

RB. 0249.

C 13

INSTITUTO GEOGRAFICO Y CATASTRAL

— x —

OBSERVATORIO SISMOLOGICO DE ALICANTE

ESTUDIO PRELIMINAR  
DEL SISMO DEL 15 DE FEBRERO DE 1956  
EN LA CANAL DE BERDUN

POR

JUAN MARTIN ROMERO

INGENIERO GEOGRAFO



MADRID

TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRAFICO Y CATASTRAL

1957

INSTITUTO GEOGRAFICO Y CATASTRAL

—\*—

OBSERVATORIO SISMOLOGICO DE ALICANTE

ESTUDIO PRELIMINAR  
DEL SISMO DEL 15 DE FEBRERO DE 1956  
EN LA CANAL DE BERDUN

POR

JUAN MARTIN ROMERO

INGENIERO GEOGRAFO



MADRID

TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRAFICO Y CATASTRAL

1957

ESTUDIO PRELIMINAR DEL SISMO  
DEL  
15 DE FEBRERO DE 1956 EN LA CANAL DE BERDUN

---

DATOS DEL REGISTRO

Contamos con los registros de los Observatorios siguientes cuyas primeras sacudidas se indican:

Ebro	iP = 17 <sup>h</sup>	40 <sup>m</sup>	21 <sup>s</sup>
Fabra	eP = 17	40	27
Toledo	eP = 17	40	40
Alicante	Pn = 17	40	49
Cartuja	P = 17	41	38
Málaga	iPg = 17	41	20

APLICACION DEL METODO DE LAS DETERMINANTES

Se eligen, de momento, las cuatro primeras estaciones con las que se forman dos triángulos: Toledo - Ebro - Alicante y Ebro - Alicante - Barcelona.

Con el primer triángulo obtenemos una determinante:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Determinante } P_1 \dots \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Toledo } eP = 17 \ 40 \ 40 \\ \text{Ebro } iP = 17 \ 40 \ 21 \\ \text{Alicante } P = 17 \ 40 \ 49 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{Ali} - \text{E} = 28'' \ 28 \times 7,76 = 217,28 \text{ kms.} \\ \text{T} - \text{E} = 19'' \ 19 \times 7,76 = 147,44 \text{ »} \end{array}$$

y con el segundo:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Determinante } P_2 \dots \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Alicante } P = 17 \ 40 \ 49 \\ \text{Ebro } iP = 17 \ 40 \ 21 \\ \text{Fabra } eP = 17 \ 40 \ 27 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{F} - \text{E} = 6'' \ 6 \times 7,76 = 46,56 \text{ kms.} \\ \text{Ali} - \text{E} = 28'' \ 28 \times 7,76 = 217,28 \text{ »} \end{array}$$

que con centro en Tortosa, nos dan dos rectas cuyo corte nos determina la

### SITUACION DEL EPICENTRO

Según puede verse en el mapa que se acompaña en

$$\varphi = 42^{\circ} 39' 3 \text{ N.}$$

$$\lambda = 0^{\circ} 57' 0 \text{ W. (Gr.)}$$

### PROFUNDIDAD DEL FOCO

Trazadas las curvas de distancias hipocéntricas para Toledo (línea TT en el mapa), Alicante (AA) y Fabra (BB), procedemos a la determinación de  $h$  por Fabra.

Para ello, proyectamos el epicentro normalmente a la recta Barcelona-Tortosa hasta su encuentro con la línea de trazo verde (Barcelona). Después, a partir del epicentro, trazamos la normal a la recta Epicentro-Barcelona, y, con centro en esta última, un arco con radio igual a la distancia Barcelona-1 hasta cortar en B a la normal trazada. La longitud del segmento Epicentro-B nos da la profundidad.

Operando análogamente con Toledo obtenemos para  $h$  la magnitud Epicentro-T, y repitiendo lo mismo con Alicante, Epicentro-A. Por último, con Tortosa trazamos la normal a la recta Epicentro-Tortosa y con centro en esta última y radios Tortosa-1, Tortosa-2 y Tortosa-3, los arcos que corten a la referida normal, lo que nos da tres puntos de corte próximos a E.

El valor de  $h$  debe ser el mismo cualquiera que sea el Observatorio considerado. Así, haciendo centro en el epicentro y con radio Epicentro-A trazamos un círculo cuya circunferencia pasa sensiblemente (con los errores inherentes a unos registros de eP en Toledo y Fabra) por los puntos A, T, B y E.

Esta profundidad nos da un valor para  $h$  de

$$h \simeq 168 \text{ kms.}$$

### HORA EN EL ORIGEN

Si aceptamos esta profundidad obtenida, las distancias hipocentrales a cada Observatorio son:

Tortosa	D = 295 kms.
Fabra	D = 340 »
Toledo	D = 445 »
Alicante	D = 524 »

Ahora bien: si se adopta, como hemos hecho, una velocidad de  $7,76 \text{ kms}^{-1}$  para las ondas P, los tiempos de propagación a esas distancias son, respectivamente:

OBSERVATORIOS	DISTANCIA HIPOCENTRAL	TIEMPO DE PROPAGACIÓN
Tortosa.. ... ..	295 kms.	38 <sup>s</sup>
Fabra. ... ..	340 »	43,8
Toledo... ..	445 »	57
Alicante. ... ..	524 »	1 <sup>m</sup> 07 <sup>s</sup>

y como las horas de registro para la P han sido

OBSERVATORIOS	HORAS REGISTRO	TIEMPO DE PROPAGACIÓN
Tortosa.. ... ..	17 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> 21 <sup>s</sup>	38 <sup>s</sup>
Fabra. ... ..	17 40 27	43,8
Toledo... ..	17 40 40	57
Alicante. ... ..	17 40 49	1 <sup>m</sup> 07 <sup>s</sup>

restando de cada una de ellas el tiempo de propagación tenemos para hora en el origen en cada Observatorio:

OBSERVATORIOS	HORA EN EL ORIGEN
Tortosa ... ..	(17 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> 21 <sup>s</sup> ) 38 <sup>s</sup> = 17 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> 43 <sup>s</sup>
Fabra ... ..	(17 40 27 ) 43,8 = 17 39 43,2
Toledo ... ..	(17 40 40 ) 57 = 17 39 43
Alicante ... ..	(17 40 49 ) (1 <sup>m</sup> 07 <sup>s</sup> ) = 17 39 42

Concordancia de horas bastante aceptable, como puede verse.

No podemos utilizar los datos de Cartuja y Málaga ya que el primero de ambos, por su hora de registro adolece, sin duda, de un error de lectura, puesto que da  $17^h 41^m 38^s$ , siendo así que Málaga, a más distancia, registra la misma fase a las  $17^h 41^m 20^s$ , y Strasburgo, a 200 kilómetros más distante que Cartuja del epicentro, registra la Pg a las  $17^h 42^m 17^s$ , esto es,  $P_n = 17^h 41^m 33^s$ , que representaría sólo cinco segundos para un recorrido aproximado de 200 kilómetros, lo cual es imposible.

Respecto a Málaga, no cabe duda que la fase iPg que señala corresponde, en realidad, al primer impulso (iPn en este caso) por la razón siguiente: Alicante ha registrado la Pn a las  $17^h 40^m 49^s$ . Dada la distancia reconocida por Málaga (740 kilómetros), la Pn correspondiente a su supuesta Pg estaría adelantada  $31^s,5$  respecto a ella, es decir, sería  $P_n = 17^h 40^m 48^s,5$  y no es posible porque Alicante, a 216 kilómetros más cerca del epicentro, registra su Pn casi a la misma hora:  $17^h 40^m 49^s$ .

Se debe tratar, pues, del primer impulso en Málaga  $P_n = 17^h 41^m 20^s$ . En este caso, como la distancia hipocentral a Málaga es de 750 kilómetros, el tiempo de propagación resultante es de  $\frac{750 \text{ kms.}}{776 \text{ kms.}^{-1}} = 1^m 36^s,3$ , en cuyo caso la hora en el origen obtenida por Málaga es

$$(17^h 41^m 20^s) - (1^m 36^s,3) = 17^h 40^m 43^s,7,$$

perfectamente acorde con las demás obtenidas.

Tenemos además los datos del Observatorio de Strasburgo, que da una iZ (Sn) a las  $17^h 43^m 02^s$ . Como su distancia al hipocentro es de 860 kilómetros, deducimos que la Pn correspondiente es (según el nomograma)  $1^m 29^s$  antes, o sea,  $P_n = 17^h 41^m 33^s$ .

Y como su distancia hipocentral es de 860 kilómetros, el tiempo de propagación resultante es

$$\frac{860 \text{ kms.}}{776 \text{ kms.}^{-1}} = 1^m 50^s$$

que, restados de la hora Pn, da como hora en el origen

$$(17^h 41^m 33^s) - (1^m 50^s) = 17^h 39^m 43^s.$$

Resulta, pues, en total:

OBSERVATORIOS	DISTANCIA HIPOCENTRAL	TIEMPO DE PROPAGACIÓN	HORA REGISTRO	HORA EN EL ORIGEN
Tortosa. ... ..	295 kms.	38 <sup>s</sup>	17 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> 21 <sup>s</sup>	17 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> 43 <sup>s</sup>
Barcelona... ..	340 »	43,8	17 40 27	17 39 43,2
Toledo.. ... ..	445 »	57	17 40 40	17 39 43
Alicante. ... ..	524 »	1 <sup>m</sup> 07 <sup>s</sup>	17 40 49	17 39 42
Málaga.. ... ..	750 »	1 36,3	17 41 20	17 39 43,7
Strasburgo. ... ..	860 »	1 50	17 41 33	17 39 43

Por lo cual adoptamos el promedio

$$H_0 = 17^h 39^m 43^s$$

Aun cuando la profundidad  $h$  obtenida, por valor de unos 168 kms., puede parecerse excesiva, es el caso que con esta magnitud y situación del epicentro, las horas de origen concuerdan de un modo categórico.

Por otra parte, la situación del epicentro coincide con la del epicentro del sismo de la Canal de Berdún, de 10 de julio de 1923, magistralmente estudiado por Rey Pastor en su monografía «El período sísmico de la Canal de Berdún (Pirineos) 1923-1925», en cuyo trabajo obtuvo unas coordenadas epicentrales en aquella fecha

$$\varphi = 42^\circ 33' \text{ N.}$$

$$\lambda = 0^\circ 57' \text{ W. (Gr.)}$$

siendo así que en el caso presente el corte de las determinantes se encuentra casi en igual situación:

$$\varphi = 42^\circ 39' 3 \text{ N.}$$

$$\lambda = 0^\circ 57' \text{ W. (Gr.)}$$

esto es, solamente unos 12 kilómetros más al N.

## COMENTARIOS

El B. C. I. S. sitúa este foco, en su determinación preliminar, en  $43^{\circ} 1' N.$  y  $0^{\circ} 5' W.$ , esto es, en la vertiente norte pirenaica, y agrega que se «sintió ampliamente en el Departamento de los Bajos Pirineos (Francia)». Ignoramos si se sintió también en la región española navarro-aragonesa, ya que carecemos de la oportuna información macrosísmica que hubiera sido tan interesante. Conviene observar que, en el caso del sismo del 10 de julio de 1923 en la «Canal de Berdún», las isosistas del territorio francés—que tenemos a nuestra vista—presentan un profundo estrangulamiento hacia el S. de la región francesa de Tarbes, así como algunos focos periféricos en San Sebastián, Perpiñán y zona de Rosas, además de una zona de sombra o silencio en Alava.

Si el sismo actual, de mucha menor intensidad, ha tenido características parecidas en cuanto a la distribución de isosistas, bien pudo dar lugar en la zona francesa a una falsa interpretación del epicentro por estrangulamiento de las isosistas en la región gala, llevando posiblemente a considerar como principal lo que sólo sea, acaso, un foco periférico.

Nótese que precisamente en la región que estamos considerando, y cuyas características geológicas difieren bastante de una a otra vertiente del Pirineo, las isosistas absolutas obtenidas por Rey Pastor (véase su «Mapa Sismotectónico de la Península Ibérica») se aprietan y constriñen en la zona española, en tanto se dilatan en la francesa alrededor de focos que fueron conmovidos con igual intensidad (grado VIII) y situados, uno, en el emplazamiento de la Canal de Berdún; otro, en la comarca de Laruns (Francia).

Pero substancialmente hemos de considerar, atendiendo a los datos del B. C. I. S., que si se admite la situación señalada por el B. C. I. S. de  $\varphi = 43,1' N$  y  $\lambda = 0^{\circ},5' W.$  (Gr.), la distancia a Tortosa (estación más próxima) resulta de 261 kilómetros, lo que supone un tiempo de propagación de 33 segundos y, por tanto, una hora en el origen de

$$(17^h 40^m 21^s) - 33s = 17^h 39^m 48^s$$



cuando la dada por el mismo B. C. I. S. es

$$H_0 = 17^h 39^m 36^s$$

es decir, con una diferencia de 12 segundos.

Por otra parte, si se considera la distancia a Strasburgo (refiriéndonos siempre al epicentro obtenido por el B. C. I. S.), es de 890 kilómetros próximamente, lo que supone un tiempo de propagación de 1<sup>m</sup> 54<sup>s</sup>, que, restado de la hora de registro de Strasburgo, da

$$(17^h 41^m 35^s) - (1^m 54^s) = 17^h 39^m 39^s$$

si se considera la Pn; o de

$$(17^h 42^m 17^s) - (2^m 39^s) = 17^h 39^m 38^s$$

si se considera la Pg. En suma, 17<sup>h</sup> 39<sup>m</sup> 38<sup>s</sup>,5, con lo cual el cuadro sería

OBSERVATORIOS	Foco superficial $\Delta$	TIEMPO DE PROPAGACION	HORA REGISTRO	HORA ORIGEN
Tortosa ... ..	261	33 <sup>s</sup>	17 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> 21 <sup>s</sup>	17 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> 48 <sup>s</sup>
Strasburgo ... ..	890	2 <sup>m</sup> 39 <sup>s</sup>	17 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> 17 <sup>s</sup>	17 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> 38 <sup>s</sup>

una diferencia de 10 segundos entre las horas de ambos, discrepancia mucho más considerable que la obtenida por nosotros con el epicentro en la Canal de Berdún y la profundidad reseñada.

Finalmente nos inclina a hacer todas estas consideraciones el hecho de que, según la tarjeta del B. C. I. S., el epicentro por él obtenido ha sido según los datos de Tortosa, París, Strasburgo, Karlsruhe y Bensberg, todos ellos *a mayor distancia* que los que nos han servido de base a nosotros para nuestras determinantes como fueron Tortosa, Barcelona, Toledo y Alicante, con la comprobación ulterior de algunos de los datos de estaciones lejanas como Málaga y Strasburgo, más acordes, igualmente, con nuestro resultado.

## CONCLUSION

Naturalmente, no se pretende aquí justificar si una u otra determinación es la correcta. Los valores de la velocidad de propagación y la forma en que ésta se realiza, son todavía de escasa garantía para decidirlo. Pero sí sería de sumo interés conocer con exactitud la ubicación del epicentro, porque si ésta fuera en la región que nosotros hemos obtenido (y la discusión de las horas en el origen parece apoyar esta tesis), entonces habría que admitir el valor de *168 kilómetros* próximamente para la profundidad, y esto sí reviste importancia. No se oculta, en efecto, el valor que ha de tener, en su día, contar con un número suficiente de datos acerca de las profundidades en que van apareciendo los focos de conmoción para un estudio más acabado de la tectónica en el ámbito nacional, posibles superficies de discontinuidad, inclinación de fallas, velocidades de propagación, etc., etc.

Sobre ello volvemos a subrayar cuán deseable es contar con una información macrosísmica rápida y de garantía, que sirva de ayuda en casos como este, y sobre la que nos será permitido insistir una vez más, aunque sabemos está en el ánimo y deseos de la Superioridad y no ignoramos el cúmulo de dificultades que tal organización de información representa.

Alicante, marzo 1956.—*Juan Martín.*

