9 50

Número de personas, en la localidad, que sintieron la sacudida (Poner X en la correspondiente casilla):
 Una sola Pocas Muchas Todas

Situación o posición que tenían en el momento de la sacudida:
 En un edificio (¿En qué piso? 1R) Al aire libre Tendidas Sentadas De pie

¿Fue sentido en poblaciones vecinas? NO SI
 ¿En cuales? _____

¿Cuántas sacudidas se sintieron? Una
 ¿A qué horas? _____
 Dirección y otras características de las sacudidas sentidas:
 Naturaleza del movimiento:
 Lento balanceo Vibración Choque brusco De arriba abajo De abajo arriba

Naturaleza o tipo de suelo de la localidad:
 Espesor de la tierra blanda hasta el suelo duro: _____
 Si se oyó un ruido subterráneo, indicar su procedencia, y si fue oído antes, durante o después de la sacudida: NO

Otras apreciaciones personales:

Nota:
 1.- Las horas se cuentan de 0 a 24 a partir de medianoche, en tiempo legal. Indique, a ser posible, la hora y el minuto de la sacudida.
 2.- Referencias que el observador haga de personas filélogas, ovisión de la zona afectada por el temblor; pongo en que ha sido más intenso. A ser posible se anotará la extensión del terremoto en cada localidad con arreglo a la Escala de "Mercalli Modificada".
 Una observación negativa en sus dos casos si fuera afirmativa, en particular para la determinación de los frentes del temblor.

Se ruego la remisión de esta hoja (con en el caso de no haber sido sentido el temblor, consignando: no percibido) a:
 Director del Observatorio Fabra
 Real Academia de Ciencias y Artes
 Rambla de los Estudios, 115
 BARCELONA - 2

Escala de "MERCALLI MODIFICADA"
 Indique la intensidad del temblor poniendo una X en el casillero correspondiente al fenómeno observado:

GRADO

1 **Sacudida instrumental:**
 Movimiento notado solamente por los sismógrafos.

2 **Sacudida muy ligera:**
 Sacudida sentida solamente por unas pocas observadores en reposo, particularmente en los pisos superiores de las casas.

3 **Sacudida ligera:**
 Sacudida sentida por varias personas en reposo (poco nerviosas con relación a la población total)
 Suficientemente fuerte para poder apreciar la dirección o dirección

4 **Sacudida sensible:**
 Sacudida sentida por varias personas en actividad
 Mejor sentida en las casas que al aire libre
 Temblor de objetos sencillos (puertas, ventanas, etc.)
 Crujido del suelo, empujamiento de la vajilla.

5 **Sacudida muy sensible:**
 Sacudida sentida por toda la población
 Temblor de objetos pesados (muebles, camas, etc.)
 Suenan algunas campanillas o tintineo de algunos objetos suspendidos

6 **Sacudida fuerte:**
 Las personas dormidas despiertan.
 Se detienen los péndulos de los relojes.
 Algunas personas salen asustadas de sus casas.
 Temblor aparente de los árboles.
 Oscilación bastante amplia de los objetos suspendidos (lámparas, etc.)

7 **Sacudida muy fuerte:**
 Caída de objetos.
 Cae yeso del techo y paredes.
 Suenan las campanas de las iglesias.
 Plástico general; las gentes huyen al exterior.
 No hay daños en los edificios sólidos, pero algunos desperfectos en los muros sólidos.

8 **Sacudida extremadamente fuerte:**
 Caída de chimeneas.
 Grietas en las paredes. Ligeros desperfectos en numerosos edificios.

9 **Sacudida destructora:**
 Destrucción total o parcial de algunos edificios; desperfectos considerables en otros.
 Algunos heridos aislados.

10 **Sacudida muy destructora:**
 Destrucción de edificios sólidos.
 Gritos en el suelo.
 El agua de ríos y lagos es proyectada.

11 **Sacudida catastrófica:**
 Destrucción de muchos edificios, puentes y diques.
 Vías del ferrocarril deformadas.
 Desbordamiento de aguas.
 Varias víctimas en diversos puntos de los lugares habitados.

12 **Sacudida extremadamente catastrófica:**
 Ningún edificio queda en pie.
 Montañas hundidas o deformadas.
 Se forman escuallas y saltos de agua.
 Muchas víctimas.

Toda observación hecha de buena fe, aun cuando no parezca científica, es científicamente útil

Figura 6: Qüestionari macrosísmic corresponent al terratrèmol del dia 6 de setembre. Aquest model de qüestionari es va començar a utilitzar l'any 1965 i conté moltes més preguntes que l'anterior. A més, no es demana a l'observador que avalui el grau d'intensitat (arxiu de dades macrosísmiques de l'Observatori Fabra).

De l'Observatori Fabra al Servei Geològic de Catalunya

L'any 1981 el Parlament de Catalunya aprovà la Llei 14/1981 de creació del Servei de Sismologia de Catalunya; però en realitat no es va poder establir com una secció del Servei Geològic de Catalunya fins a l'any 1983. Des de llavors aquest servei ha continuat com una unitat seguint els canvis estructurals del Servei Geològic i de l'Administració en general i a dia d'avui forma part de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. Donat que un dels objectius del nou servei era (i és) "desenvolupar i mantenir la xarxa sísmica i el servei d'informació sismològica i d'avaluació del risc sísmic de Catalunya" (Llei 19/2005, 27 desembre 2005), és natural que el nou organisme continués amb la responsabilitat de la recopilació i l'estudi dels efectes macrosísmics dels terratrèmols a Catalunya. La transició es va fer de comú acord amb la Reial Acadèmia de Ciències de Barcelona, responsable de l'Observatori Fabra. El nou servei va alliberar del gruix de la tasca a l'Observatori Fabra, que l'estava fent de forma quasi bé gratuïta, alliberant així recursos a aquesta institució. A més, les primeres encarregades de la tasca van ser les mateixes persones que ja col·laboraven amb l'Observatori, donant continuïtat total al treball. També, per mostrar la continuïtat, els nous qüestionaris s'emetien sota el doble encapçalament de Servei Geològic de Catalunya i Observatori Fabra com podem veure a la figura 7.

S'introdueixen canvis en el sistema de recollida d'enquestes. En cas de terratrèmol percebut per la població, el Servei Geològic, com a entitat pública de l'Administració, escriu directament als ajuntaments demanant que distribueixin les enquestes al seu terme municipal i també, a partir de 1995, que omplin un qüestionari municipal, que intenta resumir els efectes al municipi (figura 8). Una altra novetat és que s'adoptà l'escala MSK, llavors en ús a la majoria de països europeus, per assignar graus d'intensitat.

Generalitat de Catalunya
 Departament de Política Territorial
 i Obres Públiques
 Secretaria General
 Servei Geològic de Catalunya

OBSERVATORI FABRA
 REIAL ACADEMIA DE CIÈNCIES I ARTS

OBSERVACIONS SÍSMIQUES

Li agrairíem que respongués al següent qüestionari posant una creu a la resposta més adient. Una observació negativa (terratrèmol no sentit) és tant vàlida com una afirmativa. Un cop omplert, si us plau, retornem aquesta enquesta al vostre Ajuntament.

NOM JOSEP COGNOMS _____
 PROFESSION Serraller
 LOCALITAT ON ES TROBAVA EN EL MOMENT DEL TERRATRÈMOL VALLFOGONA DE RIUCORB

DATA DEL MOVIMENT SÍSMIC 06.01.89 HORA 20 : 30

Va sentir el terratrèmol? SI NO

A la mateixa localitat on vostú es trobava cap d'altres persones que el van sentir? CAP POQUES MOLTES

Al moment de la sotragada es trobava AIRE LLUIRE A CASA Quin pis? 1a

Al moment de la sotragada estava ESTRAT SEGUT DEMPUS

ESTAVA DORMIT I EM VAIG DESPERTAR

De la següent llista marqui els objectes que es van belfugar
 VIDRES DE LES FINESTRES PORTA
 LAMPARES LLIT VAIXELLA
 Tauletes i Cadirees

ALTRES MOBLES O OBJECTES _____

Durant quant temps va notar la sotragada? 3 a 4 segons

Es va produir pànic? SI NO

Es van produir esquerdes a les parets o caiguda de guix? SI NO

OBSERVACIONS
 Si us plau, escrigui qualsevol informació que pugui ampliar el qüestionari anterior.

Figura 7: Qüestionari macrosísmic corresponent al terratrèmol del dia 6 de gener de 1989 amb epicentre a França. Aquest model de qüestionari es va començar a utilitzar l'any 1989. És molt semblant a l'anterior que es mostra a la figura 6, però ja es distribuïen des del Servei Geològic de Catalunya (arxiu de dades macrosísmiques de l'ICGC).

Qüestionari Global (a omplir per l'Ajuntament)

Terratrèmol del dia _____ hora _____
 Ajuntament de/d' _____

1 El terratrèmol ha estat percebut per la població si no

2 Percepció per les persones

• Quantes persones l'han percebut ?
 dins els edificis poques (5%) moltes (50%) tothom (>75%)
 fora dels edificis poques (5%) moltes (50%) tothom (>75%)

• Quantes persones s'han despertat?
 poques (5%) moltes (50%) tothom (>75%)

• S'ha produït ensurt pànic sortida general al carrer

• Hi ha zones de la població on s'hagi percebut de manera diferent?

3 Efectes sobre els objectes

• lleugeres vibracions de cadires, llits, etc

• moviments de líquids en els recipients

• oscil·lació de làmpades o objectes penjats

feble fort

• vibració de vidres de finestres, vaixel·la, etc

• batec de finestres i portes

• oscil·lació de quadres

• desplaçament d'objectes lleugers

• desplaçament d'objectes pesats

• caiguda d'objectes quins? _____

• desplaçament de mobles lleugers

• desplaçament de mobles pesats

• trencament de vidres de finestres o portes

Si s'han observat algun defecte al municipi o alguna observació sobre l'entorn podem indicar-ho a la part posterior.

Figura 8: Qüestionari macrosísmic destinat als ajuntaments. Es va enviar juntament amb els qüestionaris individuals a partir de 1995.

També en aquesta època altres grups universitaris s'interessen pel tema de la revisió de la sismicitat de Catalunya i, dintre d'aquest objectiu, a la revisió del coneixement macrosísmic dels terratrèmols passats. En aquest tema cal mencionar el catàleg sísmic de Suriñach i Roca (1982) i el treball de Banda i Correig (1984) sobre el gran terratrèmol de 1428.

L'any 1984 es publicà el primer *Butlletí sismològic* en una sèrie continuada fins a dia d'avui. El butlletí presenta un resum de la sismicitat enregistrada a Catalunya i un dels seus apartats és dedicat a les observacions macrosísmiques. A més de consignar tots els terratrèmols percebuts per la població de Catalunya i els llocs de percepció, s'inclouen mapes sempre que l'amplitud i característiques de la zona de percepció ho demana o es creu convenient per motius de claredat.

La recollida, anàlisi i presentació de la informació macrosísmica ha evolucionat amb el temps. L'any 1989 s'abandona definitivament el traçat d'isosistes. Com ja hem dit, els mètodes numèrics i recursos informàtics permeten tractar els punts d'intensitat directament, eliminant el pas subjectiu de les isosistes. A la figura 9 es pot veure el mapa d'intensitats publicat al *Butlletí sismològic* per l'últim terratrèmol amplament perceptut a Catalunya, que es va produir el 3 d'abril de 2019. Encara que, respecte als antics mapes elaborats per Fontserè, el contingut no varia molt, la presentació de la síntesi de les observacions ha variat.

L'escala utilitzada per a l'avaluació dels efectes macrosísmics també ha variat. Seguint les propostes del grup de treball sobre escales macrosísmiques de l'European Seismological Commission, l'any 1993 es va adoptar l'escala EMS92 i l'any 1999 l'escala EMS98, revisió de l'anterior. Cal dir que les diferències entre les escales MSK, EMS92 i EMS98 són mínimes i, quan existeixen, són degudes a un intent de definir millor els diferents graus, eliminant possibles ambigüitats.

A partir de 2011 el qüestionari es troba en línia, a disposició de qualsevol ciutadà en qualsevol moment (figura 10). El 2020 es va reformular totalment el qüestionari. L'objectiu del canvi va ser adaptar-lo perquè a partir de l'any 2022 la primera avaluació dels qüestionaris es fes de forma automàtica, seguint els pro-

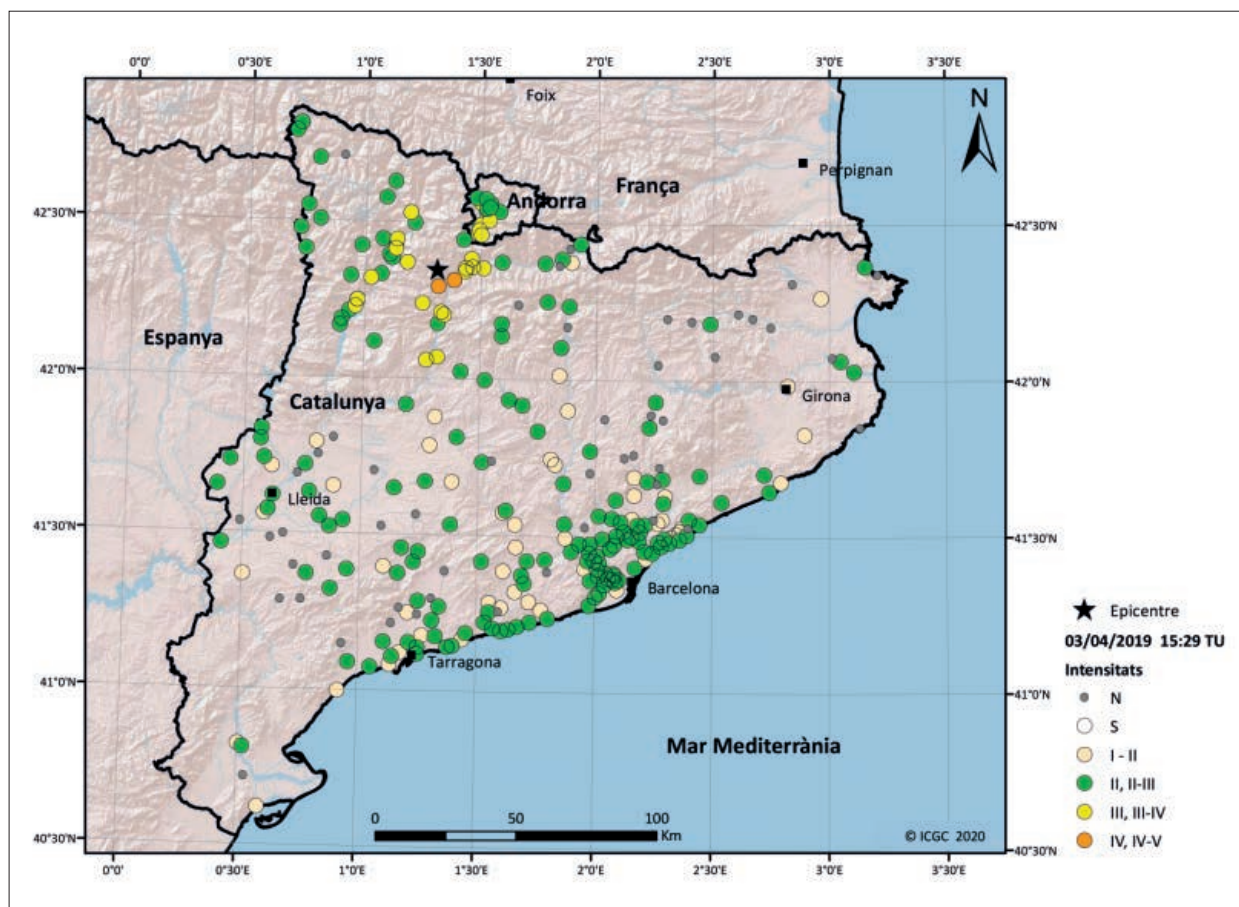


Figura 9: Mapa macrosísmic corresponent al terratrèmol ocorregut el 3 d'abril de 2019 a l'Alt Urgell. És l'últim terratrèmol amplament sentit a Catalunya (de *Butlletí sismològic* 2019).

Fontserè, el terratrèmol de la Val d’Aran de 1923 i la continuïtat dels estudis sismològics...

cediments proposats per l’USGS (United States Geological Survey) en el seu qüestionari DYFI (*Did You Feel It*) (Wald *et al.*, 2011) i ja en ús a d’altres països europeus. La figura 11 mostra el nou qüestionari. Els resultats de l’avaluació automàtica podran introduir-se als ShakeMaps (Worden *et al.*, 2020) que es publiquen per a la zona dels Pirineus (Irizary *et al.*, 2022).

Un últim aspecte que cal destacar és que, des de la seva creació, el Servei de Sismologia de Catalunya va dedicar esforços a l’estudi dels terratrèmols catalans del passat. La sismicitat de Catalunya no és elevada; però tenim notícia d’alguns terratrèmols destructors en el passat, anteriors a l’establiment del seu registre instrumental. Per tant, es fa necessari conèixer amb el màxim detall possible les característiques i efectes d’aquests terratrèmols. Per realitzar el seu estudi es van establir convenis amb la Universitat de Barcelona i es va formar un grup interdisciplinari d’especialistes en història i sismologia. Els resultats d’aquest treball han estat l’objecte de diverses publicacions. Només citarem l’última: *Els terratrèmols dels segles XIV i XV a Catalunya* (Olivera *et al.*, 2006) on es fa menció de tots els treballs anteriors.

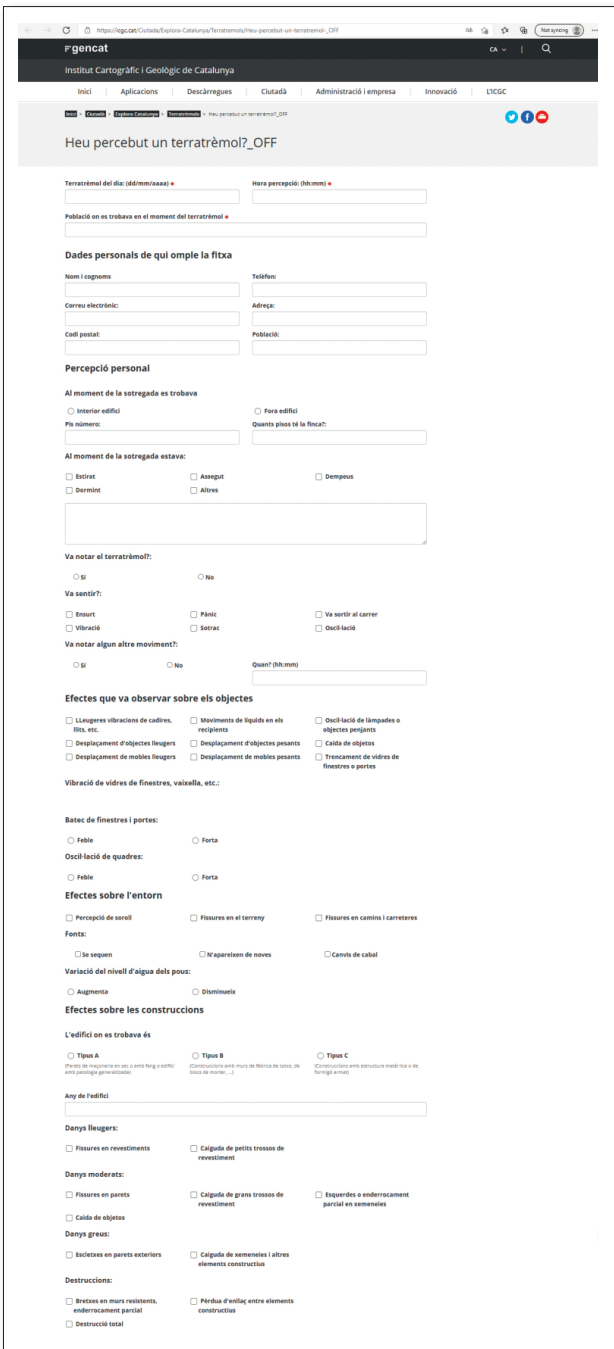


Figura 10: Imatge del qüestionari macrosísmic en línia que es va implementar al web de l’Institut Geològic de Catalunya l’any 2011.

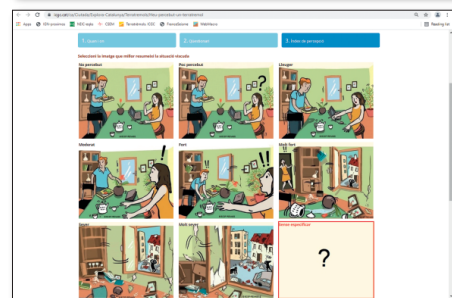
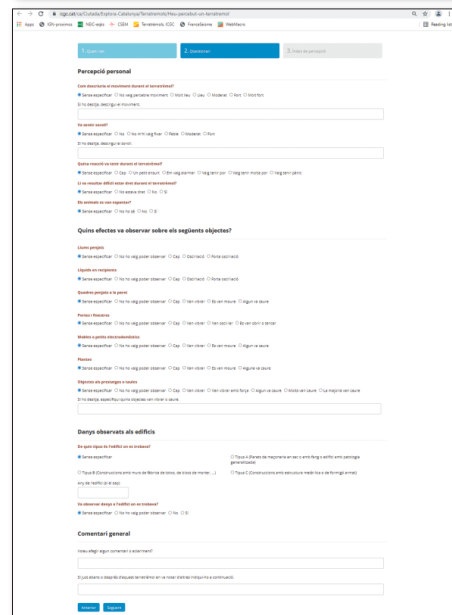
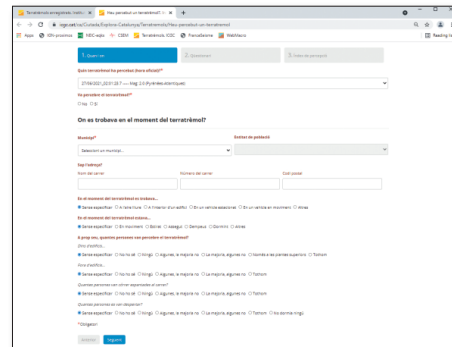


Figura 11: Imatge del qüestionari macrosísmic en línia implementat al web de l’Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya l’any 2020. És molt diferent de l’anterior i està preparat per a la seva avaluació automàtica.

El terratrèmol del 19 de novembre de 1923

Com a exemple del treball de Fontserè amb els registres macrosísmics ens fixarem en el terratrèmol que va succeir el 19 de novembre de 1923 amb epicentre al voltant de la Val d'Aran. És el terratrèmol de més intensitat que s'ha produït a Catalunya durant el segle xx, Fontserè va assignar un grau d'intensitat epicentral de VIII a l'escala de Mercalli. A la revisió de Susagna i Goula (1999) el grau assignat és també VIII a l'escala MSK.

El terratrèmol va ser àmpliament percebut a tot Catalunya, a una gran part d'Aragó i Navarra fins a Sant Sebastià i a d'altres punts del País Basc. També va ser percebut a tot el Migdia-Pirineus, fins a Bordeus, Tolosa de Llenguadoc i Montpeller.

Fontserè va recollir centenars de qüestionaris macrosísmics d'aquest esdeveniment i va preparar un mapa d'isosistes. No sabem per què (potser perquè se centra en els efectes a Catalunya) no el va publicar mai. En canvi es va publicar el mapa que pel mateix esdeveniment va elaborar Alfonso Rey Pastor (1927), que presentem a la figura 12. Als materials recollits per Fontserè i conservats a l'Observatori Fabra els qüestionaris de Catalunya són majoritaris; però també hi ha qüestionaris d'Aragó, Navarra i País Basc.

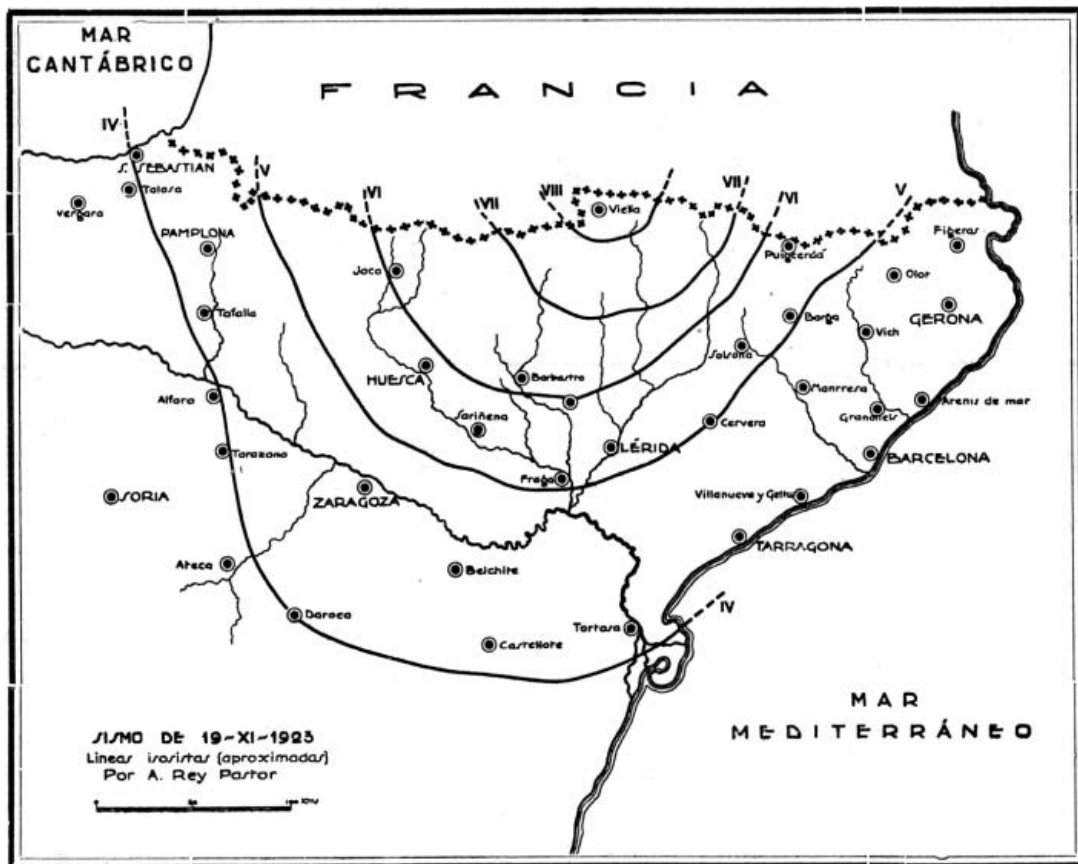


Figura 12: Mapa d'isosistes del terratrèmol ocorregut el 19 de novembre de 1923 amb epicentre a la Val d'Aran i publicat per Rey Pastor (1927). Com es veu, només cobreix la part ibèrica dels efectes del terratrèmol.

Hi ha dues versions del mapa que va preparar Fontserè, les dues es limiten a la zona de Catalunya. La primera la podem considerar esborrany (figura 13a) i la segona el mapa definitiu (figura 13b). És molt interessant veure, a l'esborrany, els dubtes de Fontserè respecte el traçat de les isosistes. El seu interès és traçar unes isosistes que reflecteixin el més fidelment possible els efectes sentits. El compromís entre la fidelitat als efectes locals i la continuïtat de les isosistes fa que es cargolin a diferents zones. Potser aquest resultat és el que va aturar la seva publicació. L'anàlisi modern de Susagna *et al.* (1994) mostra que els punts amb intensitats IV i V es troben barrejats a grans parts de Catalunya (figura 14). Un resultat així és normal donat que, a part d'atenuar-se amb la distància, la intensitat també depèn d'efectes locals

Fontserè, el terratrèmol de la Val d'Aran de 1923 i la continuïtat dels estudis sismològics...

d'amplificació i atenuació. Amb els coneixements actuals veiem que el mapa de Fontserè, amb les seves llengües d'intensitat, reproduïx en certa manera la distribució de sòls durs i tous de Catalunya que troben a *Mapa de mesozonació sísmica de Catalunya* (ICGC-meso, 2018).

En canvi, el mapa de Rey Pastor és molt simple. L'autor va optar per suavitzar molt el contorn de les isosistes, que es mostren amb una forma força circular i atenuant-se amb la distància. Les dues visions són vàlides. En un cas s'intenta ser el més fidel possible a les observacions. En l'altre s'opta per una visió molt de conjunt. Això ens mostra la dificultat del traçat d'isosistes i quant de subjectives són, depenen molt de la visió de l'autor.

I no depenen només de l'autor. Actualment disposem d'algorismes que ens permeten traçar-les de forma automàtica, sense intervenció del criteri subjectiu de l'autor; però per fer-ho s'han de definir prèviament

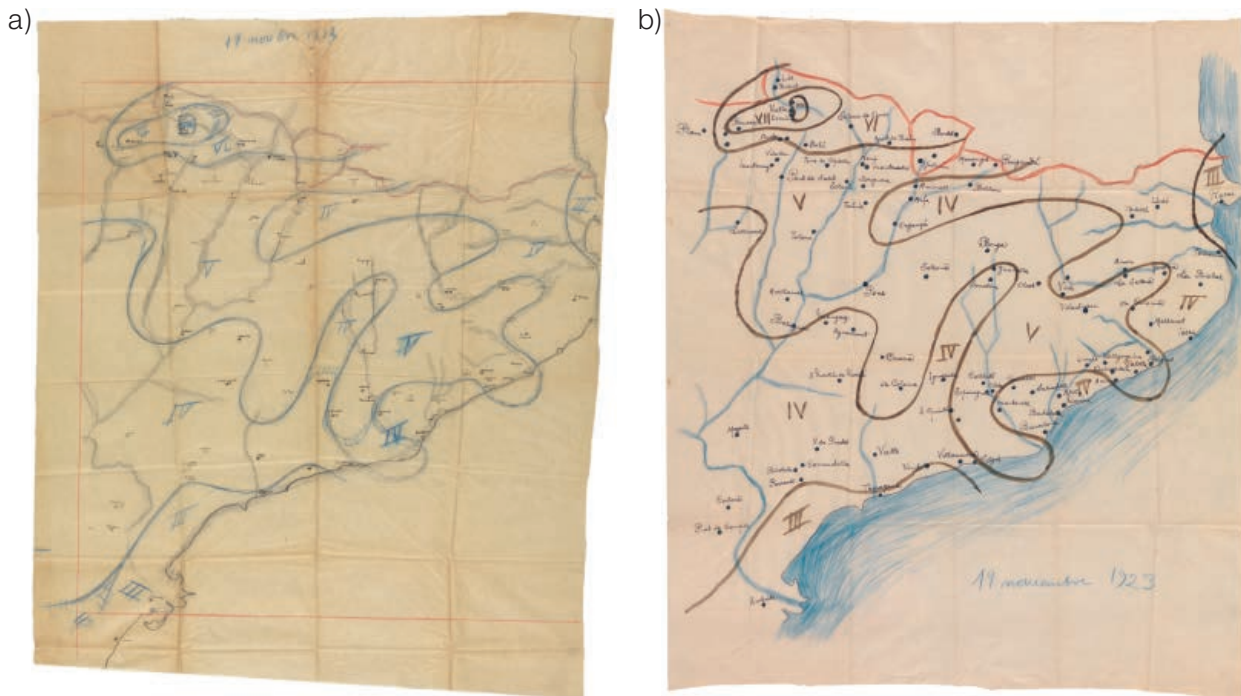


Figura 13: Mapes d'isosistes del terratrèmol ocorregut el 19 de novembre de 1923 amb epicentre a la Val d'Aran elaborats per E. Fontserè i que no han estat publicats fins ara. Només cobreixen la zona de Catalunya. (a) A l'esquerra es veu el mapa preliminar, amb els dubtes de Fontserè respecte als límits de les diferents àrees d'intensitat. (b) A la dreta es veu el mapa definitiu, que després es fotografiava i s'enviava a delineació per preparar la imatge definitiva. Aquest últim pas no es va fer mai. Com es veu, només cobreix la part ibèrica dels efectes del terratrèmol (arxiu de dades macrosísmiques de l'Observatori Fabra).

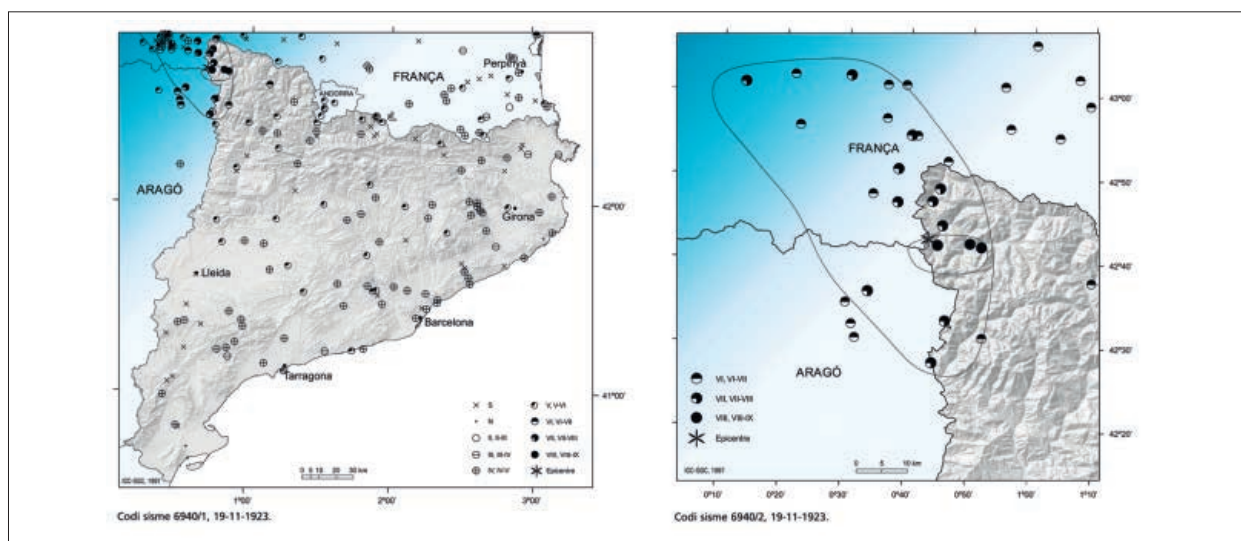


Figura 14: Mapa de punt d'intensitat del terratrèmol ocorregut el 19 de novembre de 1923 amb epicentre a la Val d'Aran i publicat a l'*Atles sísmic de Catalunya* (Susagna i Goula, 1999). A la figura de la dreta veiem el detall de la zona de màxima intensitat, al voltant de l'epicentre.

critèris d'interpolació i suavitzat. El problema observat es repeteix: ara l'obtenció de les isosistes es fa per mètodes repetibles; però segons siguin els criteris aplicats el resultat serà diferents (Schenkova *et al.*, 2007; Teves Costa *et al.*, 2019). Si el nostre objectiu és l'estudi de l'atenuació de la intensitat amb la distància a l'epicentre ens interessaran isosistes que presentin contorns regulars i, per tant, força suavitzades. Si el nostre objectiu és l'estudi de la perillositat i del risc sísmic estarem molt més interessats en el detall que ens reveli els efectes locals i, per tant, obtindrem corbes molt més complexes i zones separades.

Són per aquests motius que actualment assignem grau d'intensitat als punts d'on disposem d'observacions; però no publiquem mapes d'isosistes, deixant el seu traçat, sempre variable, en mans dels estudiosos que les traçaran en funció de les necessitats del seu treball. De fet, els mètodes numèrics ens permeten obtenir molts dels resultats que antuvi cercàvem mitjançant l'estudi de les isosistes directament a partir dels mateixos punts d'intensitat, sense necessitat del pas previ per les isosistes.

Epíleg

Un país com Catalunya, amb una sismicitat moderada i on els terratrèmols més importants han ocorregut en el passat, quan no existien els sismògrafs ni cap mètode de registre fidel dels moviments del sòl produïts pels terratrèmols, necessita dels estudis macrosísmics. És a partir de l'estudi de les intensitats que podem construir els nostres mapes de perillositat.

Ens hem de felicitar que tot i les turbulències polítiques i socials del segle passat aquest estudi ha mantingut una continuïtat i homogeneïtat. Per això som la regió de la Península Ibèrica que disposa de la sèrie més completa i homogènia de dades d'intensitat que han sigut i seran valuosíssimes en l'aprofundiment dels estudis de risc sísmic.

El treball iniciat pel primer director de l'Observatori Fabra, Josep Comas i Solà, va tenir una continuïtat per un període de més de cinquanta anys en la persona d'Eduard Fontserè, a qui devem el gruix de les observacions acumulades durant el segle xx. A dia d'avui continuem aprofitant-nos de la seva labor i encara hi ha informació nova i resultats a extreure dels seus reculls. L'Observatori Fabra, i des de la seva creació, el Servei Geològic de Catalunya, actualment Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, han continuat aquesta tasca, tant pel que fa a la recollida de la informació associada als terratrèmols que es produeixen, a la seva anàlisi, com a l'actualització continua dels resultats.

Bibliografia

- Banda, E., Correig, A. M. (1984). "The Catalan earthquake of February 2, 1428", *Eng. Geol.*, 20, 89-97. Doi: 10.1016/0013-7952(84)90045-0.
- Batló, J. (2023). "Eduard Fontserè i la sismologia catalana", en aquest volum.
- Comas i Solà, J. (1907). "Terremoto local del 18 de febrero de 1907", *Mem. R. Acad. Cien. y Artes de Barcelona*, VI (19), 257-260, 1 fig.
- Comas i Solà, J. (1909). "Nota sobre el terremoto olotino de 6 abril de 1909 y el terremoto peninsular del 29 de abril de 1909", *Mem. R. Acad. Cien. y Artes de Barcelona*, VIII (6), 75-84.
- Comas i Solà, J. (1912). "Terremoto regional de Olot (Gerona). (14 De julio de 1912)", *Rev. Soc. Astr. de España y América*, 160-161.
- Davison, C. (1921). "On scales of seismic intensity and on the construction and use of isoseismal lines", *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 12, 95-129.
- Davison, C. (1933). "Scales of seismic intensity: supplementary paper", *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 23, 158-166.
- Egen, P. N. C. (1828). "Über das Erdbeben in den Rhein-und Niederlanden vom 23. Februar 1828", *Annalen der Physik und Chemie*, 13 (5), 153-163. Doi:10.1002/andp.18280890514
- Ferrari, G., Guidoboni, E. (2000). "Seismic scenarios and assessment of intensity: some criteria for the use of the MCS scale", *Ann. Geophys.*, 43(4), 707-720.
- Fontserè, E. (1916a). "Sobre un centro de actividad sísmica en el Alto Éssera", *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 3a època, XII (8), 137-142, 1 fig.
- Fontserè, E. (1916b). "Nota sobre el temblor de tierra ocurrido en la costa de Levante el 15 de junio de 1916", *Mem. R. Acad. Cien. y Artes de Barcelona*, XIII (2), 7-13.
- Fontserè, E., Iglésies, J. (1971). *Recopilació de dades sísmiques de les terres catalanes entre 1100 i 1906*, Barcelona, Fundació Salvador Vives i Casajuana, 547 pp.
- Galbis, J. (1932). *Catálogo sísmico de la zona comprendida entre los meridianos 5°E y 20°W de Greenwich y los paralelos 45° N y 25° N*, Tomo I, Madrid, Dirección General del Instituto Geográfico, Catastral y de Estadística, 807 p.
- Galbis Rodríguez, J. (1940). *Catálogo Sísmico de la zona comprendida entre los meridianos 5° E y 20° W de Greenwich y los paralelos 45° y 25° N*, Tomo II, Madrid, Instituto Geográfico y Catastral, 280 p.
- Grünthal, G. (ed.) (1998). "European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98)", *Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Sismologie*, vol. 15, 99 p.
- ICGC-meso (2018). *Mapa de mesozonació sísmica de Catalunya: 1:250 000*, Barcelona, Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, en línia: <https://www.icgc.cat/Administracio-i-empresa/Descarregues/Cartografia-geologica-i-geotematica/Mapes-geo>

- físics-i-sísmics/Mapa-de-mesozonacio-sismica-de-Catalunya-1-250.000 (accedit el dia 15 de setembre de 2023).
- IGN (1980). *El terremoto de Andalucía de 1884*, Madrid, Inst. Geográfico Nacional, 139 p.
- Irizarry, J., Figueras, S., Colas, B., González-Drigo, J. R., Bozabalian, N., Blázquez, A. (2022). Proyecto "POr una Cultura común del Rlesgo SísmiCo", *IV Congreso ACE*, 10 p. (en premsa).
- Kitaibel, P., Tomtsányi, A. (1814). *Dissertatio de terrae motu in genere ac in specie Mórensi anno 1810 die 14. Januario orto*, Budae, Typis Regiae Universitatis Hungaricae.
- Mallet, R. (1862). *Great Neapolitan Earthquake of 1857: The First Principles of Observational Seismology*, London, Royal Society of London.
- Medvedev, S. P., Sponheuer, W., Karnik, V. (1967). "Seismic intensity scale version 1964", *Jena, Inst. Geody. Publ*, 48 p.
- Mercalli, G. (1902). "Sulle modificazioni proposte alla scala sismica De Rossi-Forel", *Boll. Soc. Sismol. Ital.*, 8, 184-191.
- Michetti, A. M., Esposito, E., Guerrieri, L., Porfido, S., Serva, L., Tavecchio, R., Vittori, E., Audemard, F., Azuma, T., Clague, J., Comerci, V., Gurpinar, A., Mccalpin, J., Mohammadioun, B., Mörner, N. A., Ota, Y., Roghazin, E. (2007). *Intensity Scale ESI 2007. Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia*. 74, Rome, APAT, 118 p.
- Musson, R. M. W., Cecic, I. (2002). "Macroseismology", a Lee, W., Jennings, P., Kisslinger, C., Kanamori, H.: *International Handbook of Earthquake & Engineering Seismology*, Part A, Volume 81A, New York, Academic Press, 807-822.
- Musson, R. M. W., Cecic, I. (2011). *Intensity and Intensity Scales*, a: *NMSOP-2*, chapter 12, 41 pp. Doi: 10.2312/GFZ.NMSOP-2_ch12.
- Olivera, C., Redondo, E., Lambert, J., Riera, A., Roca, A. (2006). *Els terratrèmols dels segles XIV i XV a Catalunya*, Barcelona, Institut Cartogràfic de Catalunya, 407 p.
- Orueta y Duarte, D. (1885). *Informe sobre las terremotos ocurridos en el sud de España en diciembre de 1884 y enero de 1885*, Málaga, Tip. Fausto Muñoz, 51 págs., 22 fotos y 1 mapa.
- Rey Pastor, A. (1927). *Traits sísmiques de la Peninsule Iberique*, Madrid, Inst. Geográfico y Catastral, 72 p.
- Richter, C. F. (1958). *Elementary seismology*, San Francisco, Freeman, 768 pp.
- Schenkova, Z., Schenk, V., Kalogeras, I., Pichl, R., Kottnauer, P., Papatsimba, C., Panopoulou, G. (2007). "Isoseismal maps drawing by the kriging method", *J. Seismol.*, 11, 345-353.
- Sieberg, A. (1932). "Geologie der Erdbeben". *Handbuch der Geophysik*, Gebrüder Bornträger, Berlin, vol. 2, pt. 4, 550-555.
- Suriñach, E., Roca, A. (1982). *Catálogo de Terremotos de Cataluña, Pirineos y zonas adyacentes, 1100-1979*, Madrid, Universidad Complutense, Cátedra de Geofísica, Publicación Técnica No.190, 9-106.
- Susagna, T., Roca, A., Goula X., Batlló, J. (1994). "Analysis of macroseismic and instrumental data for the study of the 19 November 1923 earthquake in the Aran Valley (Central Pyrenees)", *Nat. Hazards*, 10, 7-17. Doi: 10.1007/BF00643438.
- Susagna, T., Goula, X. (1999). *Atlas sísmic de Catalunya*, vol. 1, Barcelona, Institut Cartogràfic de Catalunya, 412 p.
- Tarramelli, T., Mercalli, G. (1885). "I terremoti Andalusi cominciati il 25 dicembre 1884". *R. Acc. Lincei., Serie 4a - Memorie della Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali*, vol. III, 115-222, 4 tavole.
- Teves-Costa, P., Batlló, J., Matias, L., Catita, C., Jiménez, M. J., García-Fernández, M. (2019). "Maximum intensity maps (MIM) for Portugal mainland", *J. Seismol.*, 23, 417-440. Doi: 10.1007/s10950-019-09814-5.
- Varga, P. (2008). "History of Early Isoseismal Maps", *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica*, 43 (2-3), 285-307. Doi: 10.1556/AGeod.43.2008.2-3.15.
- Wald, D. J., Quitoriano, V., Worden, C. B., Hopper, M., Dewey, J. W. (2011). "USGS "Did You Feel It?" Internet-based Macroseismic Intensity Maps", *Annals of Geophysics*, 54 (6), 688-707. Doi: 10.4401/ag-5354
- Worden, C. B., Thompson, E. M., Hearne, M., Wald, D. J. (2020). *ShakeMap Manual Online: technical manual, user's guide, and software guide*, U. S. Geological Survey, <http://usgs.github.io/shakemap/>. Doi: 10.5066/F7D21VPQ.

Referències taula mapes 1900-1983

- Comas i Solà, J., (1907). "El terremoto local del 18 de febrero de 1907", *Mem. R. Acad. Cien. y Artes de Barcelona*, VI (19), 257-260.
- Comas i Solà, J., (1909). "Nota sobre el terremoto olotino del 6 de abril de 1909 y el terremoto peninsular del 23 de abril de 1909.- Cálculo de la profundidad hipocentral", *Mem. R. Acad. Cien. y Artes de Barcelona*, VIII (6), 75-84.
- Comas i Solà, J. (1912). "Terremoto regional de Olot (Gerona). (14 De julio de 1912)", *Rev. Soc. Astr. de España y América*, 2, 160-161.
- Faura i Sans, M. (1913). "Sismologia catalana. Estudi geotectònic d'una llaga sísmica propera a Barcelona", Institut catalana d'Història Natural, V. 1^{er}, Mem. 2. Barcelona.
- Fontserè, E. (1916a). "Sobre un centro de actividad sísmica en el Alto Éssera", *Mem. R. Acad. Cien. y Artes de Barcelona*, XII (8), 137-142.
- Fontserè, E. (1916b). "Nota sobre el temblor de tierra ocurrido en Arenys de Mar el 27 de abril de 1916", *Mem. R. Acad. Cien. y Artes de Barcelona*, XIII (1), 3-6.
- Fontserè, E. (1916c). "Nota sobre el temblor de tierra ocurrido en la costa de Levante el 15 de junio de 1916", *Mem. R. Acad. Cien. y Artes de Barcelona*, XIII (2), 7-13.
- Fontserè, E. (1917a). "Nota sobre los terremotos alicantinos de noviembre y diciembre de 1916", *Mem. R. Acad. Cien. y Artes de Barcelona*, XIII (13), 219-225.
- Fontserè, E. (1917b). "Nota sobre el temblor de tierra ocurrido en Bellmunt de Ciurana el 26 de enero de 1917", *Mem. R. Acad. Cien. y Artes de Barcelona*, XIII (15-16), 229-231.
- Fontserè, E. (1917c). "Nota sobre el temblor de tierra ocurrido en Cotillas (Murcia) el 28 de enero de 1917", *Mem. R. Acad. Cien. y Artes de Barcelona*, XIII (16), 233-237.
- Fontserè, E. (1918a). "Terremotos observados en la región iberopirenaica desde junio a octubre de 1917", *Mem. R. Acad. Cien. y Artes de Barcelona*, XIII (27), 407-423.
- Fontserè, E. (1918b). "Terremotos observados en la región iberopirenaica desde noviembre de 1917 a febrero de 1918", *Mem. R. Acad. Cien. y Artes de Barcelona*, XIV (7), 403-408.
- Fontserè, E. (1927). "El temblor de tierra del 12 de marzo de 1927", *Rev. Ibérica*, XXVI (675), 271-272.
- Fontserè, E. (1944). "El seísmo de la Costa de Levante del 26 de marzo de 1943", *Bol. Secc. Met. y Sism. Observatorio Fabra*, IV (32), 223-227.
- Fontserè, E. (1946). "Los temblores de tierra catalanes del año 1945", *Bol. Secc. Met. y Sism. Observatorio Fabra*, IV (34), 375-378.
- Fontserè, E. (1949). "Los temblores de tierra catalanes de los años 1946 y 1947", *Bol. Secc. Met. y Sism. Observatorio Fabra*, V (36), 75-78.
- Fontserè, E. (1951). "Los temblores de tierra catalanes de los años 1948 y 1949", *Bol. Secc. Met. y Sism. Observatorio Fabra*, V (38), 255-258.
- Fontserè, E. (1952). "Los temblores de tierra catalanes del año 1950", *Bol. Secc. Met. y Sism. Observatorio Fabra*, V (39), 343-347.
- Fontserè, E. (1953). "Los temblores de tierra catalanes del año 1951", *Bol. Secc. Met. y Sism. Observatorio Fabra*, V (40), 429-431.

- Fontserè, E. (1954). "Los temblores de tierra catalanes de los años 1952 y 1953", *Bol. Secc. Met. y Sism. Observatorio Fabra*, VI (42), 81-84.
- Fontserè, E. (1957). "El temblor de tierra catalán del 20 de noviembre de 1955", *Bol. Secc. Met. y Sism. Observatorio Fabra*, VI (44), 239-243.
- Fontserè, E. (1960). "El temblor de tierra catalán del 31 de julio de 1956", *Bol. Secc. Met. y Sism. Observatorio Fabra*, VI (46), 399-401.
- Fontserè, E. (1961). "Los temblores de tierra catalanes del año 1958", *Bol. Secc. Met. y Sism. Observatorio Fabra*, VI (47), 479-482.
- Fontserè, E. (1969). "Los temblores de tierra catalanes de los años 1959 a 1962", *Bol. Secc. Met. y Sism. Observatorio Fabra*, VII (48), 77-83.
- Galbis, J. (1932). *Catálogo sísmico de la zona comprendida entre los meridianos 5°E y 20°W de Greenwich y los paralelos 45°N y 25°N*, Tomo I, Madrid, Dirección General del Instituto Geográfico, Catastral y de Estadística, 807 pp.
- Galbis, J. (1940). *Catálogo Sísmico de la zona comprendida entre los meridianos 5° E y 20° W de Greenwich y los paralelos 45° y 25° N*, Tomo II, Madrid, Instituto Geográfico y Catastral, 280 pp.
- Inglada, V. (1926). *El sismo del bajo Segura de 10 de septiembre de 1919*, Madrid, Inst. Geográfico y Catastral, 49 p.
- Observatorio Fabra (1970). "Los temblores de tierra catalanes del año 1964", *R. Acad. Cien. y Artes de Barcelona*, VIII (53), 45-46.
- Observatorio Fabra (1971). "Los temblores de tierra catalanes en el año 1965", *R. Acad. de Cien. y Artes de Barcelona*, VIII (54), 45-46.
- Observatorio Fabra (1972). "Los temblores de tierra catalanes en el año 1966", *R. Acad. de Cien. y Artes de Barcelona*, VIII (55), 43-44.
- Observatorio Fabra (1974). "Los temblores de tierra catalanes del año 1968", *R. Acad. Cien. y Artes de Barcelona*, VIII (57), 53-55.
- Observatorio Fabra (1976). "Los temblores de tierra catalanes del año 1970", *R. Acad. Cien. y Artes de Barcelona*, VIII (59), 55-58.
- Observatorio Fabra (1978). "Los temblores de tierra catalanes del año 1972", *R. Acad. Cien. y Artes de Barcelona*, IX (61), 98-99.
- Observatorio Fabra (1980). "Los temblores de tierra catalanes del año 1973", *R. Acad. Cien. y Artes de Barcelona*, IX (62), 55-56.
- Pavia, J., Olivera, C. (1983). "La sismicidad de Cataluña en el año 1976", *R. Acad. Cien. y Artes de Barcelona*, IX (65), 53-56.
- Rey Pastor, A. (1927). *Traits sismiques de la Peninsule Iberique*, Madrid, Inst. Geográfico y Catastral, 72 p. + 16 Fot.
- Rey Pastor, A. (1931). *El periodo sísmico de la Canal de Berdún, Pirineos (1923-1925)*, Madrid, Inst. Geográfico y Catastral, 70 p.
- Rey Pastor, A. (1935). "Sismicidad de las regiones litorales españolas del Mediterráneo: I. Región geográfica catalana", *Géologie des Pays Catalans*, Association pour l'étude Géologique de la Méditerranée Occidentale, Vol. III/no. 1 (partie VI), 20 p. et II Lám.
- Susagna, M. T., Pavia, J., Olivera, C. (1985). "La sismicitat de Catalunya durant l'any 1978", *R. Acad. Cien. y Artes de Barcelona*, X (67), 59-70.
- Susagna, M. T., Pavia, J., Olivera, C. (1986a). "La sismicitat de Catalunya durant l'any 1979", *R. Acad. Cien. y Artes de Barcelona*, X (68), 83-72.
- Susagna, M. T., Pavia, J., Olivera, C. (1986b). "La sismicitat de Catalunya durant l'any 1980", *R. Acad. Cien. y Artes de Barcelona*, X (69), 59-66.
- Susagna, M. T., Olivera, C. (1987). "La sismicitat de Catalunya durant l'any 1981", *R. Acad. Cien. y Artes de Barcelona*, X (70), 57-69.
- Susagna, M. T., Olivera, C. (1991). "La sismicitat de Catalunya durant l'any 1982", *R. Acad. Cien. y Artes de Barcelona*, XI (71), 91-100.
- Susagna, M. T., Olivera, C. (1992). "La sismicitat de Catalunya durant l'any 1983", *R. Acad. Cien. y Artes de Barcelona*, XI (72), 101-109.

Eduard Fontserè en els fons documentals de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

Carme Montaner

Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

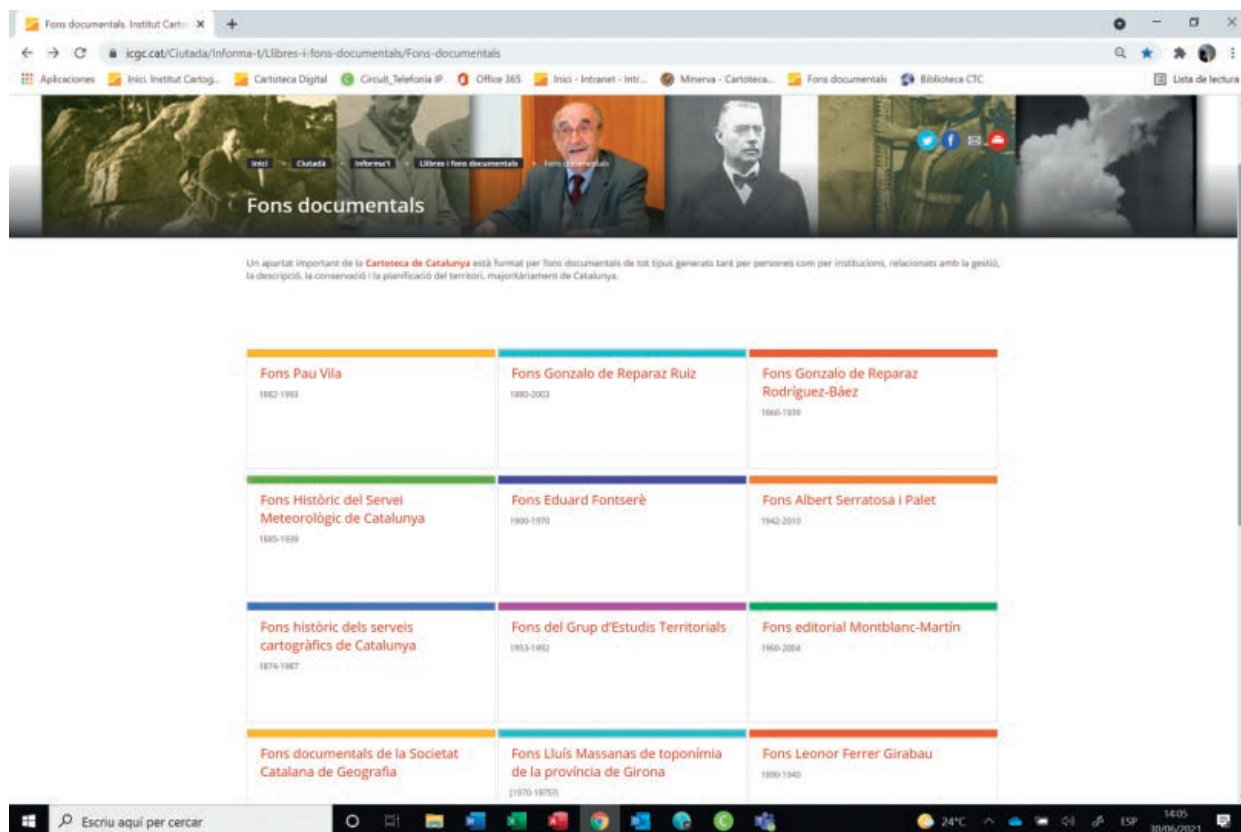


Figura 1. Pàgina web dels arxius en línia de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (<https://www.icgc.cat/Ciutada/Informa-t/Llibres-i-fons-documentals/Fons-documentals>).

La Cartoteca de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya aplega diversos fons documentals procedents de persones o institucions que han intervingut, de diferents maneres, en processos de gestió del territori (figura 1). Hi figuren fons d'institucions com el del Servei Geogràfic de la Mancomunitat de Catalunya o el del Grup d'Estudis Territorials. També d'empreses com l'editorial cartogràfica Montblanc-Martín o personals com el del geògraf Pau Vila, el de la delineant Leonor Ferrer, el del geògraf Gonzalo de Reparaz Ruiz o el de l'enginyer Albert Serratosà. N'hi ha dos, però, estretament relacionats amb la figura del físic, meteoròleg, sismòleg i home de ciència Eduard Fontserè i Riba (1870-1970): el seu fons personal donat per la seva filla Maria Fontserè i el fons històric del Servei Meteorològic de Catalunya (SMC) que va dirigir durant molts anys.

El fons personal d'Eduard Fontserè i Riba

L'any 1988 l'Institut tot just començava a donar forma el que havia de ser un arxiu de fons relacionats amb el territori. En aquells moments només disposava d'un parell de fons que amb els anys s'ha anat incrementant fins a més d'una vintena. Justament el 1988, Maria Fontserè, filla d'Eduard Fontserè, vídua de Josep Iglésies i estreta col·laboradora de tots dos, va donar a l'aleshores Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) els documents personals que en aquella data encara estaven a la casa familiar del Passatge Permanyer de Barcelona (figura 2). De fet, el 1976, la família havia fet una primera donació d'una part d'aquest fons personal a la Reial Acadèmia de Ciències de Barcelona de la qual Fontserè n'havia estat membre. Aquesta part es pot consultar a la biblioteca de la RACAB i hi trobareu l'inventari a la seva pàgina web¹. Tots dos fons, el de l'ICGC i el de la RACAB, es complementen.

La documentació dipositada a l'ICGC és formada per 45 carpetes amb material de tota mena que ocupen aproximadament cinc metres lineals. Van entrar a la Cartoteca de l'ICGC sense cap tipus de relació i se'n va fer un inventari tot conservant l'ordenació que duien d'origen i que, de fet, és l'inventari que encara es fa servir avui en dia per a la consulta i que trobareu també en línia² (figura 3).



Figura 2.
Maria Fontserè i Marroig, filla d'Eduard Fontserè,
amb Montserrat Galera i Monegal, aleshores
cap de la Cartoteca de Catalunya, en un dinar
de l'Assemblea Intercomarcal d'Estudiosos celebrada
a Valls el 25 de novembre de 1989.

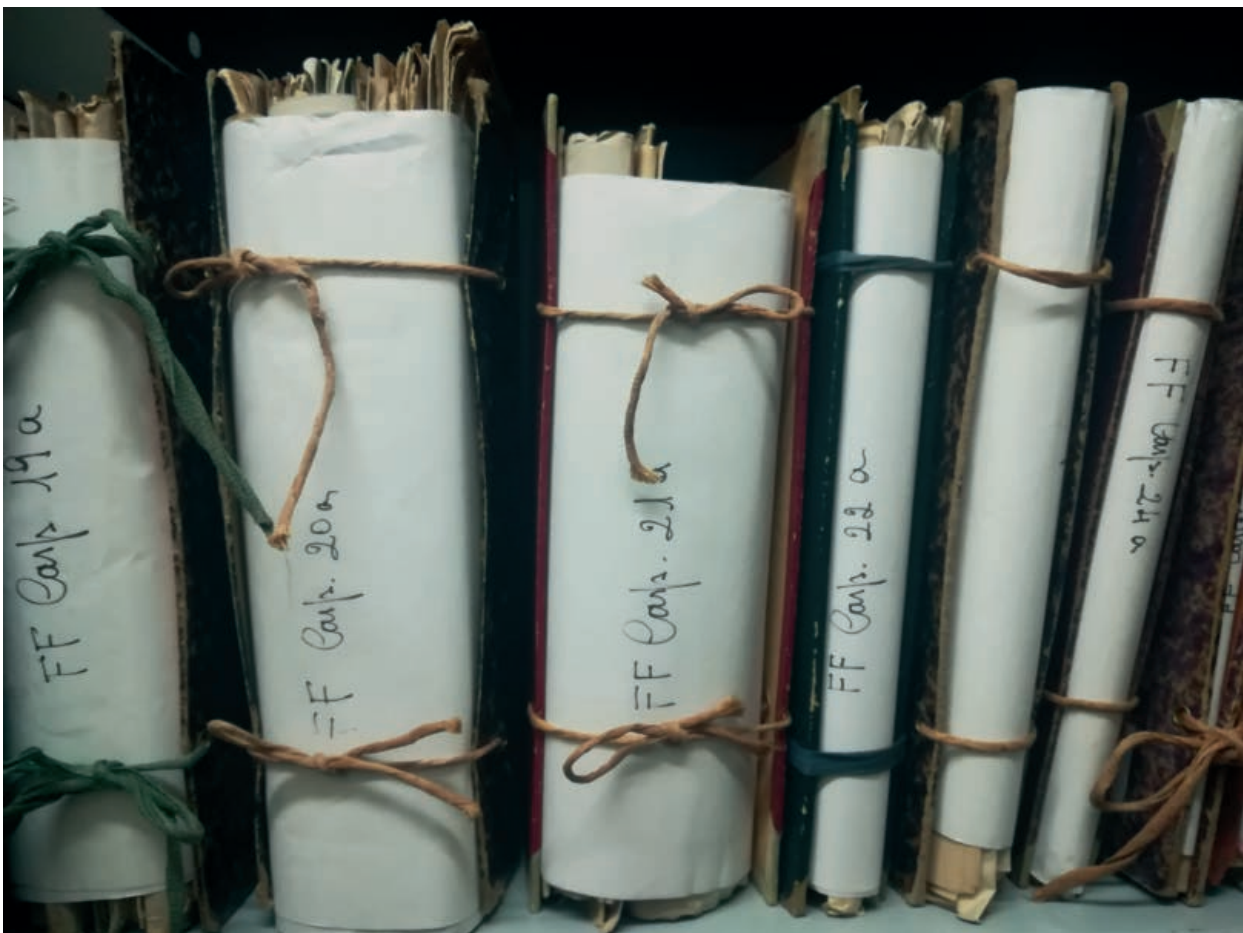


Figura 3. Lligalls del Fons Fontserè a l'ICGC.

Les gestions de donació i el suport en la revisió del contingut de l'inventari (figura 4) la devem a l'historiador de la ciència Antoni Roca i Rosell, que aleshores estava treballant amb aquesta documentació. L'any 2009, l'Arxiu Nacional de Catalunya va lliurar a l'ICGC un sobre amb carnets i passis del doctor Fontserè, que tenien a la seva institució, per tal que es poguessin ajuntar al fons personal del meteoròleg, preservat a l'Institut.

La naturalesa privada d'aquest fons fa que reuneixi documentació molt diversa que va des de l'àmbit professional, que en el cas de la dilatada vida de Fontserè tracta una gran diversitat de temes, fins a aspectes més personals encara que sempre amb el rerefons de la seva activitat científica.

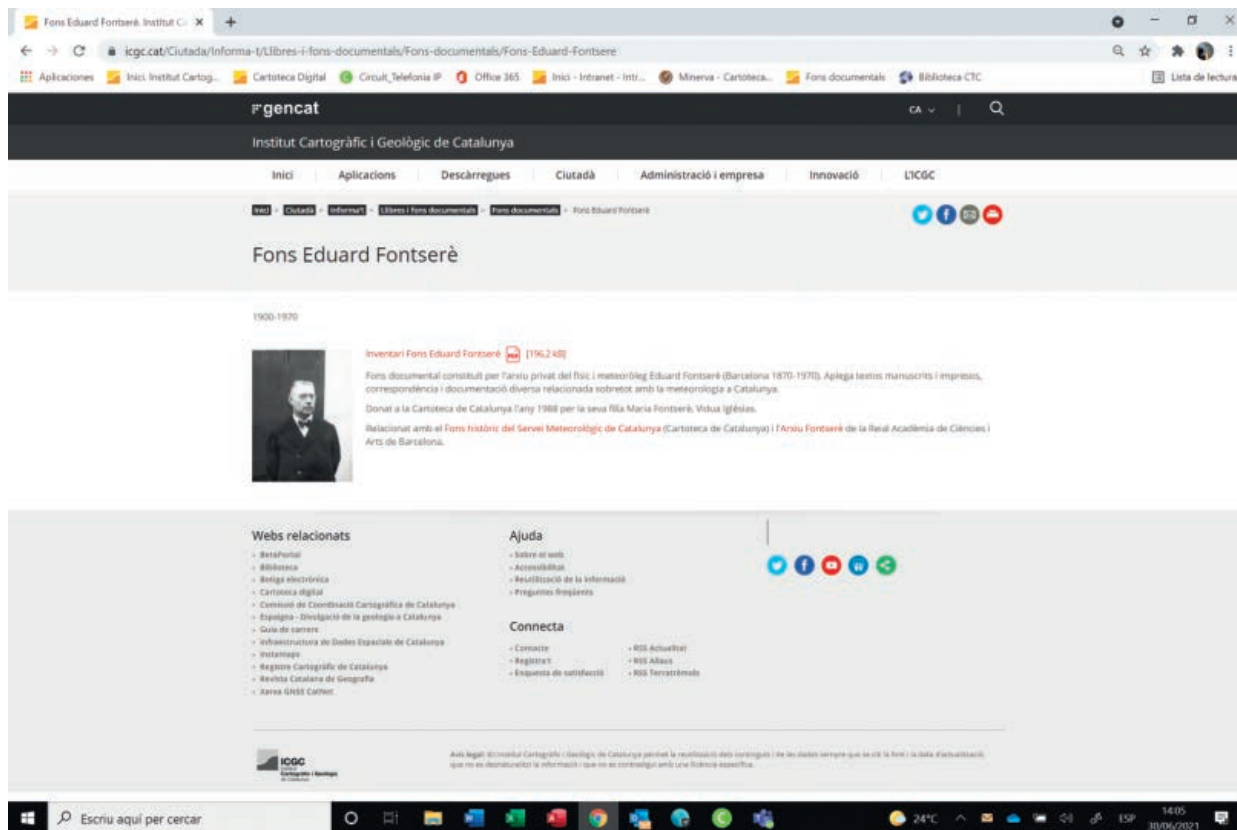


Figura 4. Accés a l'inventari en línia del fons Fontserè dipositat a l'ICGC.

Una part important del fons és constituïda per textos manuscrits o mecanografiats pel mateix Fontserè amb diverses correccions. La majoria són originals i proves de correcció d'estudis i articles que van ser publicats posteriorment. Hi ha, però, alguns textos que varen quedar manuscrits com ara un de titulat "L'ensenyament a l'escola", que no porta data. També hi ha documentació referida a recerques com ara "Estudis sobre la Marinada" (1915-1916); estudis de fotometria celeste amb plecs d'observacions i càlculs i nombrosos gràfics (1924-1925); recull d'observacions antigues del científic Llorenç Presas i Puig (1811-1875) (treball fet per Fontserè el 1942) (figura 5); estudis referits a aerologia i globus sonda (1913-1920) (anterior a la creació del SMC) o documentació relacionada amb el conegut projecte sobre l'"Atlas de núvols", finançat pel mecenes Rafael Patxot a través de la Fundació Concepció Rabell, dut a terme bàsicament en el marc del Servei Meteorològic de Catalunya però iniciat amb anterioritat a la creació d'aquest organisme.

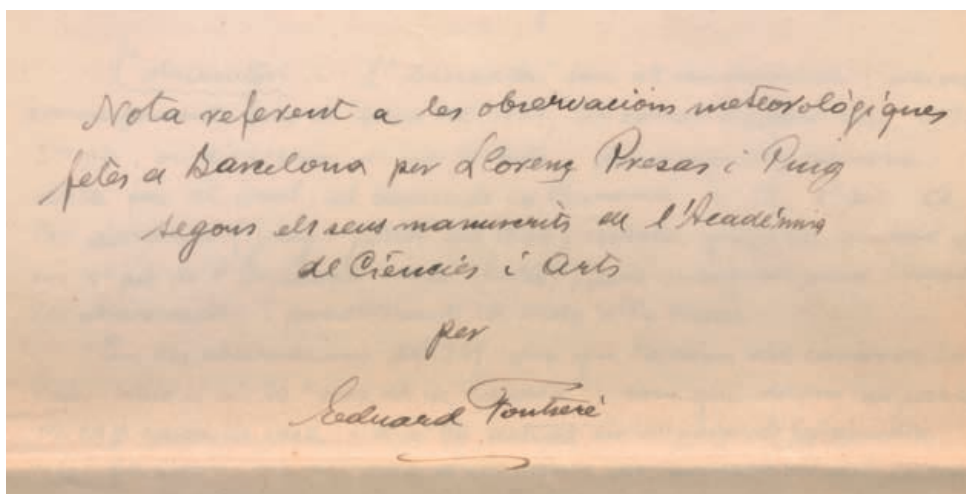


Figura 5. Nota referent a les observacions meteorològiques fetes a Barcelona per Llorenç Presas i Puig (treball fet per Eduard Fontserè).

També hi trobem un bon grapat de memòries de la seva activitat professional redactades segurament ja en edat avançada si tenim en compte la lletra tremolosa en què estan escrites. Des d'una relació del personal del Servei Meteorològic de Catalunya fins a tota la documentació al voltant de les gestions fetes pel mecenes Rafael Patxot per treure de Catalunya tota la documentació i dades relacionades amb els estudis de nefologia catalana, finançats a través de la fundació que duia el nom de la seva cunyada Concepció Rabell. Una documentació curiosa és la referent a la gestió de l'herència del prohom Joan Kaiser en la qual Fontserè va intervenir com a president de l'Ateneu Barcelonès.

D'entre la documentació més personal destaca un manuscrit amb les biografies del científic Esteve Terradas, de l'astrònom Lluís Rodés i del geòleg Marià Faura i Sans. D'aquest darrer, que havia estat director del Servei Geològic de la Mancomunitat de Catalunya, Fontserè fa un esfereïdor relat de l'enterrament al qual ell mateix assistí. Faura, que havia penjat els hàbits de capellà i contragué matrimoni durant la república, morí l'any 1941, en plena època de repressió franquista i de predomini del catolicisme més ranci addicte al règim totalitari que acabava de guanyar la guerra. Tot plegat va fer que a la seva parròquia no el volguessin enterrar i que fossin els pares caputxins de l'església del convent Pompeia els que s'avinguessin a fer un funeral. El text es veu que ha estat escrit anys més tard però dona un testimoni personal altrament molt difícil d'obtenir (figura 6).

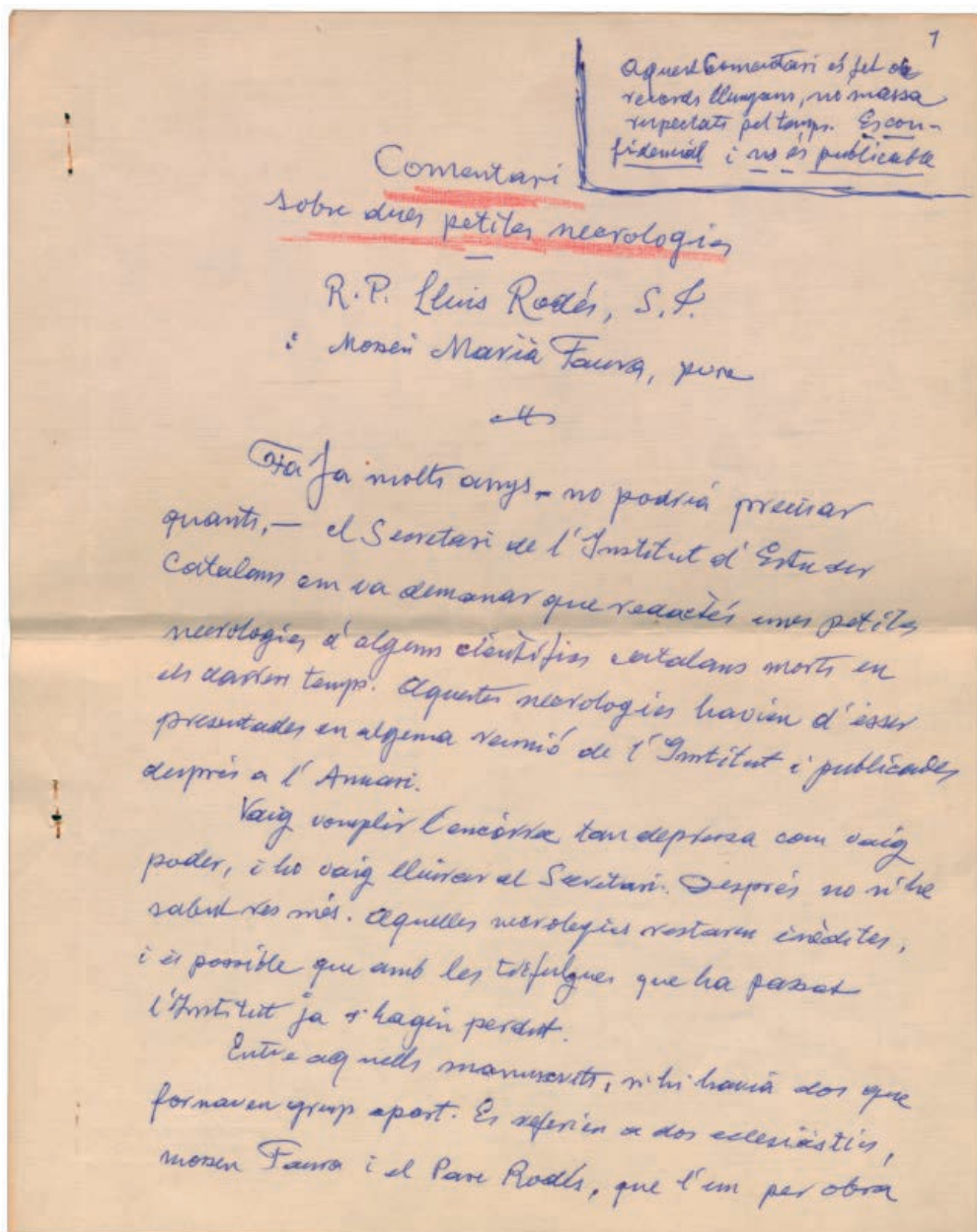


Figura 6. "Comentari sobre dues petites necrologies. R. P. Lluís Rodés S.F. i mossèn Marià Faura, parròquia". La nota al marge superior esquerre diu: "Aquest comentari és fet de records llunyans, no massa respectats pel temps. És confidencial i no és publicable".

També ens diu molt de l'entorn personal de Fontserè els rebuts dels paquets de menjar que el mecenes Rafael Patxot li enviava des de Suïssa durant la guerra civil espanyola. Les necessitats bàsiques passaven per damunt de les científiques (figura 7).

Un altre dels temes singulars d'aquest fons és la relació d'Eduard Fontserè amb la universitat. Hi ha des de documentació referida a la supressió de la seva càtedra l'any 1900 fins a temes diversos de política universitària centrats entre 1915 i 1919. Inclou documents relacionats amb els disturbis estudiantils que hi va haver el novembre de 1915 i material del segon congrés universitari català celebrat el 1917, l'impuls del qual s'allargà en diverses activitats fins als greus conflictes polítics de 1919.

Pel que fa a la seva formació, el fons conté un bon nombre de matrícules, certificats d'estudis i títols, i també la pertinença a nombroses associacions com ara l'Institut d'Estudis Catalans, el Centre Excursionista de Catalunya o l'Ateneu Barcelonès. Malgrat les circumstàncies polítiques adverses que li tocà viure, Fontserè rebé molts reconeixements tant de les institucions catalanes en les quals havia intervingut, com d'entitats socials que li van voler retre homenatge. L'arxiu conserva un aplec de les felicitacions que rebé en motiu del seu norantè aniversari i del seu centenari, a més de còpies dels textos d'homenatge i d'emissions a Ràdio Barcelona.

L'activitat de Fontserè a la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona també es fa palesa en el fons de la Cartoteca de l'ICGC, tot i que el gruix més important figura en el fons dipositat en aquesta acadèmia barcelonina. La documentació conservada a l'ICGC fa referència, sobretot, a la construcció de l'observatori del Tibidabo, el futur Observatori Fabra. Hi ha l'avantprojecte de 1894 i diversos documents inicials del projecte. També hi ha documentació relativa a la relació conflictiva que va tenir amb l'astrònom Josep Comas i Solà amb qui mantingué una gran rivalitat científica (figura 8).

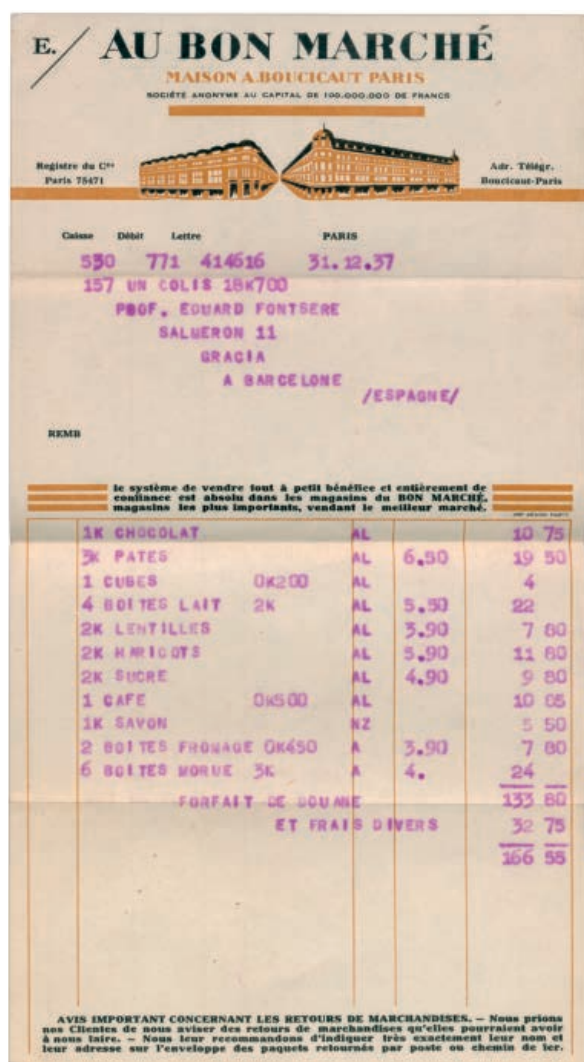


Figura 7. Contingut d'un dels paquets de menjar enviats a Eduard Fontserè per ordre de Rafael Patxot amb el detall dels aliments i a data 31 de desembre de 1937.

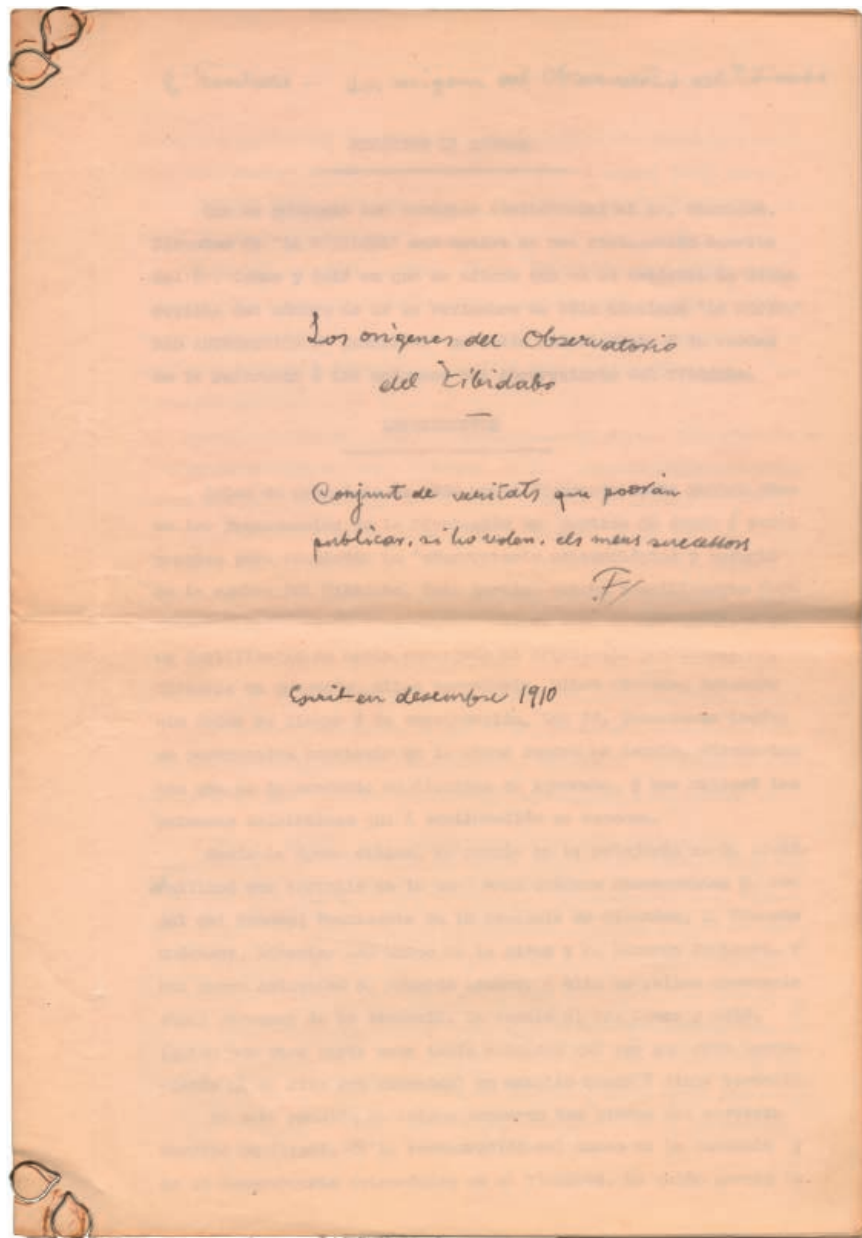


Figura 8. "Los orígenes del Observatorio del Tibidabo. Conjunt de veritats que podran publicar, si ho volen, els meus successors". Escrit el desembre de 1910. Text manuscrit de Fontserè que cal emmarcar en l'enfrontament que tingué amb Josep Comas i Solà.

El Servei Meteorològic de Catalunya que fundà i dirigí durant molts anys també ha deixat rastre en el fons personal de Fontserè (figura 9). A part de recerques que es mouen entre els indissociables àmbits laboral i de recerca com ara l'"Atlas de núvols" també hi ha constància de narracions de fets escrites segurament molts anys més tard, com ara una relació del personal que va treballar en el Servei fins a l'any 1936 o la còpia d'una carta adreçada al president de la Generalitat de Catalunya per sol·licitar la construcció d'un observatori al Montseny com així es va fer al cap de pocs anys. El fet que el fons històric del SMC també es conservi a l'ICGC ha facilitat als investigadors poder consultar documents d'aquests dos fons complementaris.

Hi ha també documentació d'altres dels nombrosos càrrecs que va tenir Fontserè com ara a la Junta Municipal de Ciències Naturals de la qual es conserven sobretot papers relacionats amb la tresoreria d'aquesta entitat entre els anys 1909 i 1915.

Un apartat important el constitueix sens dubte la correspondència de Fontserè amb científics i polítics nacionals i internacionals que rebel·len els contactes que va tenir com a científic i, sobretot, com a director del SMC. Aquesta voluntat de donar a conèixer els avenços astronòmics, meteorològics, geofísics i sismològics que es feien a Catalunya a la primera part del segle xx queden reflectits en la documentació que

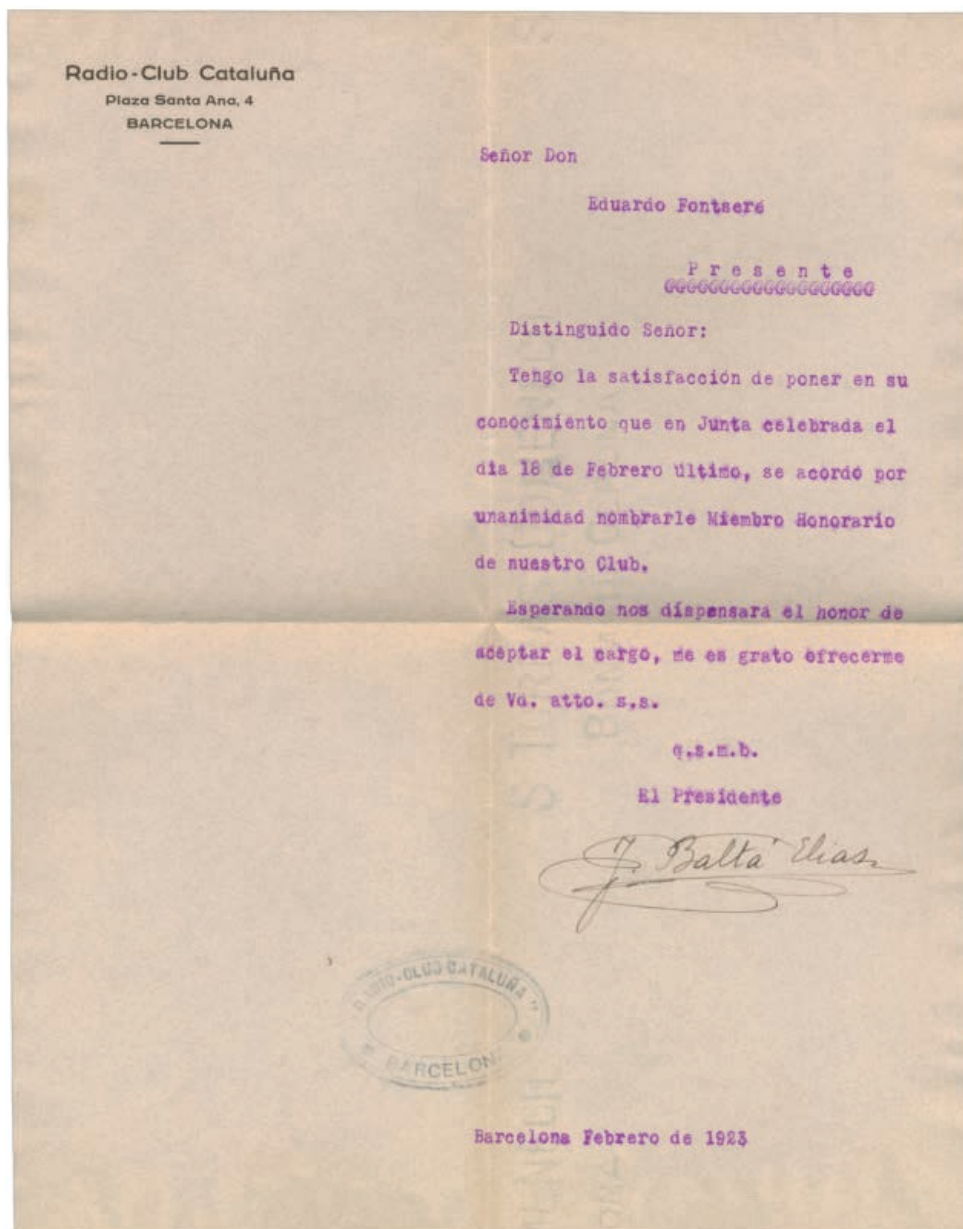


Figura 9. Nomenament de Fontserè com a soci honorari de Ràdio-Club Catalunya el febrer de 1923.

aplega aquest fons de més d'una desena congressos internacionals on va assistir Fontserè bàsicament a la dècada de 1920 (Bergen, Utrecht, Londres, Estocolm...).

Un darrer aspecte que cal remarcar d'aquest fons fa referència a la sismologia. Si bé Eduard Fontserè és reconegut sobretot com a meteoròleg, és també una figura destacada de la sismologia a Catalunya. En el fons es conserven les correccions de les galerades del treball "La Sismicitat de Catalunya", que va presentar a la Societat Catalana de Geografia i que resumeix la seva labor al front de la secció de sísmica de l'Observatori Fabra. També trobem unes poques anotacions corresponents al seu estudi de la sismologia històrica que no veuria la llum fins a l'any 1971 amb un llibre publicat per la Fundació Salvador Vives Casajuana amb el títol *Recopilació de dades sísmiques de les terres catalanes entre 1100 i 1906*, publicació feta en col·laboració amb el seu gendre, el geògraf Josep Iglésies, i segurament amb l'ajuda incansable de la seva filla Maria Fontserè. Curiosament l'aplec d'aquestes dades històriques de sismologia de les terres catalanes encara no s'ha localitzat.

Aquest fons documental Eduard Fontserè dipositat a l'ICGC facilita una aproximació més personal d'aquest home de ciència ja que, juntament amb la producció més professional de recerca, hi trobem altres aspectes relacionats amb records de vida del mateix Fontserè i també de testimonis del reconeixement que va tenir en vida.

El fons històric del Servei Meteorològic de Catalunya

La presència d'Eduard Fontserè plana damunt de tot el fons històric del SMC que es conserva a l'ICGC. El Servei, tot just creat l'any 1921, fou confiscat el 1939 l'endemà de l'entrada de les tropes franquistes a Barcelona. Fins aleshores Fontserè n'havia estat el fundador i l'ànima, i durant molts anys en conservaria el record. Per tant, no hi ha un apartat "Fontserè" en el fons del SMC però tot ell és testimoni de la seva tasca.

Sabem, per diferents fonts, que la documentació del SMC confiscada el 1939 va estar dipositada en diferents llocs: Madrid, Saragossa i Barcelona. Sorprenentment aquest fons va ser retornat a la Generalitat de Catalunya el 1984 (figura 10). Totes les dades, fotografies de núvols, papers administratius i altra documentació del Servei fou restablert a l'aleshores Departament de Política Territorial i Obres Públiques i dipositat en un incipient organisme adscrit a aquest Departament i que, en aquell moment, disposava d'un magatzem per acollir els més de cinquanta metres lineals de documentació retornada. Ens referim a l'Institut Cartogràfic de Catalunya (figura 11) que en uns petits baixos del Carrer d'Alfons XII de Barcelona hi obriria poc més tard la Cartoteca de Catalunya. Aquest fet inesperat explica el per què el fons històric del Servei Meteorològic de Catalunya es consulta a l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya gràcies a la complicitat de les dues institucions.

Avui en dia aquest ric fons documental està totalment a disposició del públic i s'ha començat a digitalitzar i a publicar en línia. L'any 2000, gràcies a un conveni entre l'ICC, el restaurat SMC i l'Institut d'Estudis Catalans, que havia estat el paraigua de la creació del Servei el 1921, se'n va fer un inventari, presentat en una exposició el 2003 (figura 12). Aquest inventari es pot consultar en línia³.

També es poden consultar algunes de les fotografies del fons⁴, a les quals, el 2021, s'hi ha afegit un miler de fotografies de núvols (figura 13) que esperem poder identificar mitjançant un projecte de col·laboració ciutadana, anomenat *Transcriu-me* impulsat per la Biblioteca de Catalunya i amb el recolzament de l'equip de Ciència Oberta del CSUC⁵. També el 2021, que es commemora el centenari de la creació del SMC, es va iniciar la publicació de les cartes del temps d'aquest fons a la Memòria Digital de Catalunya⁶.



Figura 11. Una part del fons del SMC als magatzems de l'ICGC.

Figura 10. Notícia del retorn del fons del SMC publicada a *La Vanguardia*.



Figura 12. Inauguració de l'exposició organitzada en motiu de la presentació del fons històric del SMC a la seu de Montjuïc de l'ICGC. El físic Josep Batlló mostra a Felip Puig, aleshores conseller de Política Territorial, un dels documents exposats davant la presència de Jaume Miranda, aleshores director de l'ICC.

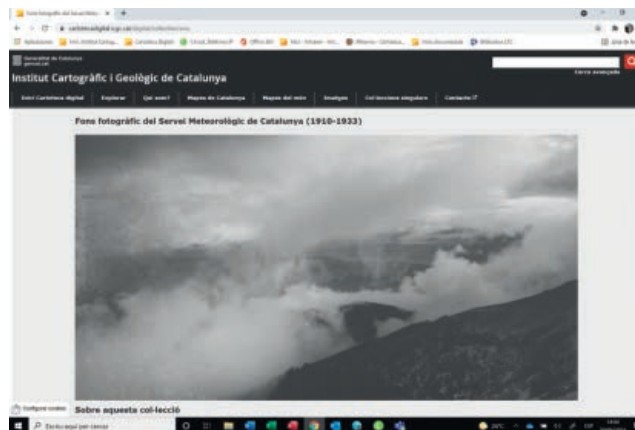


Figura 13. Pàgina web de la Cartoteca Digital on es pot consultar una part de les fotografies del SMC
<https://cartotecadigital.icgc.cat/digital/collection/smc>.

Com hem dit, la figura d'Eduard Fontserè és present en tota la documentació del Servei que dirigí fins a l'any 1939. De fet, hi ha documentació del Servei entremig de la documentació personal (figures 14 i 15) del seu director i qualsevol estudi fa necessària la consulta dels dos fons. Per sort, i malgrat els entrebancs del temps, s'han pogut posar de costat i facilitar la recerca d'aquesta complementarietat.

Gràcies a les tecnologies digitals, mai abans les dades del SMC impulsat per Eduard Fontserè havien tingut tanta projecció i esperem que aquesta tendència continuï. Malauradament, aquesta difusió ha arribat tard perquè ell ho pogués veure. Tot i que va morir a l'edat de 100 anys, el 1970, van haver de passar catorze anys més per poder recuperar el fons de la institució que ell va dirigir.

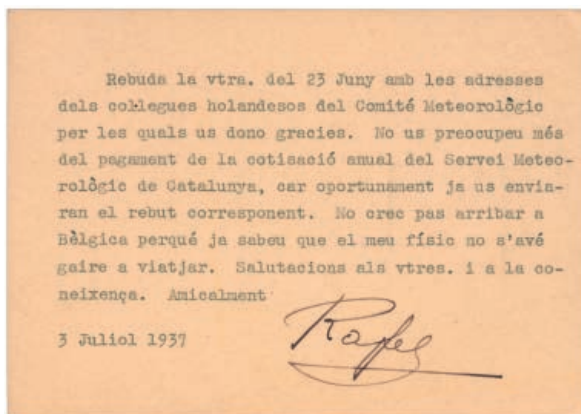


Figura 14. Nota de Rafael Patxot on aclareix que ell ja ha pagat la quota del SMC per a l'Organització Meteorològica Internacional en plena guerra civil.

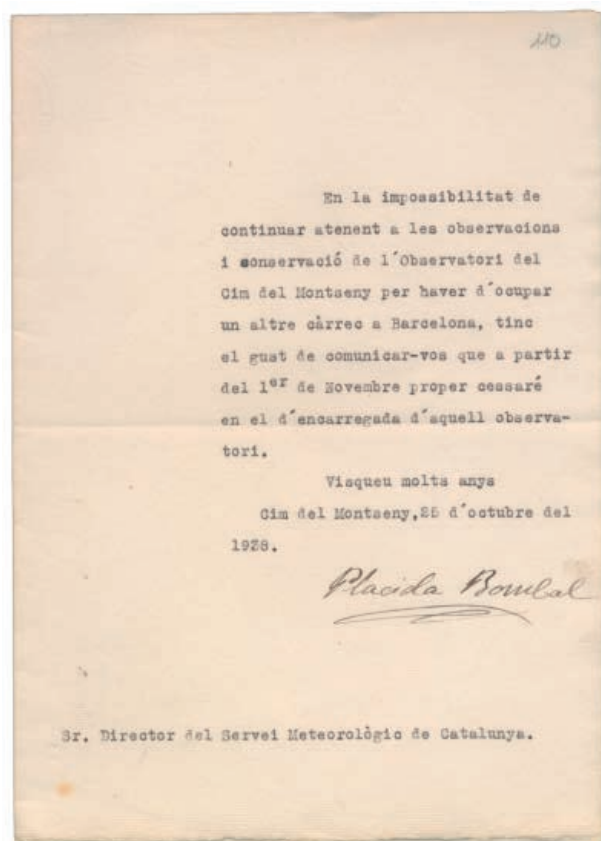


Figura 15. Dins del fons personal de Fontserè hi ha alguna documentació del SMC com aquesta comunicació oficial del cessament del Servei de la Sra. Placida Bombal com a encarregada de l'observatori del Montseny. Porta data de 25 d'octubre de 1938.

Fontserè, el terratrèmol de la Val d'Aran de 1923 i la continuïtat dels estudis sismològics...

Per tot plegat es pot dir que la figura del científic Eduard Fontserè és ben present en els fons documentals de l'ICGC, tant pel que fa al fons històric del Servei Meteorològic de Catalunya com pel seu fons personal. Queda encara molta documentació per estudiar i valorar la figura d'un dels grans científics catalans del segle xx.

Enllaços

1. https://www.racab.cat/pdf/arxiu/inventari_fontsere.pdf
2. <https://www.icgc.cat/Ciutada/Informa-t/Llibres-i-fons-documentals/Fons-documentals/Fons-Eduard-Fontsere>
3. <https://www.icgc.cat/Ciutada/Informa-t/Llibres-i-fons-documentals/Fons-documentals/Fons-Historic-del-Servei-Meteorologic-de-Catalunya>
4. <https://cartotecadigital.icgc.cat/digital/collection/smc>
5. www.transcriu.bcn.cat
6. <https://mdc.csuc.cat/digital/collection/CdT>

1923 Centenari d'un terratrèmol

Josep Batlló¹, Janira Irizarry¹, Maria Teresa Merino² i Laia Gelonch^{1*}

1. Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

2. Observatori Fabra, Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona

★ Actualment a SAALG Geomechanics

El dia 19 de novembre de 1923, a les 03:55 (TU) de la matinada es va produir a la Val d'Aran el terratrèmol més gran que tenim constància a Catalunya al segle XX. Un aniversari rodó com aquest dona peu a fer-ne memòria, no tant pel terratrèmol en si, sinó per recordar que el Pirineu és la zona de Catalunya on la probabilitat que es produeixi un terratrèmol que provoqui danys és més alta (figura 1) i per estar més ben preparats davant d'aquest fenomen natural mitjançant la divulgació d'aquest fet i de la implementació de mesures de prevenció i protecció, tant a nivell individual com de l'Administració.

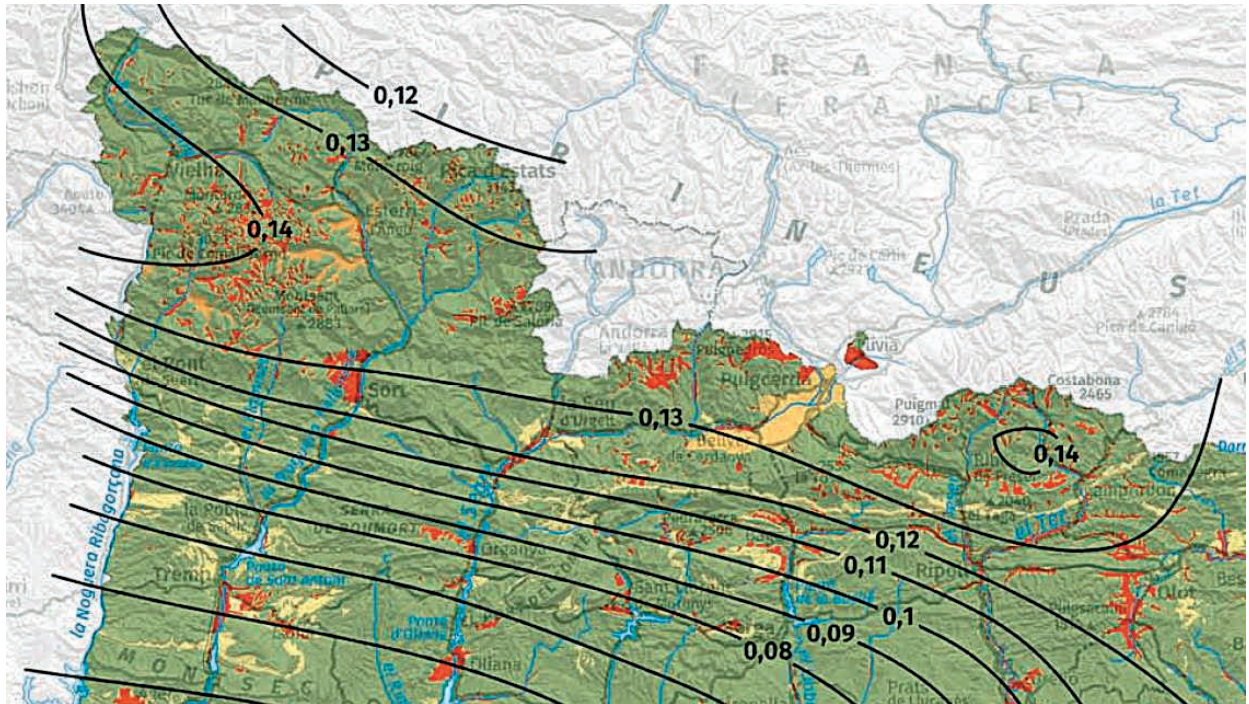


Figura 1. Fragment del mapa de mesozonació de Catalunya publicat per l'ICGC (2018) on s'han superposat les isolínies dels valors màxims d'acceleració (PGA, en unitats de fracció de gravetat) obtinguts de la darrera actualització del mapa de perillositat sísmica d'Espanya (Martínez Solares *et al.*, 2017) on es veu que les zones de Catalunya on l'acceleració pot ser més elevada corresponen a la Val d'Aran i el Ripollès.

Si el posem en context, aquest terratrèmol no va ser l'únic de l'any 1923. Uns 130 km a l'oest, a la Canal de Berdún, es va produir un terratrèmol molt similar el 10 de juliol del mateix any (Stich *et al.*, 2018). El mateix any també va haver grans terratrèmols a la Terra. Poc abans del terratrèmol de l'Aran, l'1 de setembre, es va produir el gran terratrèmol de Kantō, al Japó, que va destruir una gran part de Tòquio i va provocar la mort de més de 100 000 persones. Se li assigna una magnitud al voltant de 8 i és un dels terratrèmols que han quedat gravats a la història de la humanitat pel seu poder destructiu, com poden ser els de San Francisco (1906), Alaska (1964) o el recent de Turquia (2023), entre d'altres. Fins i tot no és el més gran que coneixem a la zona. La matinada del 3 de març de 1373, enguany fa 650 anys, es va produir un terratrèmol amb epicentre provable a la Ribagorça-Aran i al qual li atribuïm una magnitud superior a 6. També en parlarem.

El terratrèmol de 1923: la resposta de l'època

L'any 1923, ja ho hem dit, va ser notori en terratrèmols, tant a la península com al món. D'una part, l'ocorregut a la Canal de Berdún el juliol va ser àmpliament percebut a la Val d'Aran. D'una altra, el terratrèmol que va destruir Tòquio va ser notícia de capçalera als diaris contemporanis i, per tant, àmpliament difosa. Fins i tot a llocs fora de les grans ciutats i rutes principals com era llavors la Val d'Aran va arribar la notícia i, de ben segur, es deuria comentar i comparar amb els percebuts a la vall. Per tant, els terratrèmols eren un tema d'actualitat.

Però els terratrèmols no eren l'únic motiu de trasbals. A Espanya, el dia 13 de setembre, es va produir el cop del general Primo de Rivera que va instal·lar en el govern la dictadura militar. Així que en aquells mesos s'estaven produint molts canvis en les estructures polítiques. Entre d'altres, els que afectaven el

poder municipal, i els ajuntaments de la Val d'Aran no n'eren excepció. En aquest sentit eren, també, temps de canvis.

En aquest context, la matinada del dia 19 de novembre, minuts abans de les 4 del matí, es va produir el terratrèmol del qual recordem avui els seus cent anys. La sacsejada a la zona epicentral va ser considerable i la zona de percepció gran. Pel costat ibèric es va sentir fins a Vinaròs, Daroca, Saragossa, Tafalla o Sant Sebastià. Pel costat francès, la zona de percepció es va estendre més enllà de Nîmes i Montauban i fins a Bordeus. Els sismògrafs de tot Europa el van enregistrar (podem citar Bergen, Uppsala, Pulkovo o Atenes, també Helwan, a Egipte). Seguint els mecanismes de l'època, els observatoris més propers van emetre comunicats i van intercanviar-se telegrams amb els temps d'arribada de les ones que els permetés fer una localització instrumental del seu epicentre.

La premsa espanyola i francesa es va fer ressò del fenomen (vegeu l'exemple de *Le Populaire* de París, figura 2). També la premsa espanyola va oferir informació abundant sobre el terratrèmol. Josep Comas i Solà, director de la secció astronòmica de l'Observatori Fabra i notable divulgador científic va publicar, a *La Vanguardia* (Casasús, 2016), un article divulgatiu on oferia un mapa molt esquemàtic dels efectes macrosísmics (figura 3) i atribuïa el terratrèmol als efectes de la contracció de la Terra per refredament, teoria que llavors tenia gran acceptació.



Figura 2. Fragment de la primera pàgina del diari *Le Populaire* de París, del dia 20 de novembre de 1923, on es refereix al terratrèmol ocorregut a la Val d'Aran i el relaciona amb el terratrèmol del Japó del mes de setembre. Font: gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France.

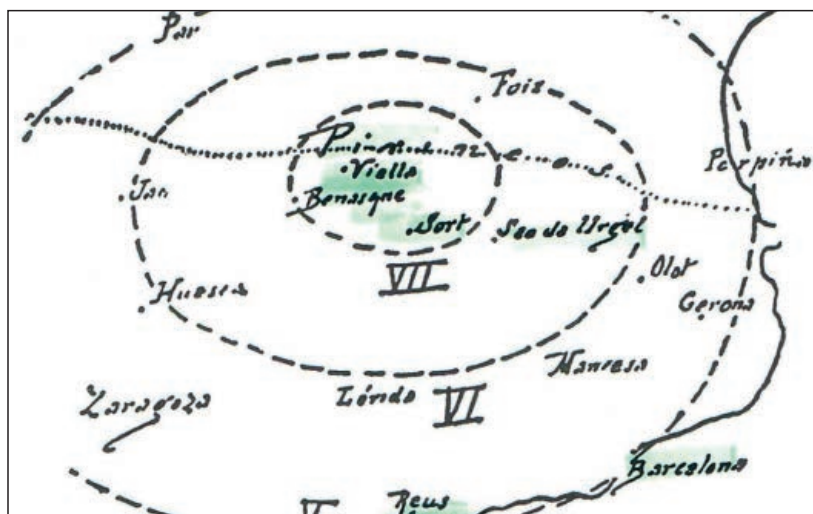


Figura 3. Mapa macrosísmic esquemàtic del terratrèmol del dia 19 de novembre de 1923 publicat per Josep Comas i Solà a *La Vanguardia*. Font: Casasús (2016).

A Barcelona, l'Observatori Fabra, de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts, tenia cura d'enregistrar la sismicitat de Catalunya. El seu director, Eduard Fontserè, es va posar en marxa. Va activar la seva xarxa d'observadors (Batlló, 2023) i, en els dies següents, va recollir els qüestionaris macrosísmics i altres testimonis que van arribar-li. A partir de l'anàlisi de tota la informació rebuda va fer un estudi macrosísmic del sisme.

El terratrèmol va ser seguit per diferents rèpliques. La gran majoria no van ser detectades pels sismògrafs, molt menys sensibles dels que disposem avui. Pel seu coneixement ens és indispensable la informació del "hermano José" (així signava les informacions), membre de la comunitat de salesians del col·legi de les escoles cristianes de Vielha i encarregat de la seva estació meteorològica, que va anotar meticulosament les rèpliques percebudes a Vielha.

L'estudi macrosísmic

Com ja hem descrit al capítol dedicat als estudis macrosísmics a Catalunya, el resultat de l'estudi de Fontserè va ser un mapa detallat dels efectes a Catalunya que mai es va publicar (Batlló i Merino, 1923). En canvi, el mapa que va elaborar el director de l'observatori de Toledo, que actuava com a central de la xarxa sísmica de l'Estat, sí que ho va ser. A l'època no va creuar-se la informació macrosísmica del costat ibèric dels Pirineus amb la recollida al costat nord, a França. Del seu estudi conjunt en podem extreure resultats que comentarem més endavant.

El que ens interessa en aquest apartat, donat que es tracta del terratrèmol més important del segle, és conèixer quins van ser els efectes a la zona epicentral. A partir dels qüestionaris i altres informacions conservades a l'arxiu de l'Observatori Fabra en tenim una imatge prou clara. Hem de donar gràcies a la meticulositat de Fontserè.

Com a dany més important, tenim notícia del col·lapse d'una edificació. Es va enfonsar una quadra (no sabem si a la mateixa Vielha o a Arròs), hi van morir un cavall i dues mules. També sembla ser que va patir greus desperfectes, sembla que un esfondrament parcial, el campanar de l'església de Sant Joan Baptista d'Arres.

Alhora, hi ha moltes notícies d'esquerdes a les cases i altres edificacions de la vall; però no podem concretar quines. Sí que hi ha notícia que a Vielha les esquerdes van ser moltes i ens diuen els corresponsals que algunes cases van quedar inhabitables. No hem pogut, però, confirmar-ho mitjançant altres informacions oficials. També sabem que aquella nit molta gent la va passar al carrer per por a entrar en els edificis i a les repeticions del fenomen.

També va haver-hi desperfectes als campanars de les esglésies de Sant Joan Baptista (s. XVIII), a Arres, de Santa Eulàlia d'Arròs (s. XIV-XVIII). Així mateix, tenim notícia que l'església de Sant Martí de Casarilh (s. XII-XVIII) va quedar inservible. Altres amb desperfectes van ser Sant Pere d'Escunhau (s. XI), Sant Miquèu (s. XII-XIII) a Vielha i Sant Estèue (s. XIII-XIV) a Betren. Pensem que molts dels informants eren els mossens de les diverses parròquies i és normal que informin dels efectes observats per ells mateixos.

Un informant ens comunica que a l'Artiga de Lin la intensitat va arribar al grau VIII; però no tenim descripció dels danys.

A més d'esquerdes, enregistrem caiguda de xemeneies, i teules i pissarres de les teulades. En tenim referència concreta per es Bòrdes i el Pujòlo.

També es van produir danys fora de la Val d'Aran. Una informació ens diu que va caure un mur a Benasc (no ens diu si es tractava d'un edifici o un mur aïllat, pensem que deuria ser el segon cas). A Castilló de Sos van caure trossos dels enguixats dels sostres. També a Sos (Sessué) ens diuen que la intensitat va ser més gran (però no en tenim detalls). A Montanui i Aneto (al terme municipal de Montanui) van caure teules i xemeneies i va fer una esquerda (sense importància, ens diuen).

Per l'altra part, a Esterri d'Àneu va caure part d'algun arrebossat, a Roní (Rialp) es va escardar el cel ras de l'escola i a Boí van tocar les campanes.

Com a exemple dels qüestionaris recollits reproduïm l'enviat per Joaquim Bruna, Pbr. d'Escunhau (figura 4) i no ens resistim a reproduir el text de la part inferior, reflex de l'estat d'ànim del moment:

Es muy triste, Sr. Director, lo que sucede con este país, creo que nadie de fuera de este Valle se ha [h]eicho cargo de la gravedad de lo que aquí ha sucedido. [] además de que las gentes estan aterrorizadas por lo sucedido y lo que puede subvenir, son muchos los perjuicios materiales que ha ocasionado en los edificios y no edificios de cualquier construcción, podrían ver como han quedado las Iglesias de Viella, Betren, Escunhau y Casarill y otras, la de Escunhau, del siglo 11 las otras del 13 y con toda solidez y podrían deducir como estaran las demás; a excepción de los escritos de V. no hemos visto nadie mas que haya teni[ni]do una palabra de conmisericordia para estos humildes habitantes, si esto hubiera sucedido en Madrid o Barcelona, otra cosa hubiera sido, [h]asta de los pobrecitos rifeños se hubieran comparecido mucho mas que no de este patriótico Valle, però no nos sorprende, por qué estamos acostumbrados al desprecio y olvido.

Joaquin Bruna, Pbro. 11 de Diciembre de 1923

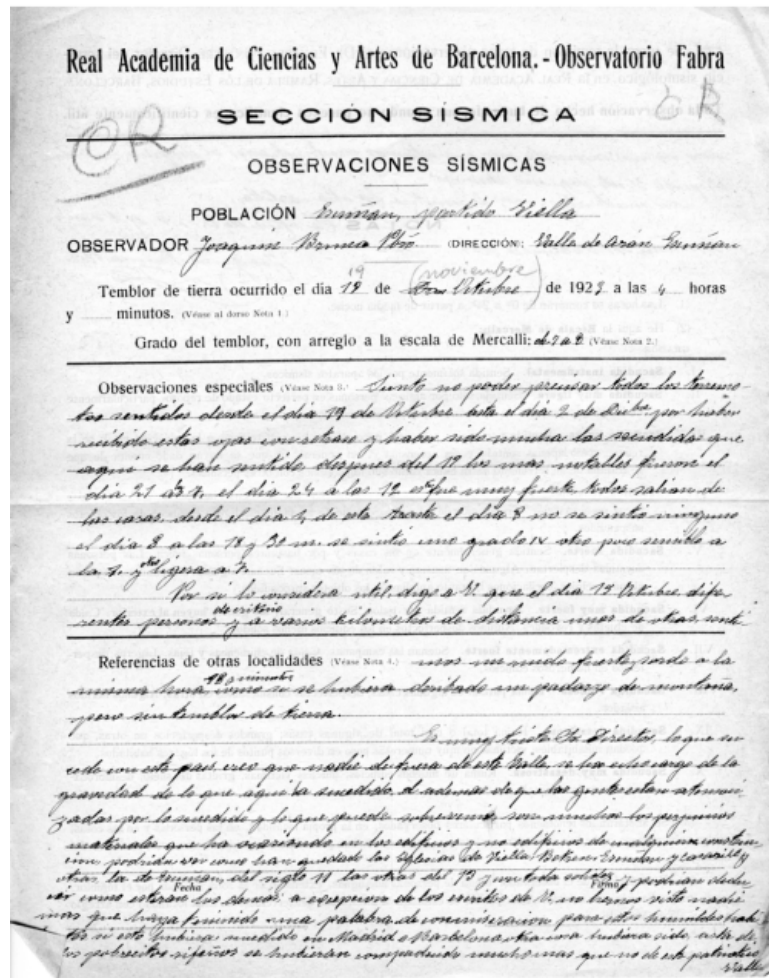


Figura 4. Qüestionari macrosísmic enviat a l'Observatori Fabra per Joaquim Bruna, Pbr. d'Escunhau. Font: Arxiu de l'Observatori Fabra, Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona.

Al costat francès es van observar efectes similars als llocs propers a l'epicentre (Rothé et Hée, 1924). Per exemple, enregistrem el grau d'intensitat VII a Banhères de Luishon; però no disposem de les descripcions originals.

Com veiem, la descripció dels efectes a la zona epicentral corresponen, efectivament, al grau d'intensitat VIII que es va assignar al seu moment i s'acosten molt al punt on podrien produir-se danys severs als habitatges. Per tant, va ser un terratrèmol d'efectes prou importants.

El nostre coneixement avui

Fins aquí hem parlat del coneixement que es va tenir del terratrèmol a l'època. Són uns coneixements limitats, principalment fenomenològics, donat que el desenvolupament de la ciència sismològica no era l'actual. Però, que en sabem ara?

Per la part dels estudis tectònics sabem que aquest esdeveniment està associat a l'orogènia alpina del Pirineu, com la gran majoria dels sismes de la zona. Però la geologia a nivell local es fa molt complexa i no és fàcil associar el seu origen als moviments d'una falla concreta. Ortuño *et al.* (2008) amb tota la informació que van disposar, l'associen al moviment de la falla del nord de la Maladeta.

La macrosísmica també ha estat revisada. Els qüestionaris conservats a l'Observatori Fabra van ser reanaltzats i noves intensitats, en l'escala MSK, foren assignades a cada població (Susagna *et al.*, 1994). Aquest treball es va fer conjuntament amb investigadors del BRMG francès. El resultat és un mapa que reuneix, de forma actualitzada, tota la informació macrosísmica disponible sobre el terratrèmol a 725 poblacions. Va ser publicat per Susagna i Goula (1999) i la informació es troba disponible a les webs de l'ICGC (https://app1.icgc.cat/midop/query_eq/) i de SisFrance (<https://sisfrance.net/seismes/details/>)

1140024). Els resultats d'aquest estudi macrosísmic, juntament amb els corresponents al terratrèmol de 1373, que comentarem més endavant, van permetre calcular lleis d'atenuació de la intensitat (figura 5) i, alhora, fer una estimació de la profunditat de l'hipocentre, uns 5 km (Susagna *et al.*, 1994).

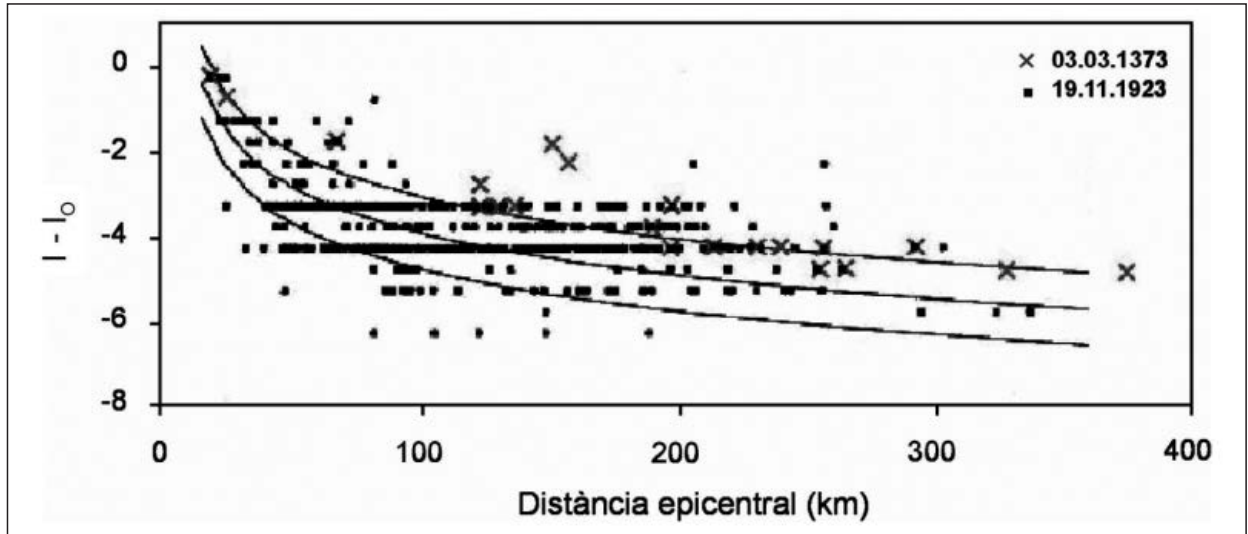


Figura 5. Valors observats I-lo en funció de la distància epicentral per al terratrèmol de l'any 1923 (quadrats negres) i l'ajust de Sponheuer (\pm una desviació estàndard). Es mostren també els valors observats per al terratrèmol del 3 de març de 1373 (aspes). D'Olivera *et al.* (2006).

Actualment disposem de mètodes que ens permeten obtenir una estimació de la localització i magnitud moment equivalent d'un terratrèmol a partir de les dades d'intensitat macrosísmica puntuals. Presentem aquí un resultat nou (vegeu la figura 6). A partir del conjunt homogeni de dades macrosísmiques que cobreix tot el territori afectat, hem calculat la localització i magnitud moment equivalent amb diferents mètodes. Hi ha una convergència clara cap al voltant d'una magnitud 5.5.

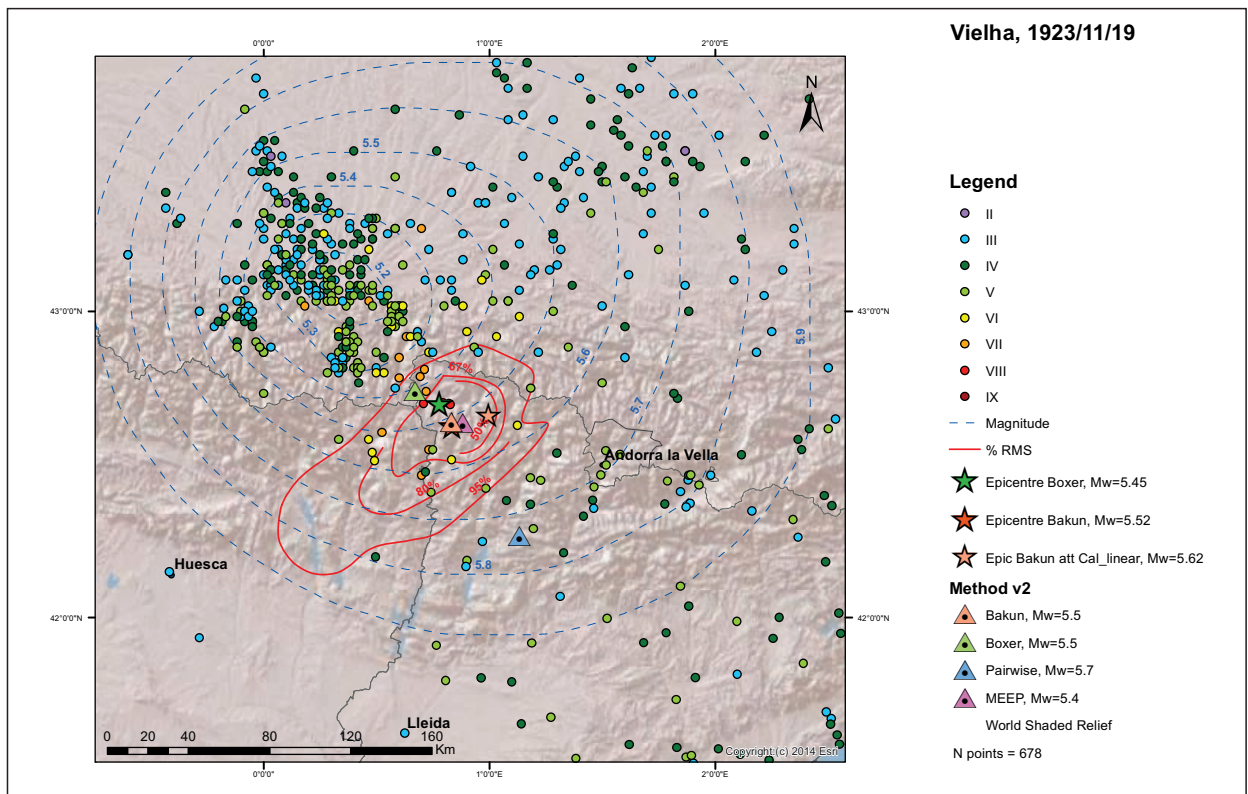


Figura 6. Localització i magnitud del terratrèmol del 19 de novembre de 1923 utilitzant diferents mètodes de càlcul a partir dels punts d'intensitat macrosísmica. Les línies vermelles corresponen a les probabilitats que l'epicentre del terratrèmol es trobi dintre de la zona encerclada segons el mètode de Bakun i Wentworth (1997).

També hem pogut obtenir resultats a partir de les dades instrumentals. Tant de les consignades als butlletins, com dels sismogrames. Els temps d'arribada de les fases P i S ens han permès relocalitzar el terratrèmol amb metodologies actuals. El podem situar a latitud 42.7 N i longitud 0.7 E, amb un error d'una desena de quilòmetres aproximadament. També, a partir de les lectures de l'amplitud de les ones superficials, en la seva revisió de la sismicitat d'Europa, Karnik (1969) va obtenir una estimació de la magnitud d'ones superficials Ms 5.4 utilitzant dades de 13 observatoris. A l'ICGC hem repetit aquests càlculs utilitzant sismogrames i butlletins originals i, utilitzant dades de 12 observatoris, hem obtingut un valor de Ms 5.3 ± 0.5 .

L'anàlisi dels sismogrames disponibles hauria de permetre el càlcul del tensor moment sísmic. Però, donades les limitacions dels sismògrafs de l'època no resulta un treball fàcil. No tots els sismogrames s'han preservat i els existents no són fàcils de llegir. A la figura 7 reproduïm un dels registres obtinguts a l'Observatori Fabra per aquest terratrèmol. Però esperem obtenir resultats aviat. Sí que hem pogut fer una estimació de la magnitud moment a partir del moment sísmic escalar (Susagna *et al.*, 1994; Batlló *et al.*, 1997). El resultat, utilitzant només dues estacions, és Mw 5.4.

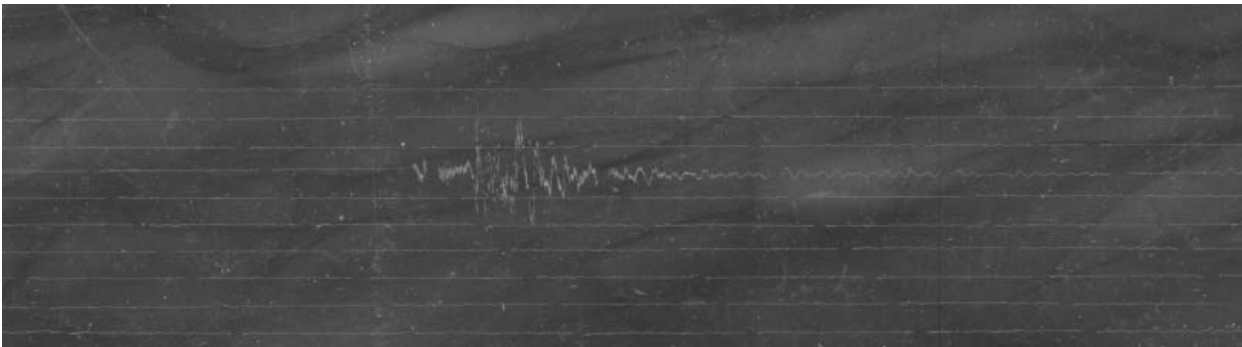


Figura 7. Fragment del sismograma del dia 19 de novembre de 1923 obtingut a l'Observatori Fabra amb el component N-S del sismògraf Mainka. Es veu la complexitat de l'enregistrament. Font: Arxiu de l'Observatori Fabra, Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona.

El terratrèmol de 1373

Tal com hem dit, enguany recordem aniversaris rodons de dos terratrèmols, el de 1923 i el de 1373. Aquest últim terratrèmol només el coneixem per les referències històriques que trobem en documents preservats a diferents arxius. Per una altra part, és el primer terratrèmol àmpliament documentat a Catalunya i la millora dels coneixements sobre ell va ser un objectiu des de la creació del Servei Geològic de Catalunya.

Ha estat un treball llarg. Però els documents trobats ens permeten fer-nos una idea aproximada, encara que no gaire nítida, de la seva magnitud. Sabem que el terratrèmol va ocórrer entre la 1 i les 2 de la matinada i que es va percebre en una àrea molt àmplia. Des de Tortosa, al sud, fins a Bordeus, Usercha i Avinyó, al nord. Les zones més afectades van ser la Ribagorça i el Tolosà (figura 8). A la Val d'Aran sabem que va ocasionar danys importants al Castèth Leon i també afectacions a la Font de Vila (Olivera *et al.*, 1994; Olivera *et al.* 2006).

De tota la informació recopilada podem deduir que el terratrèmol es va produir la nit i que l'epicentre d'aquest sisme es trobaria a algun lloc entre la Val d'Aran i el nord de la Ribagorça. A partir de les dades macrosísmiques avaluem que la seva magnitud va ser lleugerament superior a 6. Olivera *et al.* (2006) calcula una magnitud moment Mw 6.1 ± 0.5 . No entrarem en els detalls d'aquest terratrèmol que es troben a Olivera *et al.* (1994) i Olivera *et al.* (2006). Sí que la coincidència del seu 650 aniversari amb el de l'any 1923 ens recorda que el Pirineu és una zona on poden produir-se terratrèmols d'una certa importància i cal estar previnguts. També, per la documentació reunida, sabem que va ser seguit per diverses rèpliques.

Val a dir que els estudis sobre els terratrèmols històrics són temes que no es tanquen mai, sempre pot aparèixer nova informació que permet revisar i actualitzar els estudis de perillositat sísmica del territori, els quals, juntament amb la consideració de la vulnerabilitat sísmica, donen lloc a la caracterització del risc sísmic. És el cas del terratrèmol de 1373. Posteriorment, en les publicacions citades, s'han fet noves troballes relacionades amb aquest esdeveniment en el camp de la geologia (paleosismologia). D'una part, s'ha pogut esbrinar que el despoblament del lloc de Montclús (les Avellanès i Santa Linya) i les fractures i esllavissades que s'observen en el terreny es correspondrien amb els efectes sobre aquesta població

Fontserè, el terratrèmol de la Val d'Aran de 1923 i la continuïtat dels estudis sismològics...

- Martínez Solares, J. M., Cabañas, L., Benito, M. B., Rivas, A., Gaspar, J. M., Ruíz, S., Rodríguez, O. (2017). *Actualización de mapas de peligrosidad sísmica de España 2012*, Centro Nacional de Información Geográfica i Instituto Geográfico Nacional, Madrid, 267 pp., DOI: 10.7419/162.05.2017
- Olivera, C., Riera, A., Lambert, J., Banda, E., Alexandre, P. (1994). *Els Terratrèmols de l'any 1373 al Pirineu: Efectes a Espanya i França*, Servei Geològic de Catalunya, Monografies núm. 3, 220 p.
- Olivera, C., Redondo, E., Lambert, J., Riera, A., Roca, A. (2006). *Els terratrèmols dels segles XIV i XV a Catalunya*, Barcelona, Institut Cartogràfic de Catalunya, 407 pp.
- Ortuño, M., Queralt, P., Martí, A., Ledo, J., Masana, E., Perea, H., Santanach, P. (2008). "North Maladeta fault (Spanish Central Pyrenees) as the Vielha 1923 earthquake seismic source: Recent activity revealed by geomorphological and geophysical research", *Tectonophysics*, 453, 246-262, (doi:10.1016/j.tecto.2007.06.016).
- Rosell, J., Linares, R., Fité, F., Roqué, C., Llompart, C., Losantos, M. (2010). *Montclús, misteriós naixement i desaparició d'un poble*. El llenguatge de les pedres, vol.1, Institut Geològic de Catalunya, Barcelona,
- Rothé, E., Hée, A. (1924). *Les Tremblements de Terre en France et aux Colonies, Annuaire 1923*, Inst. Physique du Globe de Strasbourg, Part. 2, Seismologie, Imprimerie Alsacienne, 80-97.
- Stich, D., Martín, R., Batlló, J., Macià, R., Mancilla, F., Morales, J. (2018). "Normal faulting in the 1923 Berdún earthquake and postorogenic extension in the Pyrenees", *Geophysical Research Letters*, **45** (7), 3026-3034. Doi: 10.1002/2018GL077502.
- Susagna, T., Roca, A., Goula, X., Batlló, J. (1994). "Analysis of macroseismic and instrumental data for the study of the November 19, 1923 earthquake in the Aran Valley (Central Pyrenees)", *Natural Hazards*, **10**, 7-17. doi: 10.1007/BF00643438.
- Susagna, T., Goula, X. (1999). *Atles Sísmic de Catalunya. Volum 1: Cataleg de Sismicitat*, Institut Cartogràfic de Catalunya. Barcelona, 436 pp.

ISBN: 978-84-19695-65-9



9 788419 695659