

INSTITUTO GEOGRAFICO Y CATASTRAL

# EL SISMO DE DAROCA-USED

DE

28 DE SEPTIEMBRE DE 1953  
Y SU RELACION CON LA LINEA  
SISMOTECTONICA DEL JILOCA

POR

ALFONSO REY PASTOR Y JUAN BONELLI RUBIO  
INGENIEROS GEOGRAFOS



MADRID  
TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRAFICO Y CATASTRAL  
1957

# EL SISMO DE DAROCA-USED DE 28 DE SEPTIEMBRE DE 1953

## INTRODUCCION

El día 28 de septiembre de 1953, a las 21<sup>h</sup> 41<sup>m</sup> 18<sup>s</sup>,5 (T. M. G.), tuvo lugar una importante sacudida sísmica que afectó, principalmente, a todos los pueblos de la provincia de Zaragoza comprendidos entre Calatayud y Daroca, y que produjo daños más o menos considerables en Used, Daroca, Velilla de Jiloca, Maluenda, etc., siendo perfectamente sentido y produciendo la natural alarma en todos los pueblos de la sierra y estribaciones de Santa Cruz.

Como la frecuencia sísmica de esta zona (1) es más bien baja, por cuya razón interesa estudiar cuantas manifestaciones telúricas se presenten en ella, y como la sacudida producida había tenido lugar, precisamente, en la línea tectónica del Jiloca, que es uno de los accidentes más característicos del Sistema Ibérico, la Dirección General del Instituto Geográfico acordó, a propuesta de la Sección de Geofísica, que se desplazaran a la zona pleistosista los autores de este trabajo, con el fin de llevar a cabo la oportuna información macrosísmica, reconocer la región y aportar cuantos datos tectonofísicos pudieran adquirir para el mejor conocimiento de la comarca y del conjunto fisiográfico en general. Por esta razón, iniciamos esta Memoria con una descripción general, particularizada después, al mismo que nos ocupa.

---

(1) A. REY PASTOR.—*Sismicidad de la Península Ibérica*.—Memoria presentada en Stuttgart, en 1952, en la reunión de la Comisión Sismológica Europea.

## F I S I O G R A F I A

*Rasgos generales.*—El Sistema Ibérico constituye un elemento geográfico, o unidad tectónica, adosado a la Meseta Castellana como elevada barrera interpuesta entre el Macizo Hespérico y la Depresión tectónica del Ebro, con relieve poco acentuado. Es un conjunto orográfico irregular con dos divisorias separadas por la Depresión tectónica del Jiloca. Por las razones dichas se denomina «Sistema Ibérico» en vez de Cordillera Ibérica.

El paso de la Meseta Castellana hacia dicho sistema es gradual, llegándose fácilmente a la serie de las mesas, muelas, páramos, serranías, etc., sin encontrar fracturas violentas ni fallas. Hacia la Fosa del Ebro, en cambio, se desciende por medio de una estructura en gradería, con múltiples fallas.

El borde interno del sistema presenta gran elevación: Parameras de Soria, 1.092 metros; Sierra de las Cabras, 1.400 metros; Sierra Ministra, 1.309 metros; Parameras de Molina, 1.520 metros, y Nudo de Albarracín, 1.856 metros. En el frente oriental se presentan varias series de cadenas plegadas, al otro lado de las cuales queda la Depresión del Ebro, con altitudes tan sólo de 200 a 400 metros, en las inmediaciones del río.

En el sector central, el complejo macizo orográfico de las Serranías de Cuenca presenta un típico paisaje erosivo, en el que se destacan las profundas hoces de los ríos que radialmente parten en todos los azimutes, ahondando constantemente sus cauces.

*Enlaces.*—El Sistema Ibérico enlaza por el NO. con la Cordillera Cantábrica, por el intermedio de la Depresión de la Bureba y Montes Obarenes, en tierras de Burgos. Asimismo, las ramificaciones de la Serranía de Cuenca se difumina con los llanos de la Alcarria y Meseta de Albacete. Por el S. se conecta con las Serranías Alicantinas de la Cordillera Penibética, mediante un complicado enlace de yuxtaposición de los pliegues Ibéricos orientados hercínicamente contra los Alpídicos. Teóricamente, la línea de contacto puede establecerse según una quebrada que pasa por: Bicort, Alcudia de Crespins (Canal de Navarrés), Barcheta (Falla del Montesa), Almiserat, Ador y Gandía (Falla del Serpis). Por el E., el Macizo del Maestrazgo se

une, a través del Ebro, con la Cordillera Catalana. Por el O., tiene lugar una conexión especial del borde de la arista del Sistema Ibérico con el Sistema Central Castellano por medio de las Sierras de Ayllón y Somosierra.

## UNIDADES FISIOGRAFICAS

### I. SERRANÍAS IBERO-SORIANAS O CADENAS NUMANTINAS

a) *Cadena Numantina principal*.—Comprende la siguiente alineación montañosa: Sierra de la Demanda, con plegamiento de tipo pirenaico y núcleo paleozoico, fuertemente plegada, con marcadas vergencias hacia el N.-NE. y con una de las mayores altitudes del Sistema (2.132 metros); Sierra de Neila, de materiales secundarios; Sierra de Urbión, también mesozoica (2.252 metros); Sierra Cebo-llera, potente formación del Cretáceo inferior (1.800 metros); Sierra del Moncayo, con núcleo paleozoico entre secundario (2.316 metros).

b) *Cadena Numantina secundaria*.—Forma un conjunto pequeño de sierras paralelas a las anteriores, que son: las de Covarrubias, Cervera y Cabrejas, de materiales Cretáceos.

c) *Plataforma de Soria*.—Forma una paramera de 1.300 metros de altitud media, por la cual corre el Alto Duero.

### II. CUENCA DE CALATAYUD

Está constituida por dos cadenas de sierras que determinan o encuadran la Depresión del Jiloca.

La cadena del NE. es formada por las siguientes sierras: Virgen (1.167 metros), Vicor (1.200 metros) y Cucalón (1.492 metros); las tres son integradas por potentes núcleos del Cámbrico rodeados de Triásicos y Mioceno. Al O. del Jiloca quedan las sierras de Santa Cruz (1.425 metros) y Almenara, también de Paleozoico, entre el Mioceno y Mesozoico.

El Jiloca, que nace del Nudo de Albarracín, corre por el fondo

de esta depresión, cubierta por el Mioceno yesífero con estratificación horizontal, en términos generales. En algunos sitios, los potentes derrubios del Cámbrico de la Sierra de Santa Cruz, forman fuertes capas que enmascaran la línea de contacto de ambos sistemas y cubren la traza de una probable falla entre Daroca y Used. (En esta línea tectónica radica el epicentro del sismo de 28 de septiembre de 1953). En las proximidades de Maluenda, Velilla y Calatayud, el Mioceno aparece fuertemente plegado.

### III. NÚCLEO OROGRÁFICO CENTRAL O DIVISORIA HESPÉRICA

*Serranias Hespéricas.*—Comprenden: La Sierra Ministra (1.400 metros) que enlaza, por intermedio de las Sierras de las Cabras y Ayllón, con el Sistema Orográfico Central Castellano y es atravesada por la línea de fractura Henares-Jalón; sus materiales son triásicos y liásicos; Parameras de Molina (1.520 metros), de terrenos mesozoicos y el Mioceno, con algún asomo paleozoico. Esta elevación es más alta que la mayor parte de las sierras que la rodean, excepto los Montes Universales; Sierra de Albarracín (1.856 metros), de terrenos mesozoicos con algún asomo silúrico; Montes Universales (1.692 metros), de terrenos mesozoicos, y las Sierras de Tragacete y Valdemeca (1.839 metros), también mesozoicas. El nudo de Albarracín forma uno de los centros hidrográficos más notables de la Península (ríos Tajo, Guadiela, Júcar, Cabriel, Turia y Jiloca).

### IV. DEPRESIÓN DE ALFAMBRA-TURIA

Queda encajada entre la Serranía de Cuenca al O. y el Maestrazgo al E. Está surcada por el Alfambra, hasta Teruel, y por el Turia, desde dicho punto hasta el Rincón de Ademuz. Constituye una línea de fractura que enlaza en Teruel con la de Jiloca.

### V. NÚCLEO DEL MAESTRAZGO O DIVISORIA TUROLENSE

Este conjunto montañoso se extiende por las provincias de Teruel, Castellón y Tarragona. Sus sierras más importantes son las que siguen: Sierra de Gúdar (2.020 metros) integrada, en su mayo-

ría, por Cretáceo, que constituye un centro hidrográfico donde nacen los ríos Alfambra, Guadalope y Mijares; Sierra de San Just (1.522 metros), de terreno cretáceo, oligoceno y miocénico, con núcleo paleozoico que enlaza con la Sierra de Cucalón; Sierra Palomera (1.529 metros), de terrenos liásicos y miocénicos, y Serranías de Morella (1.353 metros), con terrenos mesozoicos que forman un conjunto montañoso, el cual se extiende hasta el Ebro y enlaza, a través del mismo, con la Cordillera Catalana.

## VI. SERRANÍAS VALENCIANAS

Son un conjunto de ramificaciones, hacia el SE., de las Serranías de Cuenca. Sus sierras más destacadas son: Sierra de Espadán, al S. del río Mijares (1.041 metros), con terrenos triásicos y un asomo paleozoico central; Sierra de Javalambre (1.583 metros), que es el más importante macizo montañoso de las Montañas Valencianas, con terrenos mesozoicos; Sierra de Mira (1.422 metros), de materiales mesozoicos; Sierra de Cabrillas, al E. de Requena, con materiales mesozoicos y cenozoicos; sus ejes están ya influenciados por la tectónica alpina; Sierra de Martés (1.066 metros), con terrenos del Mioceno y Triásico; su directriz también se inflexiona hacia el E., Sierra de Enguera (1.200 metros), de terrenos del Cretáceo y del Mioceno. Por sus marcados rasgos de influencia alpina, podríamos incluirla en el Sistema Penibético, pero, tectónicamente, la delimitación meridional del Sistema Ibérico pasa por la Falla del Montesa.

## T E C T O N I C A

Reseñaremos brevemente los rasgos más salientes relacionados con este tema.

El borde de unión del Sistema Ibérico con la Meseta Central tiene lugar, según antes dijimos, por medio de una arista levantada en época moderna, como lo acusan los fenómenos de rejuvenecimiento del relieve de la Serranía de Cuenca y afluentes del Henares y Jalón. Este levantamiento ha producido una basculación hacia el NE.

que determinó el hundimiento del macizo paleozoico del Ebro. En virtud de un fenómeno de compensación isostática, tal basculación, al levantarse la arista Ibérica, determinó, entre otros fenómenos, el de captación del Alto Duero hacia el O., ya que antes vertía por la cuenca del Jalón.

La depresión del Jiloca constituye una línea tectónica, la cual se prolonga más allá de Calatayud por el Valle del Ribota, que corre también por una línea probable de fractura. El conjunto de la línea tectónica determinada por los ríos Ribota, Jiloca y Turia, es denominada por Solé Sabarit (1) «Depresión Longitudinal Ibérica». La topografía del Sistema Ibérico presenta, en varios sectores, pliegues vigorosos con fenómenos de cabalgamientos, que denotan potentes espesores de sedimentos mesozoicos fuertemente afectados por los empujes del tipo pirenaico; hay otros parajes en los cuales hay plegamientos mesozoicos de pequeña potencia y cuya tectónica dominante es la herciniana.

Según Stille (2) son característicos los efectos de vergencia de los pliegues mesozoicos hacia las partes externas del sistema; por ejemplo: Sierra de la Demanda, vergencia hacia el N.; Somosierra, vergencia hacia el S.; Cadenas de E. del Jiloca, vergencia hacia el NE.; divisoria Hespérica, vergencia al SO.; divisoria Turolense, vergencia al NE.; Montañas Levantinas, vergencia al SO.

Las fallas más notables quedan situadas al NE. de la Sierra de la Demanda y del Pico de Urbión, las que han determinado una estructura en gradería, descendente hacia el Ebro; otras fracturas se encuentran en la línea del Jiloca y en las Montañas Levantinas.

## O R O G E N E S I S

En la zona del Sistema Ibérico, aunque hay vestigios de ejes orográficos caledonianos, en realidad no corresponden a grandes pliegues. En sus materiales cámbricos y silúricos se encuentran aca-

---

(1) SOLÉ SABARIT.—*Geografía de España y Portugal*. Barcelona, 1952.

(2) STILLE H.—*Die Kiltiberische Scheitlung*. Berlín, 1931.

reos procedentes del antiguo macizo existente en la actual depresión del Ebro.

El plegamiento herniciano abarcó toda la amplitud del actual sistema montañoso y tuvo lugar en las últimas fases del movimiento orogénico, cuyos empujes fueron provinientes del Pirineo y produjeron extensos trastornos en la estratigrafía.

Se producen en la depresión de Calatayud cabalgamientos de Cámbrico sobre Silúrico en las proximidades de Daroca-Used.

Los pliegues hercinianos se amoldan a los caledonianos, y los ejes orográficos acusan orientación del NO. a SE., si bien con fuertes incurvaciones, como el «Arco» o «Rodilla Astur» y la «Flexión extremeña». El primero se ciñe a la divisoria numantina y a la cadena exterior de la cuenca de Calatayud (Sierras de la Demanda hasta la de Cucalón). La segunda pasa por la divisoria Hespérica (de Sierra Ministra a Serranía de Cuenca).

Durante los períodos Triásicos y Cretáceo medio hay dos potentes cuencas de sedimentación: la numantina y la valenciano-aragonesa; sufren sus fondos diversas vicisitudes y dan lugar a potentes sedimentaciones en el Cretáceo superior.

El plegamiento alpino, en su fase pirenaica, de fin del Eoceno y comienzos del Oligoceno, produce fuertes relieves en las capas mesozoicas sobre las paleozoicas, y se originan rejuvenecimientos de éstas.

Al final del Oligoceno se inicia el hundimiento del macizo del Ebro, proceso que continúa en el Mioceno. Se origina en este período un ciclo erosivo que provoca una fuerte sedimentación y enmascara los relieves anteriores.

En el Plioceno los movimientos postalpinos dan lugar a fuertes dislocaciones y elevaciones en masa, como la de la Arista Hespérica y también plegamiento en la avanzada Sierra de Altomira. Tiene lugar el fenómeno de captación del Alto Duero.

## S I S M I C I D A D

En nuestra Memoria titulada «Sismicidad de la Península Ibérica», presentada en el Congreso de Stuttgart de 1952, expusimos la división de la Península Ibérica en cuatro amplias regiones sísmi-



cas, y éstas en 21 zonas sísmicas peninsulares, más cuatro zonas marítimas e insulares.

La región del NE. de la Península comprende las zonas: Vascongadas, Pirenaica, Cadena Catalana, Depresión del Ebro y Sistema Ibérico.

Para cada zona sísmica hemos calculado su coeficiente de frecuencia media tomando como unidad el día sísmico. Dicho coeficiente es el promedio de días sísmicos por año para cada kilómetro cuadrado.

Con arreglo a dicho criterio, resulta, para las zonas de la Región NE., los siguientes coeficientes: zona Vascongada, 9; Pirenaica, 48; Cadena Catalana, 53; Depresión Ebro, 1, y Sistema Ibérico, 5.

Como vemos, la zona que estudiamos presenta un tipo de frecuencia bastante bajo. Para la Península Ibérica, la zona de máxima sismicidad es la de Granada, de coeficiente 225, y le sigue, con coeficiente muy aproximado, la de Murcia-Alicante, con 211. La de mínima frecuencia es la de la Meseta Castellana, con 0,4.

La zona sísmica del Sistema Ibérico no ha sido bien estudiada hasta ahora por no haber llamado la atención, ni por la frecuencia ni por la intensidad de los movimientos telúricos en ella ocurridos. En la adjunta relación anotamos los sismos identificados, tanto por registros instrumentales como por noticias históricas de fechas anteriores al siglo xx.

RELACION DE EPICENTROS ENCLAVADOS EN LA ZONA DEL SISTEMA IBERICO

EPICENTROS	FECHAS, SISMOS	GRADO	OBSERVACIONES
Próx. Albarracín (Teruel) ... ..	19-VII-1848	III-V	Falla del Jiloca.
	1848	IV	
	2-X-1848	VIII	
	3-X-1848	VIII	
	8-X-1848	III	
	1-XI-1848	IV	
	13-XII-1848	IV	
	3-VI-1851		
	29-V-1880	VII	
	16-XI-1922	III	
	26-II-1924	IV	
	12-XI-1931	V	
	15-V-1945	IV	
Próx. Ademuz (Valencia)... ..	1656	VIII-IX	Falla del Turia.
Próx. Alcalá de Chisvert (Castellón)... ..	16-XII-1930	IV	Línea costera de fractura, prolongación de la sismotectónica Alicante-Sagunto.
Próx. Alfambra (Teruel)... ..	16-VI-1927	V	Falla de Alfambra-Turia.
	19-VI-1927	IV	
	21-VI-1927	III	
Próx. Alhama de Aragón (Zaragoza)... ..	22-XI-1885	V-VI	Falla del Jalón.
Arcos de Jalón (Soria)... ..	20-XII-1951	III	Idem, id.
Calatayud (Zaragoza)... ..	4-II-1944	V	Cruce de la línea tectónica del Jalón con la del Jiloca.
Próx. Cimballa (Zaragoza) ... ..	5-IV-1912	III	Próximo al foco de Used. (Depresión del Jiloca).
	15-IV-1912	III	
Daroca - Used (Zaragoza) ... ..	11-IX-1917	IV	Fractura del Jiloca; foco sísmico notable.
	28-IX-1953	VII-VIII	
Próx. Fortanete (Teruel)... ..	9-II-1928	V	Sierra de Gúdar.
Próx. Maranchón (Guadalajara). ...	15-XI-1931	IV	Relacionado con la línea de fractura del Jalón-Henares.
Próx. al E. Motilla del Palancar (Cuenca)... ..	3-III-1929	VII	Relacionado con la línea de fractura del Cabriel medio.

EPICENTROS	FECHAS, SISMOS	GRADO	OBSERVACIONES
Próx. Pastrana (Guadalajara)... ..	7-I-1922	II	Sierra de Altamira (1).
	9-I-1922	II	
	30-I-1922	II	
	3-VII-1922	V	
	4-VII-1922	III	
	13-VIII-1922	II	
	8-I-1944	III	
	7-XII-1945	III	
	23-VII-1946	IV	
Sagunto... ..	17-XI-1946	IV	Foco de un sismo catastrófico en el siglo XVI (2).
Próx. S. Esteban de Gormaz (Soria).	14-17-VI-1904	VI	Plataforma de Soria.
Próx. Soria... ..	26-III-1914	IV	Idem, id.
Próx. Talayuelas (Cuenca)... ..	19-IX-1919	VI	Falla del Turia.
Próx. Tragacete (Cuenca)... ..	13-I-1920	III	Montes Universales.
	19-I-1926	III	
	21-I-1926	III	
	22-I-1926	III	
Próx. Teruel ... ..	23-V-1845	III-IV	Intersección de la fractura del Jiloca con la de Turia-Alfambra.
Turruncún (Logroño)... ..	2-IV-1875	IV-V	Falla en Gradería del NE. de la Sierra Cebollera (3).
Villafamés (Castellón) ... ..	23-I-1923	II	Línea costera de fractura (4).
	28-I-1923	II	
	31-I-1923	IV	
Villanueva de Alcolea (Castellón)... ..	2-II-1914	VI	Idem, id., id.
Próx. Villanueva de Cameros (Logroño)... ..	20-VIII-1911	IV	Falla al pie de la Sierra de la Demanda.
Próx. Villarta (Cuenca)... ..	9-VIII-1943	V	Fractura tectónica del Cabriel.

(1) REY PASTOR, A.—*Los fenómenos sísmicos de Pastrana de 3 de julio de 1922*. Madrid, 1925.

(2) GALBIS RODRÍGUEZ, J.—*Catálogo Sísmico*. Madrid, 1932.

(3) REY PASTOR, A.—*El Sismo de la Rioja Baja de 18 de febrero de 1929*. Madrid, 1932.

(4) REY PASTOR, A.—*Estudio Sismotectónico de la Región Sureste de España*. Madrid, 1951.

## MAGNETISMO

Como complemento del estudio del Sistemá Ibérico, desde los puntos de vista morfológico, tectónico y sísmico, vamos a exponer un breve comentario relativo a las anomalías magnéticas observadas en la «Carta nacional de declinaciones magnéticas», formada por el Ingeniero Geógrafo D. José Cubillo en el año 1942.

La isógona de  $9^{\circ} 40'$  tiene un trazado casi normal, según el meridiano magnético que pasa por Calatayud-Molina de Aragón, salvo una desviación positiva en la comarca de Alfambra. La isógona de  $9^{\circ} 30'$  presenta dos fuertes desviaciones negativas, correspondientes a marcadas anomalías de unos  $6'$ , a la altura de Daroca la primera y en las proximidades de Alfambra la segunda. Tales deformaciones provocan dos ensanchamientos de isógonas, las que envuelven otros tantos núcleos sísmicos, como son el de Daroca-Used, ya antes citado, y el de Alfambra-Teruel.

Este detalle nos indica que las tensiones elásticas del subsuelo no son las normales, y tales anomalías nos confirman la falta de estabilidad de la interesante línea tectónica del Jiloca.

En nuestro trabajo dedicado al estudio de la falla del Guadalquivir (1) ya expusimos la conveniencia de revisión frecuente, por lo menos anual, de los valores geomagnéticos correspondientes a las «estaciones seculares», cuyas observaciones nos pondrían de manifiesto, con la variación de sus anomalías, la correspondiente alteración de las tensiones elásticas del subsuelo, en las comarcas de notoria sismicidad.

## DATOS SISMICOS

La abundante información macrosísmica recogida de las fichas repartidas por el Observatorio Central de Toledo y la recogida por los autores en su recorrido por la zona pleistosista, han permitido trazar

---

(1) REY PASTOR, A.—*Estudio morfotectónico de la Falla del Guadalquivir*. Memoria presentada en la Asamblea de la Unión Geodésica y Geofísica de Roma, 1954.

las líneas isosistas que figuran en el mapa adjunto, y que han servido de base para determinar el epicentro, así como la profundidad hipocentral. Los valores de los radios medios utilizados para el cálculo de esta última por el método de Kövesligethy, son los siguientes:

Isosistas	Area	Radio medio
VII	316 km <sup>2</sup>	$\rho_{VII} = 10,9400$ km.
VI	988 »	$\rho_{VI} = 17,7339$ »
V	2.928 »	$\rho_V = 30,5289$ »
IV	5.200 »	$\rho_{IV} = 40,6844$ »
III	9.972 »	$\rho_{III} = 56,3400$ »

con las que se han empleado las combinaciones

VII-V, VI-IV y V-III.

Las fórmulas aproximadas de Inglada para el valor de  $h$ , dan:

$$h > 0,52 \times 10,94 = 5,69 \text{ km.}$$

$$h < 0,72 \times 17,73 = 12,77 \text{ »}$$

$$h = \frac{2}{3} \sqrt{\rho_{VI}^2 - (1,4 \rho_{VII})^2} = \frac{2}{3} \sqrt{314,49 - 231,64} = 6,1,$$

y el método dió los siguientes resultados:

Para $h = 6$ km.	$\Sigma (\beta - \beta_0)^2 = 0,00000132835$
» $h = 7$ »	$\Sigma (\beta - \beta_0)^2 = 0,00000063974$
» $h = 8$ »	$\Sigma (\beta - \beta_0)^2 = 0,00000084159$
» $h = 9$ »	$\Sigma (\beta - \beta_0)^2 = 0,00000205633$

de donde la profundidad hipocentral resulta

$$h = 7,3 \text{ km,}$$

valor muy normal en los sismos superficiales ibéricos, cuyas sacudidas tienen lugar en la capa granítica.

Empleando la fórmula de Gutenberg, la magnitud resulta

$$M = 1,3 + 0,6 \cdot I_0 = 1,3 + 4,8 = \mathbf{6,1};$$

y la energía desarrollada en el foco

$$\log E = 9,5 + 3,2 \log h + 1,1 I_0 = \mathbf{21,1}, \text{ con } I_0 = \text{VIII}$$

$$\log E = 11,1 + 6,4 \log R - 3,2 \log h = \mathbf{21,3}$$

$$\log E = 11,3 + 1,8 M = \mathbf{22,3}$$

valor un poco elevado en comparación con los anteriores, y que puede significar que la fórmula empleada para la magnitud no es apropiada.

El valor de  $R$ , radio de perceptibilidad, se ha calculado determinando previamente el valor del coeficiente, por el que hay que multiplicar cada radio medio de una isosista para obtener el de la de grado inmediatamente superior. Este coeficiente, cuyo valor para California, según Gutenberg, es 1,47, a nosotros nos ha resultado 1,515, con lo que el radio de perceptibilidad  $R = 107,33$  kms., que es el que corresponde a la isosista de grado I-II.

#### CÁLCULO ANALÍTICO DE LAS COORDENADAS EPICENTRALES

Para nuestro trabajo nos hemos valido de los datos de los observatorios que figuran en el siguiente cuadro:

OBSERVATORIO	Hora de principio			S - P	Coordenadas	
	h	m	s		X	Y
Tortosa (Ebro) ....	21	41	41	20,0	952	700
Toledo .....	»	»	50	28,0	569	587
Alicante .....	»	42	00	36,0	880	422
Almería ....	»	»	24	—	709	251
Málaga .....	»	»	32	59,0	534	238

El cálculo lo hemos hecho empleando la fórmula

$$(x_m - x_n) x_0 + (y_m - y_n) y_0 + \frac{(t_{sm} - t_{pm})^2 - (t_{sn} - t_{pn})^2}{2} K^2 - \frac{x_m^2 + y_m^2 - x_n^2 - y_n^2}{2} = 0,$$

en la que el valor  $k$  viene dado por la fórmula

$$k = \frac{V_P \cdot V_S}{V_P - V_S}.$$

Según puede verse en el trabajo *Resultados provisionales del estudio del carácter sísmico de la Falla del Guadalquivir*, de J. Bonelli y L. Esteban Carrasco.

Resueltas las ecuaciones, dieron:

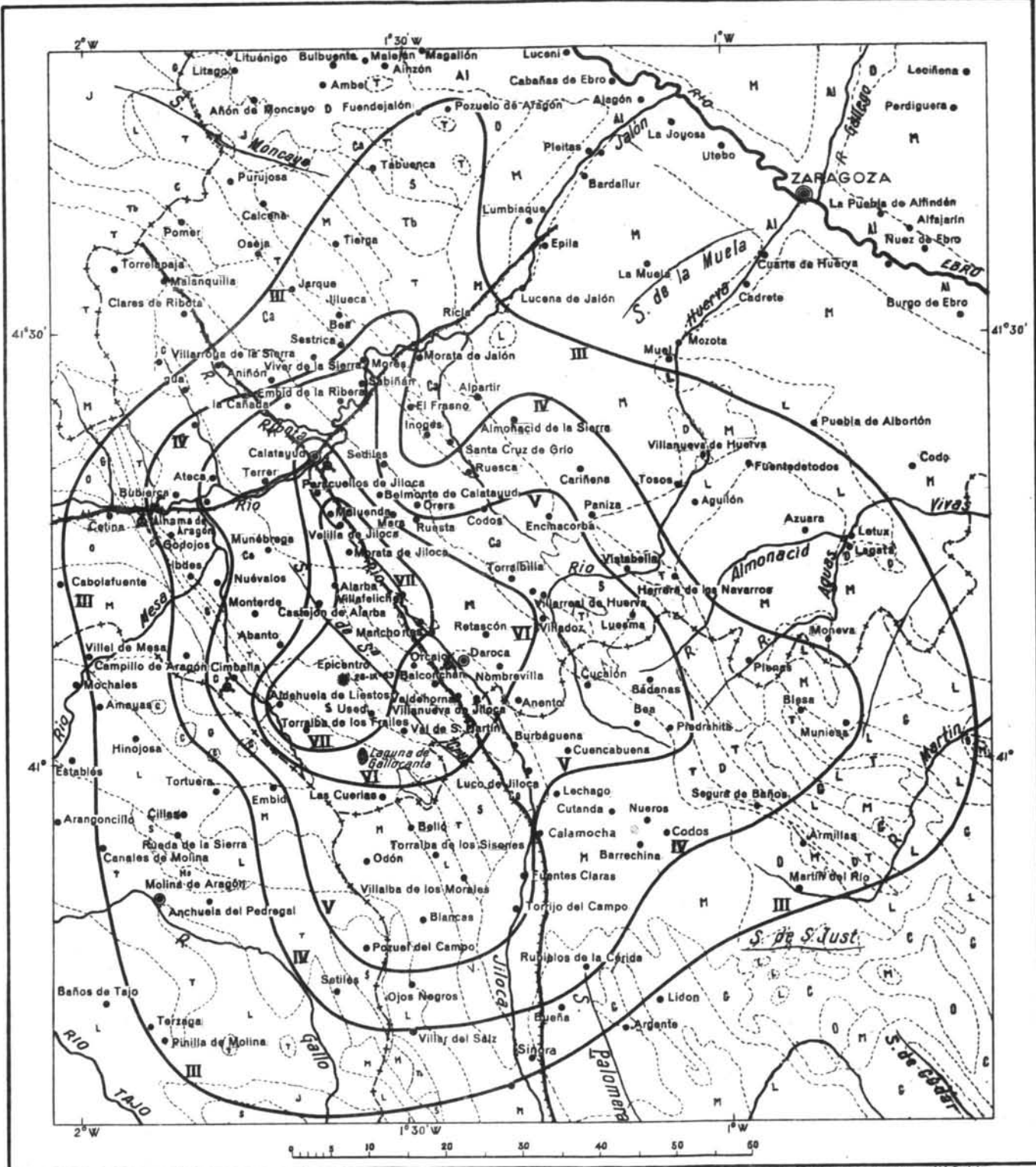
$$X = 769,44 \quad \text{y} \quad Y = 729,47,$$

que, transformadas en coordenadas geográficas, resulta para localización del epicentro

$$\varphi = 41^\circ 08' \text{ N.} \quad \text{y} \quad \lambda = 1^\circ 40' \text{ W.}$$

con un valor para  $k = 8,64$  y  $H_0 = 21^{\text{h}} 41^{\text{m}} 10,5^{\text{s}}$ ; epicentro que coincide sensiblemente con el determinado por medio de la información macrosísmica y, como puede verse, queda situado en la línea sismotectónica del Jiloca, confirmando así la existencia y la actividad de este importante accidente del Sistema Ibérico, cuyo estudio dista todavía mucho de estar completo.

No queremos terminar esta modesta Memoria sin agradecer a los Ingenieros Sres. Chacón y Carrasco la eficaz colaboración prestada en el cálculo de  $h$  y de las coordenadas epicentrales.



### SIGNOS.

- Al.- Cuaternario
- M.- Mioceno.
- O.- Oligoceno
- C.- Neocretáceo
- G.- Eocretáceo
- J.- Jurásico
- L.- Liasico
- Tt.- Triásico
- M.- Carbonífero
- D.- Devoniano
- S.- Siluriano
- Ca.- Cambriano
- - Epicentro del sismo del 28-IX-55
- ▲ - Núcleos de sismos grados IV-V
- ▲ - Núcleos de sismos grados VI-VII
- — — — — Fallas y líneas de fractura

A. Rey Pastor y J. Bonelli Rubio.

## COMARCA DEL JILOCA

MAPA SISMOTECTÓNICO CON ISOSISTAS DEL TERREMOTO DEL 28-IX-1953