



MEMÒRIES  
DE  
L'ACADÈMIA DE CIÈNCIES I ARTS  
DE BARCELONA

TERCERA ÈPOCA

VOL. XXV. NÚM. 7

---

NOTA SOBRE LA PROFUNDITAT  
DELS SEISMES CATALANS

PER L'ACADÈMIC NUMERARI

DR. EDUARD FONTSERÈ

*Publicada el mes de juliol del 1935*

BARCELONA

SOBS. DE LÓPEZ ROBERT Y C.<sup>À</sup>, IMPRESORES, NUEVA DE LA RAMBLA, 63

1935



MEMÒRIES  
DE  
L'ACADÈMIA DE CIÈNCIES I ARTS  
DE BARCELONA

TERCERA ÈPOCA

VOL. XXV. NÚM. 7

---

NOTA SOBRE LA PROFUNDITAT  
DELS SEISMES CATALANS

PER L'ACADÈMIC NUMERARI

DR. EDUARD FONTSERÈ

*Publicada el mes de juliol del 1935*

BARCELONA

SOBS. DE LÓPEZ ROBERT Y C.<sup>A</sup>, IMPRESORES, NUEVA DE LA RAMBLA, 63

1935



## NOTA SOBRE LA PROFUNDITAT DELS SEISMES CATALANS

*per l'acadèmic numerari*

DR. EDUARD FONTSERÈ

Sessió del dia 25 d'Abril del 1935

Catalunya no ha estat sempre lliure de terratrèmols intensos. En el primer catàleg sísmic que En Joan TEIXIDOR publicà a les Memòries d'aquesta Acadèmia, ara fa 52 anys, ja n'hi figuren de prou importants perquè la nostra terra sigui comptada entre les més suspectes pel que fa referència a l'estabilitat del sòl.

D'alguns d'aquells seismes, particularment dels del segle xv, si es cerqués per les cròniques i els papers vells, potser encara seria possible fer-ne una reconstitució molt aproximada, amb detall suficient per a formar-se una idea clara del que aquells fenòmens representaren com a esdeveniments geològics. És una de tantes tasques com esperen el jove de bona voluntat que les emprengui i hi assagi les seves forces de debutant en les recerques històriques.

Però des de l'època en què la sismologia començà d'ésser conreada entre nosaltres com a ciència d'observació, els terratrèmols d'alguna intensitat han estat afortunadament absents. Es pot dir que en general, no hem tingut sinó petites sotragades locals, moltes d'elles no registrades, o registrades molt dèbilment en els aparells, de manera que de llurs característiques, no podem presentar-ne gaire cosa més que la informació realitzada in situ i l'hora de la ocurrència, deduïda de les bandes dels sismògrafs.

Particularment quan es tracta d'abordar el problema de les profunditats hipocentrics, els mètodes fundats en l'anàlisi dels sismogrames són pràcticament inaplicables en el nostre cas. Ni en nombre ni en qualitat, els aparells que han funcionat durant aquest temps no serien suficients per a permetre un estudi fructuós d'aquell problema, que requiriria una definició molt segura i detallada de les ones que arriben durant els primers moments d'un seisme.

En considerar la sèrie dels terratrèmols catalans a fi d'aconseguir una visió de conjunt de la profunditat on radica la seva causa, les circumstàncies que acabem d'esmentar representen, doncs, un imperatiu que no és possible defugir, i és la necessitat de fundar tota deducció en el mer examen de les cartes isosísmiques i d'adoptar un mètode i un criteri senzills, que permetin aplicar-los a tots



els terratrèmols observats, o almenys a aquells dels quals les cartes d'isosistes hagin estat traçades amb alguna garantia d'encert, més o menys relatiu.

Un estudi previ d'algunes de les nostres cartes d'isosistes ha estat fet pel Sr. VICENÇ INGLADA en el seu interessant treball "Nuevas fórmulas para abreviar el cálculo de la profundidad aproximada del foco sísmico", en el qual es trobarà en detall la deducció de les fórmules inicials que han servit de punt de partença a aquesta nota. El nostre agraïment per les frases ben amables que l'autor d'aquell treball hi dedica a la precisió dels nostres traçats, que l'han portat a resultats per als quals el càlcul assigna un error probable sumament petit, no és obstacle — precisament perquè sabem quantes dificultats hi ha en el dibuix d'una bona carta isosística — perquè ens quedi més d'un dubte sobre aquella mateixa precisió, i per consegüent sobre l'exactitud física de les conclusions que se'n derivin.

És per aquest motiu, que en proposar-nos catalogar les profunditats dels nostres focus sísmics, ens va semblar que s'imposava, com a preliminar ineludible, de fer una petita crítica dels fonaments en què es basa aquesta mena de determinacions.

Les hipòtesis en què es funda generalment la resolució matemàtica d'aquest problema, són les següents:

- 1.<sup>a</sup> L'escala macrosísmica s'adapta a la llei de FECHNER, és a dir, que en un lloc qualsevol de la Terra, el grau de l'escala —escala de MERCALLI o de SIEBERG— és una funció logarítmica de l'acceleració del moviment;
- 2.<sup>a</sup> El focus de la commoció és puntiforme;
- 3.<sup>a</sup> La propagació té lloc de manera que la intensitat segueix la llei del quadrat de la distància.
- 4.<sup>a</sup> A la disminució d'intensitat per efecte de la distància, se n'hi afegeix una altra per amortiment, de llei exponencial, amb un factor d'extinció constant per a cada terratrèmol.

Les dues darreres hipòtesis equivalen a la d'una homogeneïtat perfecta del medi transmissor.

Amb aquest bagatge de premisses per al planteig, és fàcil arribar a una solució matemàtica impecable. El que ja no és tan fàcil, és que la Natura s'acomodi a aquesta solució, i per consegüent que les deduccions del càlcul passin gaire d'ésser unes dades purament indiciàries amb relació al que s'esdevé en la realitat.

*Interpretació de les cartes isosístiques.* — La primera de les hipòtesis que hem esmentat pressuposa la possibilitat d'identificar l'acceleració màxima en un lloc valent-nos del testimoni de persones no sempre impassibles davant del terratrèmol, i prenent com a bona la seva apreciació dels fets vulgars que durant el fenomen han ocorregut al seu entorn. Pressuposa també que aquests fets vulgars, àdhuc observats amb serenitat i amb un veritable sentit crític per part de



l'observador, corresponen a tot arreu i per igual a les mateixes condicions mecàniques del moviment del terreny.

Els qui hem hagut de centralitzar observacions d'aquesta mena, sabem bé prou amb quina facilitat es pot cometre una diferència d'un grau de l'escala en interpretar la descripció vinguda de l'observador, és a dir, com és possible, pel que fa referència a l'acceleració, cometre un error de doble a senzill. A més, si la regió conmoguda és un xic gran, les diferents condicions de solidesa dels edificis, de disposició del mobiliari i dels atuells domèstics, de costums i ocupacions del veïnat — a casa o a l'exterior —, fan que, a igualtat d'intensitat física, l'apreciació del grau macrosísmic presenti diferències sensibles.

Però tot i prescindint d'aquesta causa inicial d'incertitud, i suposant que en l'apreciació no resten sinó aquells errors que poden ésser considerats com a fortuits, queda encara un altre motiu de dubte en la distribució de la intensitat superficial, que no ha estat sempre tingut en compte, i que prové de la manera com el sismòleg ha fet la seva carta d'isosistes. El traçat d'aquestes línies pot fer-se fent-les passar per aquells punts on sembla haver estat més típic cada grau enter de l'escala; és el mètode seguit per alguns; però en aquesta operació hi ha molt de subjectiu, i es troba més seguretat a marcar les línies de salt d'un grau a l'inmediat, de manera que les isosistes no són el lloc geomètric dels punts on la conmoció ha presentat un grau ben definit per circumstàncies típiques, sinó línies de separació entre aquelles zones a les quals s'atribueix en termes globals un grau determinat. A les cartes isosístiques catalanes, aquest ha estat ordinàriament el procediment seguit. Això obliga a refer la carta quan se n'han de traure dades on intervinguin els valors de l'acceleració, intercalant les isosistes típiques, amb una certa arbitrarietat, entre aquelles línies de separació.

Així i tot, a les cartes més ben traçades restaran encara algunes dificultats difícils de resoldre. Una d'elles, que afecta particularment els terratrèmols de petita intensitat, consisteix en que la posició de les isosistes més exteriors, de graus III i II, és molt insegura, perquè allà la informació sol donar uns resultats molt pobres, i les observacions són generalment dubtoses. Una altra prové de que a l'epicentre mateix no s'hi sol haver trobat cap observador, i la intensitat epicentral, en general, no serà la indicada pels observadors més propers, sinó lleugerament més alta, en una quantitat desconeguda.

*Hipòtesi del focus puntiforme.* — És aquesta una comoditat de càlcul, però segurament que no l'acceptarà cap geòleg. El cas més aproximat al teòric podrà ésser el del desplaçament en bloc d'una massa més o menys globular i profunda del terreny; però sovint caldria considerar, més aviat, un hipocentre lineal o bé una superfície, i és evident que aquests supòsits, com més s'acostin a la realitat dels fets, menys es prestaran a les possibilitats d'una resolució analítica.

*Propagació isòtropa.* — La negació més rotunda de la simetria mecànica del



— 6 —

terreny a l'entorn de l'hipocentre, la podríem donar mostrant només alguns mapes sísmics, on no hi hauria pas manera de posar en equacions la figura de les línies. Però sense acudir a aquests casos extrems, es pot dir que la hipòtesi de la propagació isòtropa és el punt més dèbil d'aquesta teoria. I per altra banda, és la única que podem establir a priori, donat el nostre desconeixement de la textura de l'interior de la terra a profunditats que excedeixen els 2 km., mentre no es faci una exploració en gran escala per mitjà de seismes artificials, procediment ja usat en la prospecció minera, pero que per ara no sembla possible utilitzar per a fins exclusivament científics.

Les superfícies de fractures antigues, que arran de terra es revelen per falles més o menys paral·leles, i que en profunditat es pot inferir que han de fer quelcom de semblant, representen superfícies de discontinuïtat mecànica disposades en direccions sistematitzades, i encara que s'admetés que la velocitat de propagació de les ondes sísmiques no hi sofreix canvis sobtats, la intensitat ha d'ésser fortament influïda per aquests obstacles, la importància dels quals a les profunditats on es troben els hipocentres desconeixem.

I aquí es presenta un altre punt a decidir abans de passar endavant i sotmetre a discussió un sistema de línies isosistes, que gairebé sempre mostren tendència a una forma més o menys el·líptica. En la majoria dels casos, una disposició lineal del focus de commoció no és suficient per a explicar aquesta forma, que afecta les isosistes més externes tant com les altres. És freqüent la coincidència entre l'eix major de les el·lipses i la direcció de les valls, cosa que pot obeir a dues causes, que sovint coexistiran: 1.<sup>a</sup> que la carta isosística es dibuixa damunt d'un plànol en projecció horitzontal, sense comptar amb els desnivells, ni tenir en compte que als llocs alts han de correspondre intensitats més petites, tant per la major distància al focus subterrani com per efecte del pendent del terreny, que rep l'ona sísmica amb més o menys obliquïtat; 2.<sup>a</sup>, que el coeficient d'extinció ha d'ésser més gran en direcció transversal al talweg, o en aquella que per a les ondes sísmiques representi major nombre d'obstacles i discontinuïtats, i per consegüent la intensitat superficial ha d'ésser-hi molt més amortida que en direcció paral·lela.

Això porta immediatament a una qüestió que és essencial per a la pràctica de les mesures: ¿s'ha de prendre com a radi d'una isosista el promig que resulti de considerar tota l'àrea que ella comprèn, com generalment s'ha anat fent, o és més convenient prendre com a tal el semieix més gran de les el·lipses? Per part nostra ens inclinem a aquest darrer criteri, que és aquell que sembla apartar-se menys de les condicions d'homogeneïtat exigides per la teoria. Si aquest punt de vista és lícit, l'escurçament del semieix menor dependria de les pèrdues d'intensitat que el raig sísmic ha d'experimentar a cada discontinuïtat que travessi.



— 7 —

*Equacions fonamentals.*—Les consideracions que acabem de fer són suficients per a posar-nos en guarda contra tota aspiració a un coneixement precís de les profunditats dels focus sísmics, deduïdes de les cartes d'isosistes, però justifiquen la possibilitat de conèixer-ne un valor aproximat, o en darrer terme tenir-ne una idea acceptable.

Les premisses que podem assentar seran les següents:

a) Admetre una llei logarítmica que relacioni el grau macrosísmic amb el màxim de l'acceleració. Aquesta llei, cas particular de la de FECHNER, l'admetrem en la forma:

$$G = 3 \log \frac{4}{3} \Gamma, \quad (1)$$

deduïda per KÖVESLIGETHY de gran nombre d'observacions;  $G$  és el grau de l'escala de MERCALLI, i  $\Gamma$  l'acceleració màxima en mm per segon.

b) Admetre una llei de propagació en ondes amortides, d'acord amb l'equació:

$$\Gamma = \Gamma_{\varphi} \frac{1}{r} e^{-k(r-1)} \quad (2)$$

on  $\Gamma_{\varphi}$  és l'acceleració màxima a 1 km del focus,  $r$  la distància a l'hipocentre en quilòmetres i  $k$  un factor d'extinció, que per necessitat suposarem constant a tot el llarg del raig sísmic. Aquest factor  $k$ , la profunditat  $h$  de l'hipocentre, i la intensitat

$$G_{\varphi} = 3 \log \frac{4}{3} \Gamma_{\varphi} \quad (3)$$

corresponent a  $r = 1$  km seran tres valors intrínsecs que caracteritzaran un terratrèmol.

La combinació de les equacions (1) i (2) porta a aquesta altra:

$$G = 3 \left[ \log \frac{4}{3} + \log \Gamma_{\varphi} - \log r - k(r-1) \log e \right], \quad (4)$$

i per a la diferència entre el grau macrosísmic epicentral  $G_0$  i el que s'observa a la distància  $\rho$  de l'epicentre, comptada aquesta distància en la superfície del terreny,

$$G_0 - G = 3 \log \sqrt{1 + \left(\frac{\rho}{h}\right)^2} + Q \left( \sqrt{1 + \left(\frac{\rho}{h}\right)^2} - 1 \right). \quad (5)$$

En aquesta equació,

$$Q = 3 k h \log e. \quad (6)$$

Aquestes fórmules, o altres equivalents, serveixen de base a molts dels mètodes usats per al càlcul de les profunditats hipocentrals, i no insistirem molt sobre elles.



— 8 —

c) Si a la carta no figuren les veritables isosistes típiques, sinó línies de separació de zones de graus enters, prendre com a noves isosistes unes línies pròximament equidistants de cada dues consecutives d'aquelles, i admetre que aquestes noves línies passen pels punts "d'intensitat típica" a la qual correspon la llei logarítmica (1).

d) Prendre com a distància epicentral corresponent a cada grau, no els radis promitjos de les el·lipses, sinó els semieixos majors, com a representatius de la propagació menys pertorbada per les discontinuïtats del terreny.

*Esquema promig dels seismes catalans.* — Com a material observacional, hem pres les cartes isosístiques traçades des de l'any 1907 i reproduïdes en el catàleg sísmic del Sr. Josep GALBIS.

La taula I en dóna les dades que hem aprofitat per al nostre estudi; en ella prenem com a 1.<sup>a</sup> isosista la que correspon a un grau inferior en una unitat al que es dóna com a grau epicentral.

TAULA I. SEISMES AMB CARTES D'INTENSITAT APROFITABLES

N.º	Lloc	Data	Grau epicentral	RADIS EN KM			
				1. <sup>a</sup> isosista	2. <sup>a</sup> isosista	3. <sup>a</sup> isosista	4. <sup>a</sup> isosista
1	Rubí	18-II-1907	V	10	15		
2	Amer	6-IV-1909	VI	8	11	17,5	
3	Castellfollit	14-VII-1912	VI	5,8	8,8	12	
4	Teià	22-XI-1912	(?)	4,5	10	18	
5	Alt Èssera	29-III-1915	VII	5,8	8,8	11,3	22,5
6	Arenys	27-IV-1916	V ?	4,1	6,4	12	
7	Teià	15-VI-1916	IV	7,5	11		
7 bis	Canet	15-VI-1916	V ?	4,7	7,4	13	
8	Bellmunt	26-I-1917	V	6,5	11,5	17	
9	Llívia	22-VI-1917	V	8,5	24		
10	Banyuls	28-IX-1917	VII ?	20	32	61	90
11	Alella	23-X-1917	V	13			
11 bis	Garraf	23-X-1917	VII ?	22	40	50	
12	La Seu	22-II-1918	V	11	17		
13	Bohí	29-XI-1919	VI	45	110		
14	Venasc	2-XII-1919	V	18	28		
15	Amer	16-XII-1921	V	6			
16	Teià	14-IV-1923	V	7	14		
17	Setcases	9-IX-1923	V	27			
18	Viella	27-II-1924	VI	35	83	127	
19	Vallirana	12-X-1925	VI	11	17	26	



Una primera suggestió que hem aprofitat és la d'una relativa constància del producte  $kh$ , del factor d'extinció per la profunditat; el Sr. INGLADA la fa remarcar en el seu treball "Nuevas fórmulas, etc". Segons (5) aquesta constància representa també la del coeficient  $Q$ , el qual hem pres com igual a 0,3, tant perquè és un valor que s'aparta poc del que es dedueix dels que el Sr. INGLADA dóna en el treball esmentat, com perquè és el que s'acomoda millor als resultats numèrics que hem obtingut.

L'acceptació de la fórmula (4) i de la constància de  $Q$  porta com a conseqüència a admetre que hi ha d'haver una semblança geomètrica entre totes les cartes d'isosistes, almenys pel que fa referència als semieixos de les el·lipses, i per consegüent una identitat numèrica de les respectives dimensions si prenen com a unitat de longitud la profunditat hipocentral, o, essent aquella desconeguda, el semieix d'una qualsevol d'aquelles línies. En les nostres mesures hem pres com igual a 10 el radi de la segona isosista, perquè és més gran i més fàcil de mesurar que la primera, i també perquè dóna la impressió d'una major garantia en el traçat. Aquesta operació, l'hem feta només per a aquells terratrèmols dels quals s'havien precisat, almenys, tres isosistes pel procediment de les zones; així i tot hem pogut disposar encara de 17 casos ben determinats. Els resultats són els indicats en la taula II.

TAULA II. RADI DE LES ISOSISTES PROMITGES, PRENENT EL DE  $G_0 - II = 10$

	$G_0$	$G_0 - I$	$G_0 - II$	$G_0 - III$	$G_0 - IV$
1 Rubí	0	6,7	10	—	—
2 Amer	0	7,3	10	16,0	—
3 Castellfollit	0	6,6	10	13,7	—
4 Teià	0	4,5	10	18,0	—
5 Èssera	0	6,6	10	12,9	25,5
6 Arenys	0	6,4	10	18,7	—
7 Teià	0	6,8	10	—	—
7 bis Canet	0	6,4	10	17,6	—
8 Bellmunt	0	5,7	10	14,8	—
10 Banyuls	0	6,3	10	19,0	23,0
11 bis Garraf	0	5,5	10	12,5	—
12 La Seu	0	6,5	10	—	—
13 Bohí	0	4,1	10	—	—
14 Venasc	0	6,4	10	—	—
17 Teià	0	5,0	10	—	—
18 Viella	0	5,0	10	15,5	—
19 Vallirana	0	6,4	10	15,3	—
Promig	0	6,0	10	15,9	24,2 (?)



Sense deixar de reconèixer diferències que no són pas menyspreables en cada cas particular, podem prendre com representatius de les distàncies epicentrals promitges dels graus enters els següents números relatius:

Grau:	$G_0$	$G_0 - I$	$G_0 - II$	$G_0 - III$	$G_0 - IV$	(7)
$\rho$ :	0	6,0	10	15,9	24,2 (?)	

Potser, si el nombre d'exemples disponibles hagués estat més gran, s'hauria comprovat l'existència, dins de la taula II, de dos grups diferents, als quals correspondrien els valors:

Grau:	$G_0$	$G_0 - I$	$G_0 - II$	$G_0 - III$	$G_0 - IV$
$\rho$ :	0	5,3	10	14,3	—
	0	6,5	10	16,2	24,2 (?)

els quals podrien ésser tractats independentment, potser amb valors diferents del coeficient  $Q$ . Però amb una serie tan curta com la que tenim a la nostra disposició, un excés de classificació seria aventurat, i ens ha semblat que per ara era suficient prendre un promig general del tipus (7), que ve a representar un model de carta isosística ideal, de la qual les cartes particulars no s'aparten d'una manera extraordinària. La representació gràfica d'aquest terratrèmol ideal (grau macrosísmic en funció de la distància epicentral), feta a base dels quatre punts observats, té la forma de la corba  $AC$  (fig. 1).

*Aplicació de la teoria a l'esquema anterior.* — La convicció de la impossibilitat d'obtenir altra cosa que resultats aproximats, ens ha mogut a cercar un procediment expeditiu d'obtenir-los. De les solucions que hem assajat, la que es presta millor al càlcul diari consisteix a situar la profunditat hipocentral dins l'esquema de la taula (7) o de la figura 1, assignant-li un número en la primera o un punt en la segona. A l'efecte, hem plantejat la qüestió en la forma següent: ¿quins són els graus de l'escala macrosísmica que corresponen a les distàncies epicentrals  $h, 2h, 3h, \dots, nh$ ?

Si en l'equació (5) fem  $\rho = nh$ , essent  $n$ , per comoditat, un nombre enter, tindrem

$$G_0 - G_n = \frac{3}{2} \log(n^2 + 1) + Q \left[ \sqrt{n^2 + 1} - 1 \right] \quad (8)$$

i donant a  $n$  valors particulars,

per a	$\rho = h$	$n = 1$	$G_0 - G_h = 0,4515 + 0,4142 Q$	(9)
	$\rho = 2h$	$n = 2$	$G_0 - G_{2h} = 1,0485 + 1,2361 Q$	
	$\rho = 3h$	$n = 3$	$G_0 - G_{3h} = 1,500 + 2,1623 Q$	
	$\rho = 4h$	$n = 4$	$G_0 - G_{4h} = 1,8456 + 3,1231 Q$	
	$\rho = 5h$	$n = 5$	$G_0 - G_{5h} = 2,1225 + 4,0990 Q$	



i el valor més adequat de  $Q$  serà aquell que millor iguali els diferents valors de  $h$  tretts de les isosistes corresponents a la sèrie (7). N'hi ha prou amb alguns tempteigs per a convèncer-se que cap valor de  $Q$  no pot satisfer exactament les equacions del grup (9) ni la forma de la corba que passa pels punts (7). De tots els valors assajats, el que més s'acosta a complir aquesta condició és  $Q = 0,3$ . Tenim, doncs:

Per a	$\rho = h$	$G_0 - G_h = 0,58$	(10)
	$\rho = 2h$	$G_0 - G_{2h} = 1,42$	
	$\rho = 3h$	$G_0 - G_{3h} = 2,12$	
	$\rho = 4h$	$G_0 - G_{4h} = 2,78$	
	$\rho = 5h$	$G_0 - G_{5h} = 3,35$	

Portant els valors de  $G_0 - G_{nh}$  a la corba  $AC$  (fig. 1), s'obtenen els punts  $L, M, N, P, R$ , les abscises dels quals seran la profunditat  $h$  i els seus múltiples  $2h, 3h \dots$ .

Un resultat notable és la concordància dels valors de la profunditat corres-

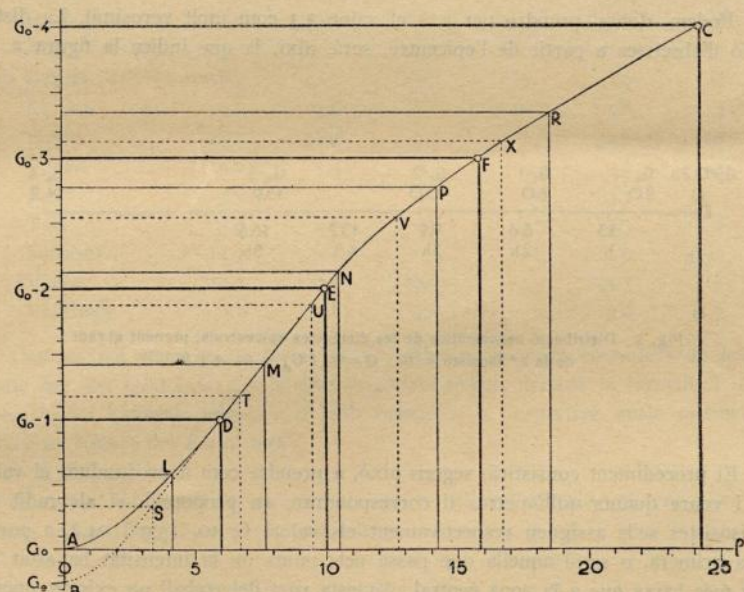


Fig. 1. Distribució promitja dels radis majors de les isosistes prenent com 10 el de la segona

ponents als múltiples 2 i successius ( $h = 3,7$  en promig) mentre l'abscissa corresponent al valor senzill de  $h$  és sensiblement superior ( $h = 4,1$ ) dins de l'escala relativa abans adoptada.



Aquesta diferència desapareix en gran part si en lloc de prendre com a grau epicentral el nombre enter corresponent a la zona de màxim, s'augmenta aquest grau en unes 25 centèsimes, és a dir, si es suposa que a l'epicentre mateix la intensitat s'apropa ja lleugerament al grau immediatament superior al màxim indicat en la carta isosística. Aquesta correcció no té res d'arbitrària, i probablement s'acorda amb la realitat. En la gràfica, equival a desviar l'arc inferior de la corba, des de  $D G_0$  fins a  $D G_e$ , on  $G_e$  seria el grau epicentral efectiu, en promig. Aleshores els punts  $L, M, N, P, R$  han d'ésser substituïts pels  $S, T, U, V, X$ , i les abscisses corresponents resulten ésser 3,4, 6,8, 9,5, 12,75 i 16,7, és a dir, que en l'escala que hem adoptat, on el radi de la segona isosista és 10, els valors de  $h$  deduïts dels nous punts són

$n$	1	2	3	4	5
$h$	3,4	3,4	3,2	3,2	3,5

Podem, doncs, prendre per a  $h$  el valor 3,3 com molt verosimil. La distribució d'abscisses a partir de l'epicentre, serà, així, la que indica la figura 2.

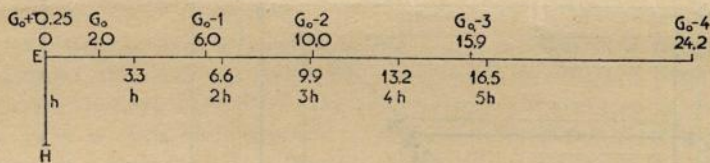


Fig. 2. Distribució esquemàtica de les distàncies epicentrals, prenent el radi de la 2.ª isosista = 10,  $Q=0.3$  i  $G_e = G_0 + 0,25$

El procediment consistirà, segons això, a prendre com a profunditat el valor 3,3 i veure quants quilòmetres li correspondran, en proporció, si als radis de les isosistes se'ls assignen respectivament els valors 6, 10, 15,9 i 24,2, a partir de la primera, o sigui aquella que passa pels punts on la intensitat ha estat un grau més baixa que a la zona central. Aquesta part del treball no exigeix operacions complicades; pot fer-se amb unes senzilles proporcions amb la regla de càlcul, i s'obtenen tants valors de la profunditat com isosistes hi hagi dibuixades a la carta.

Aplicant el procediment als terratrèmols de la taula I, es troben les profunditats indicades en la taula III:



TAULA III

VALOR DE LES PROFUNDITATS, PRENENT  $h = 3,3$  EN LA ESCALA EN QUE  $\rho = 6, 10, 15,9, 24,2$

	$\rho_1$	$\rho_2$	$\rho_3$	$\rho_4$	$h$ promig	Mitja dels apartaments %
1 Rubí	5,5	5,0	—	—	5,3	5
2 Amer	4,4	3,6	3,6	—	3,9	9
3 Castellfollit	3,2	2,9	2,5	—	2,9	8
4 Teià	2,5	3,3	3,7	—	3,2	7
5 Alt Éspera	3,2	2,9	2,3	3,1	2,9	10
6 Arenys	2,3	2,1	2,5	—	2,3	7
7 Teià	4,1	3,6	—	—	3,9	6
7 bis Canet	2,6	2,4	2,7	—	2,6	4
8 Bellmunt	3,6	3,8	3,5	—	3,6	3
9 Llívia	4,7	7,9	—	—	6,3 (?)	25
10 Banyuls	11,0	10,6	12,7	12,3	11,6	9
11 Alella	7,2	—	—	—	7,2 (?)	—
11 bis Garraf	12,1	13,2	10,4	—	11,9	8
12 La Seu	6,1	5,6	—	—	5,8	4
13 Bohí	24,7	36,4	—	—	30,6 (?)	19
14 Venasc	9,9	9,3	—	—	9,6	3
15 Amer	3,3	—	—	—	3,3	—
16 Teià	3,9	4,6	—	—	4,3	8
17 Setcases	14,9	—	—	—	14,9	—
18 Viella	19,3	27,5	26,2	—	24,3	14
19 Vallirana	6,1	5,6	5,1	—	5,6	6

Com es pot veure en la taula III, les diferències entre els valors de  $h$  per a cada cas són molt inferiors al que es podria témer, donada la incertitud d'algunes de les hipòtesis admeses, i amb relació a la respectiva mitja aritmètica oscil·len al voltant del 8 per 100.

*Intensitat intrínseca de cada terratrèmol.* — Si en l'equació (3) fem successivament  $r = 1$  km i  $r = h$ , obtindrem:

$$G_{\varphi} = G_0 + 3 \log h + Q \left( 1 + \frac{1}{h} \right) \quad (11)$$

o, si prenem en lloc de  $G_0$  el valor de la intensitat observada augmentat en 0,25,

$$G_{\varphi} = G_0 + 0,55 + 3 \log h - \frac{0,3}{h} .$$



El darrer terme no afecta sinó les centèsimes a partir de  $h = 5$  km, i aleshores se'n pot prescindir. Fets els càlculs necessaris, i ordenant els terratrèmols per ordre de profunditat, es té com a resultat final:

TAULA IV. CARACTERÍSTIQUES DELS TERRATRÈMOLS CATALOGATS

	$h$ Km	$G_{\varphi}$		$h$ Km	$G_{\varphi}$
6 Arenys	2,3	6,8	19 Vallirana	5,6	7,8
7 bis Canet	2,6	6,9	12 La Seu	5,8	7,9
5 Éssera	2,9	9,0	9 Llívia	6,3 (?)	7,9
3 Castellfolit	2,9	8,0	11 Alella	7,2 (?)	8,1
4 Teià	3,2	—	14 Venasc	9,6	8,5
15 Amer	3,3	7,2	10 Banyuls	11,6	10,7
8 Bellmunt	3,6	7,3	11 bis Garraf	11,9	10,8
2 Amer	3,9	8,4	17 Setcases	14,9	9,1
7 Teià	3,9	6,4	18 Viella	24,3	10,7
16 Teià	4,3	7,5	13 Bohí	30,6 (?)	11,0
1 Rubí	5,3	7,6			

Aquests resultats ens mostren que els terratrèmols més superficials de tota la sèrie han estat els dos de la platja d'Arenys-Canet, que tenen el focus a  $2 \frac{1}{2}$  quilòmetres per sota de la superfície del terreny.

Els tres de la regió volcànica d'Olot tenen l'hipocentre, en promig, a  $3 \frac{1}{2}$  km de profunditat, i del mateix ordre és el de Bellmunt de Ciurana.

El Vallès meridional presenta dos epicentres amb el focus a  $5 \frac{1}{2}$  km.

Les petites sotragades de la regió d'Alella tenen l'hipocentre a profunditats que oscil·len entre 3,2 i 4,3 quilòmetres. La de 7,2 km. que es troba per a un d'ells mereix poc crèdit, per quant el fenomen va presentar-se com a satèl·lit o relais d'un altre seisme més important.

A la Ribagorça i a la vall alta de l'Éssera trobem dues profunditats ben diferenciades, una de 2,9 km i una altra de 9,6 km.

Les commocions que han tingut el focus més profund han estat, a la costa, les en part submarines esdevingudes davant de Banyuls i de Garraf, amb 11,6 i 11,9 km respectivament; i a l'interior les del Pallars i de la Vall d'Aran, amb profunditats que passen dels 20 km.



PUBLICACIONES DE LA  
ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES DE BARCELONA

MEMORIAS

PRIMERA ÉPOCA

Tomo I (1835 - 1839) (está agotado)

SEGUNDA ÉPOCA

Tomo I (1878 - 1884) .....	20 Ptas.
" II (1885) sólo un número .....	10 "

TERCERA ÉPOCA

Tomo I (1892 - 1900) .....	50 Ptas.
" II (1892 - 1900) .....	90 "
" III (1895 - 1901) .....	65 "
" IV (1901 - 1904) .....	80 "
" V (1904 - 1906) .....	70 "
" VI (1907 - 1908) .....	75 "
" VII (1908 - 1909) .....	75 "
" VIII (1909 - 1911) .....	85 "
" IX (1911) sólo se publicó un número .....	25 "
" X (1911 - 1914) .....	85 "
" XI (1914 - 1915) .....	85 "
" XII (1915 - 1916) .....	85 "
" XIII (1916 - 1918) .....	75 "
" XIV (1917 - 1919) .....	70 "
" XV (1919 - 1920) .....	110 "
" XVI (1920 - 1921) (número uno agotado) .....	80 "
" XVII (1921 - 1923) .....	85 "
" XVIII (1923 - 1925) .....	100 "
" XIX (1924 - 1926) .....	100 "
" XX (1926 - 1928) .....	105 "
" XXI (1928 - 1930) .....	80 "
" XXII (1930 - 1932) .....	90 "
" XXIII (1932 - 1934) .....	110 "

BOLETÍN

TERCERA ÉPOCA

Tomo I (1892 - 1900) .....	55 Ptas.
" II (1901 - 1908) .....	55 "
" III (1909 - 1916) .....	55 "
" IV (1916 - 1923) .....	55 "
" V (1924 - 1929) .....	55 "
" VI (1930) (en publicación)	



MEMORIAS DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

TOMO XVI

- N.º 1. — *Dr. Elías Santos Abreu.* — Monografía de los Fungivóridos de las Islas Canarias (2 láms.).
- N.º 2. — *R. P. Doctor Eduardo Vitoria, S. J.* — Estudio de algunos esquistos bituminosos españoles (2 figs.).
- N.º 3. — *D. Joaquín de Borja y Goyeneche.* — Contribución al estudio de la Fauna ictiológica de España.
- N.º 4. — *M. Octavio Mengel.* — Continuidad de las terrazas antiguas de 100, 225 y 280 metros, en las dos vertientes del extremo oriental de los Pirineos.
- N.º 5. — *R. P. Manuel M.º S. Navarro Neumann, S. J.* — Sobre una fórmula para calcular la temperatura media de una localidad, en función de su latitud y de su altura sobre el nivel del mar.
- N.º 6. — *Dr. D. Maximino San Miguel de la Cámara.* — Nota sobre las rocas de las minas del Priorato (Tarragona) (8 láms.).
- N.º 7. — *Dr. D. Maximino San Miguel de la Cámara.* — Nota petrográfica sobre algunas rocas eruptivas de Castellón y Valencia (2 láms.).
- N.º 8. — *Dr. D. Eduardo Fontseré.* — Sobre las variaciones de transparencia de la atmósfera, desde las Baleares al Puigmal (11 figs.).
- N.º 9. — *D. Bernardo Lassaletta.* — Influencia de la saturación del hierro en el trazado de los diagramas de los motores asincrónicos (8 figs.). — Discurso de contestación, por el *Dr. D. E. Terradas.*
- N.º 10. — *R. P. Longinos Navás, S. J.* — Dos nuevas tribus de Mirmeleónidos (Ins. Neur.) (3 figs.).
- N.º 11. — *M. Il·tre. Sr. D. Francisco de P. Ricart y Gualdo.* — El pozo Mouras no es órgano depurador. — Cómo deberá aplicarse. (2 figs.).
- N.º 12. — *Dr. D. F. Pardillo.* — Escolecita de Estopanyá (Huesca) (1 lám. y 2 figuras).
- N.º 13. — *Ilmo. Sr. D. José Serrat y Bonastre.* — La evolución moderna de la locomotora. Su estado actual, su probable futuro (17 figs.).
- N.º 14. — *H. Olivier.* — Prodomus lichenum europeorum fruticulosi et foliacei. — Adjunctis tabulis analyticis specierum, cum omnium varietatum, formarumque descriptione.

Todos estos trabajos pueden adquirirse por separado a excepción del n.º 1