

Comportamiento del terreno ante la vibración sísmica en la Demarcación Alicantina

J. MARTÍN ROMERO

Ricevuto l' 11 - IV - 1960

LA « DEMARCACIÓN ALICANTINA ». BREVE RESEÑA FISIOGRAFICA.

Con el nombre de « Demarcación Alicantina » entendemos la zona del SE español que abarca las provincias de Alicante y Murcia, rebasando sus límites septentrionales para incluir en ella la franja meridional de Valencia y parte de los confines de la de Albacete en la zona de contacto que con las últimas estribaciones subbéticas determinan el antepais de la Meseta Castellana.

Aunque no se trata, pues, de una región geográfica propiamente dicha, ni representa ninguna unidad estructural tectónicamente considerada, esta demarcación agrupa sin embargo, en su ámbito, distintas comarcas sísmicas cuyo conjunto perfila en cierto modo una acusada individualidad que la caracteriza entre las demás zonas de la tectónica peninsular.

Por una parte, en efecto, hay que tener en cuenta el hecho de que el sector provincial valenciano incluido en ella está ligado en su tectonismo a las serranías alicantinas; que, así mismo, la zona de contacto con la Mancha albacetena ha sido desbordada por la rebosante orogenia debida al empuje alpínico que hizo cabalgar sobre la Meseta gran parte de las oleadas frontales con que el Sistema Subbético modeló la orografía septentrional en las provincias de Murcia y Alicante; y por último, la variación hipsométrica y hasta el distinto imperio de formas que las cadenas penibéticas adquieren al invadir el litoral levantino: ya no son las moles gigantescas ni los conjuntos sólidamente estructurados de la región granadina. Los perfiles morfológicos adquieren aquí un matiz distinto: descienden en tonalidad, y las sierras finas, apretadas, y esculpidas en haces paralelos a la costa modifican su rumbo y se entrecienden en el prolijo relieve de la orografía murciano-alicantina, acusando su

reacción al contacto con el pilar extremo de la Meseta Central y la influencia de los últimos contrafuertes del Macizo Ibérico.

En una rápida visión fisiográfica de esta Demarcación Alicantina, habría que señalar, en cuatro diferentes segmentos, algunas de las más destacadas cumbres de su orografía: el macizo de Sierra Espuna, al SW, con 1584 mts. de altitud; los formados por las sierras de La Pila (1264 mts.), el Carche (1381 mts.), y Salinas (1117 mts.), separados del anterior por la cuenca del Segura Medio; los de la sierra de Mariola (1386 mts.) y el Maigmó (1296 mts.) en un tercer tramo, al que la cuenca del Vinalopó separa del sector precedente; y por último, el grave nudo de la Aitana a partir del cual se encadena el severo modelado con que descienden, a lo largo de la Serrella, la sierra de Tárben, el Tossal Gros y la sierra de Benitachel, a formar el mazacote del antiguo Promontorio Trileuco, avanzando sobre el mar las digitaciones de los escarpados cabos de San Antonio, San Martín y La Nao, para formar una de las esquinas más características del litoral levantino.

Como puede observarse, todas las cumbres resenadas se alinean siguiendo una trayectoria levemente arqueada, que con suave flexión hacia el Norte se orienta sensiblemente en dirección SW-NE, rasgo fundamental de la orogenia murciano-Levantina. Ahora bien: a uno y otro lado del eje montuoso así esquematizado, y manteniendo relativo paralelismo con él, se escalonan dos series de repliegues orográficos de gran interés para nuestro estudio.

En primer término, y hacia el flanco Norte, se insinúan las arrugas jurásicas que en contacto con la almeriense sierra de María vienen a encadenarse en los cordones montañosos formados por las tierras cretáceas de las sierras del Picarcho, las Cabras, Cingla, y el Buey sobre las comarcas de Yecla y Jumilla, jalonadas por dos núcleos sísmicos. Siguiendo el mismo rumbo NE, la sierra Grossa tiende su fino trazo prolongado desde las inmediaciones de otro núcleo de sísmicidad — el de Fuente la Higuera, — hasta interferirse mucho más al E con otros elementos orográfica y geológicamente ibéricos: las sierras de Pinet, del Daya y Agulles, orientadas en dirección normal a las precedentes, esto es, de Noroeste a Sudeste. Como subrayando la cadena de Sierra Grossa, una nueva alineación de serranías se extiende al sur de ella enlazando las elevaciones montuosas de Benejama, Onteniente, Agullent, Benicadell y Acuta, para estrechar entre los macizos cretáceos de ambas barreras un estrecho valle de terrenos miocénicos por donde corren las aguas de los ríos Clariana y Albaida, que unidas atraviesan la Sierra Grossa por un profundo desfiladero abierto transversalmente

hacia la mediania de ésta, y a través del cual se abre paso el Albaida atraído por la llamada hipsográfica que modela la cuenca del Jucar.

Junto a la muralla meridional de la sierra últimamente citada, se sitúa el foco sísmico de Onteniente, centro importante entre los diversos nudos de la red sísmica de nuestra demarcación.

Por otra parte, y hacia el Sur de los macizos centrales antes citados, otra serie de cadenas montañosas está constituida por las sierras de Almenara (miocénica), el triás de Carrascoy, las de Orihuela, Abanilla, Crevillente, Fontcalet (cretáceo), Cabesó y Puig Campana, hitos destacados en la alineación de fallas y desgajes a las que Rey Pastor dió el nombre de « arista de dislocación alicantina » y que no hemos de detallar aquí por haberlo hecho magistralmente en diversos trabajos el sabio sismólogo y querido compañero recientemente fallecido.

En sentido transversal a los ejes orográficos, son de destacar algunos importantes sectores de la red hidrográfica, tales como el tramo del Segura Medio, comprendido entre Cieza y Alcantarilla, donde el río, abandonando el rumbo general de su curso impuesto por las directrices orográficas que le señalan las divisorias de las sierras de Segura y Calar del Mundo, se lanza en dirección NW-SE a través de las brechas de Blanca y « del Solvente », la geoclase de Ojós, y los desfiladeros de Archena, para enderezar de nuevo su rumbo una vez rebasada la comarca de Alcantarilla recuperando la dirección general E-W a lo largo del tramo final de su curso bajo.

Mas a Levante, otro río, el Vinalopó, cruza también en sentido transversal el eje de los plegamientos orográficos. Desde sus fuentes en Alfafara, (Valencia), se orienta el Vinalopó primeramente en sentido ENE-WSW hasta Villena, donde con brusco recodo modifica su orientación y se arrumba hacia el SSE, a lo largo de una serie de estrechos pasos por los que el río cruza las seis cadenas de las serranias alicantinas. Hacia los saladares de Elche, ya sangrado casi exhaustivamente por los riegos, sus escasas aguas son absorbidas por el subsuelo permeable y agotado su curso, desaparece antes de llegar a alcanzar la desembocadura.

Por último, llegamos al complejo relieve de las sierras de Carrascal y Aitana, que escurren las aguas a cuatro vertientes distintas: al Norte, por el valle del Albaida, — ya citado, — en demanda del Jucar; al Sur, por los rios Seco y Monnegre, hacia el golfo de Alicante; al Este, por el Gorgos y el Serpis, y al Oeste, con el primer sector del Vinalopó, igualmente mencionado.

UNIDADES ESTRUCTURALES Y LINEAS DE FRACTURA.

- Los cuatro macizos orográficos,
 — Sierra Espuña,
 — Las sierras de la Pila, el Carche y Salinas,
 — Las sierras de Mariola y el Maigmó,
 — Y el nudo de la Aitana,

individualizan otros tantos bloques tectónicos que componen la zona media del mosaico cortical de nuestra demarcación. Es decir,

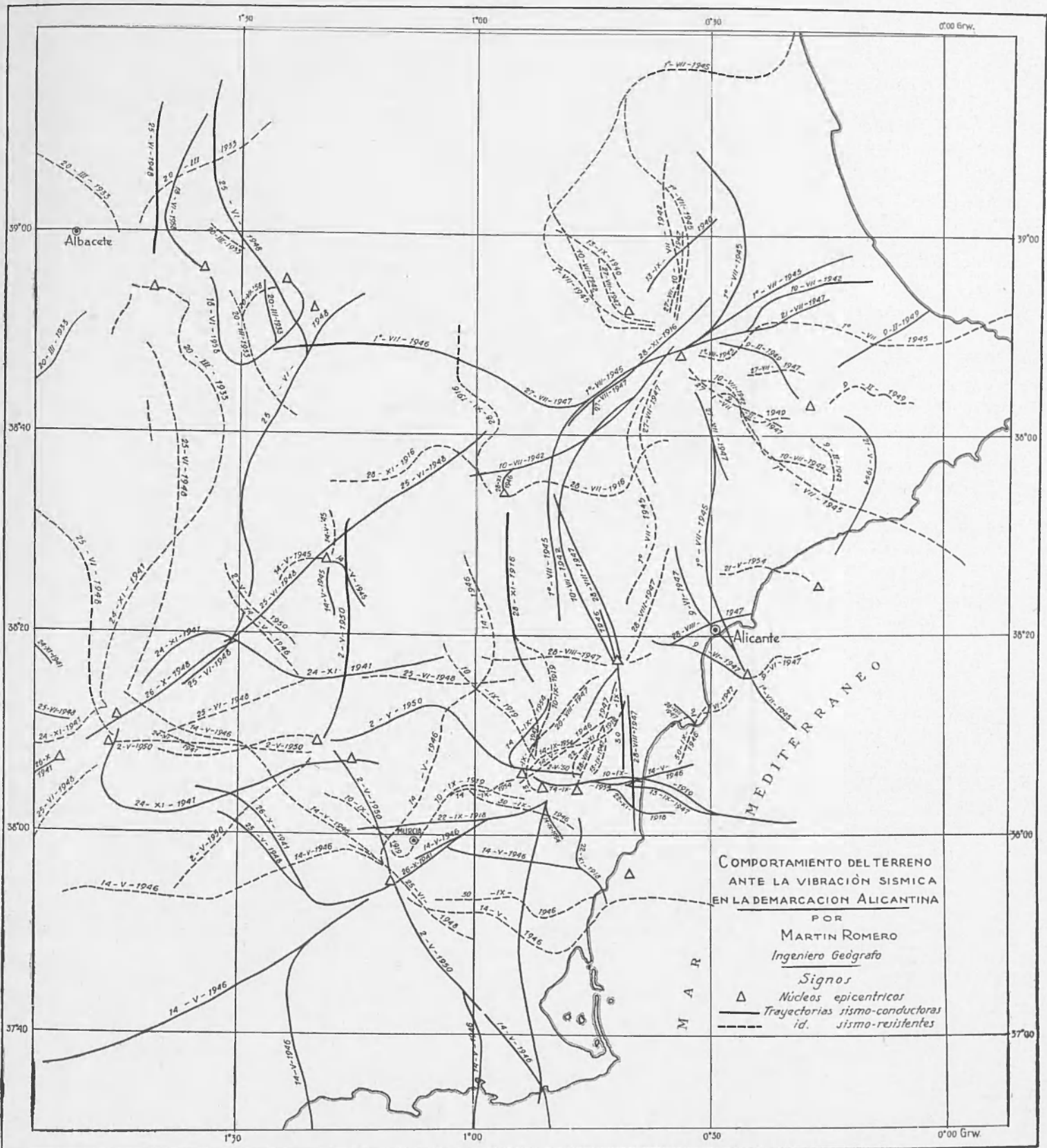
- El bloque de Espuña,
 — El bloque de la Pila,
 — El del Cid, y
 — El de Aitana

respectivamente. Sus perfiles perimétricos quedan determinados por la serie de dislocaciones siguiente: dos, longitudinales, orientadas en sentido NE-SW, de las cuales la mas septentrional está definida por la *línea de depresión prebética* que corre desde Játiva a Fuente la Higuera según la falla del Montesa; se prolonga por Caudete con la fractura al S de la sierra de Oliva, continua a lo largo de la depresión Yecla-Jumilla y viene a morir hacia Calasparra. La jalonan los núcleos sísmicos de Játiva, Mogente, Fuente la Higuera, Yecla, Jumilla, y Calasparra-Cehegín.

La segunda alineación, mas meridional, la define la *arista de dislocación alicantina*, que aun sin constituir un accidente geomorfológico de unidad, es el resultado de una cadena de accidentes tectónicos eslabonados de este modo: Fractura del puerto de Jávea, depresión de Teulada, brecha del Mascarat, falla al S. de Puig Campana, talud del Cabezó d'Or, falla al N de la sierra de Fontcalent, cerca de Alicante, y falla de la sierra de Crevillente. Los núcleos sísmicos de Jávea, Elche, Fortuna, Lorquí-Ceutí, y Mula, flanquean su trayectoria.

Tres líneas sismotectónicas de dirección sensiblemente N-S, delimitan, al cruzar a las anteriores, los restantes lados de contacto entre los bloques corticales a que nos estamos refiriendo. Estas son: la *línea sismotectónica Sagunto-Alicante*, que cruza desde el núcleo sísmico de Carlet el valle del Júcar, el del Albaida, atraviesa el desfiladero de sierra Grossa, la brecha del barranco de la Batalla en las inmediaciones de Alcoy, y el rosario de fallas trenzado por las de Jijona, Busot y Villafranqueza, hasta Alicante. Los rios Monnegre y Seco aprovechan estas de presiones para labrar mas facilmente no escasos kilómetros de sus cauces.

Contiguo a los bloques de referencia, pero adosado a ellos por el Sur, está el llamado *bloque costero alicantino*. Sus bordes dibujan a modo



de un gran triángulo, dos de cuyos lados son la *arista de dislocación* hacia el Norte, y una prolongada *línea submarina de flexión* que tiene por accidentes geográficos visibles el Penón de Calpe o Ifach, el frontón costero de Sierra Helada, la isleta de Benidorm, el « freu » de Tabarca, el saliente de Cabo Roig, y posiblemente los asomos basálticos del Mar Menor. Sobre esta línea de flexión encontramos un núcleo de sismicidad en la bahía de Villajoyosa, otro hacia el centro de la de Alicante; un tercero en las inmediaciones submarinas del Cabo de Santa Pola, y finalmente el núcleo, también submarino, de Torrevieja. El tercer lado de este triángulo lo constituye la *falla del Bajo Segura*, orientada de E a W entre la desembocadura del río, por Guardamar, hasta Orihuela. Cuenta con una alineación de focos epicéntricos muy destacados, entre los que se encuentra, cerca de Rojales, el que destruyó con sus violentas sacudidas, de grado X y 1/2, algunos pueblos de la huerta, arrasándolos totalmente, en el mes de Marzo de 1829.

Entre el *bloque costero alicantino* y al Sur de los de Espuna y La Pila, está el *bloque del Mar Menor*, delimitado al Norte por la falla del Sangonera-Segura, una de las mas conspicuas de la zona, y tendida en dirección de Lorca a Totana, Librilla, Murcia, y Callosa de Segura. La surcan el río Sangonera hasta Murcia y el Segura desde allí hasta Orihuela. Los enjambres sísmicos mas importantes de esta línea son los de Lorca, Mula, Alcantarilla y Orihuela; este último también de violentas actividades a fines del siglo pasado. Los contactos del bloque del Mar Menor con sus colindantes al E y W, son el sector de la falla del Bajo Segura que le separa del bloque costero alicantino, y la línea tectónica que desde Totana a Mazarrón le separa del *bloque de Almenara*, ya en los límites de nuestra demarcación, por corresponder, así como el del Mar Menor, al Sistema Bético.

LOS NUCLEOS DE SISMICIDAD. — PERMANENCIA DE LOS CARACTERES FUNDAMENTALES DE LAS ISOSISTAS.

Era preciso recordar brevemente, como hemos hecho, no sólo los rasgos esenciales de la morfología, sino de la tectónica de nuestra zona, por lo que ha de seguir después. Limitaciones de espacio y de tiempo nos obligaron a una cita muy superficial que el lector podrá ampliar en cualquier caso consultando los documentados trabajos de Darder, de Meseguer Pardo y Templado, Vilanova, Jimenez de Cisneros, Rey Pastor y tantos otros geólogos, sismólogos y geógrafos de bien conocido relieve.

La forma irregular y en apariencia caprichosa de las isosistas, levantadas cuidadosamente después de una amplia y detallada información macrosísmica, despertó siempre nuestra atención en busca de justificaciones que dieran razón al peculiar comportamiento del terreno ante las vibraciones sísmicas. Hay que confesar que su análisis nos desalentaba por las variaciones observadas entre unos y otros epicentros. Terrenos de características geológicas semejantes respondían de muy diverso modo a los efectos de propagación. Tampoco los accidentes geográficos parecían explicar de modo claro la forma de comportarse en cada caso. Entonces emprendimos el estudio sistemático de las repeticiones en cada epicentro conocido y determinado con garantía.

Algunos núcleos nos suministraron las primeras series de informaciones macrosísmicas que encauzaron el trabajo. Estos fueron:

Núcleo	Epicentro	Fecha	Grado
Onteniente	Onteniente	10-VII-1942	V
"	"	11-VII-1942	V 1/2
"	"	1-VII-1945	VII
"	"	27-VII-1947	V
Ceuti-Alguazas	Alguazas	28-1-1917	VII
"	Lorquí	3-IX-1930	VII
"	"	9-VII-1942	III
"	"	7-IV-1943	IV 1/2
Rojales-Guardamar	Rojales	22-XI-1918	VI
"	Jacarilla	10-IX-1919	VIII
"	"	16-XI-1945	V
"	Guardamar	10-IV-1942	III
"	"	16-1-1958	III
"	Almoradí	31-1-1959	IV-V
"	"	6-V-1953	III
Elche-Crevillente	Elche	28-VIII-1947	IV
"	"	13-IX-1947	IV
Ojós-Archena	Ojós	25-VIII-1940	VI
"	Archena	30-VIII-1946	IV
"	Ojós	2-V-1950	VI
Murcia-La Alberca	Alcantarilla	14-V-1946	VI
"	Murcia	29-IX-1957	IV-V
Torre vieja	Torre vieja	30-IX-1946	IV 1/2
"	"	14-IV-1959	IV-V
Caravaca-Calasparra	Caravaca	26-X-1941	VI
"	Calasparra	24-XI-1941	V 1/2
"	"	23-VI-1948	VII
Salinas	Salinas	28-XI-1916	VII
"	"	5-II-1958	VI
Chinchilla	Chinchilla	20-III-1933	VI/2
"	Hoya Gonzalo	18-VI-1958	V-VI
Confrides	Confrides	9-II-1949	V
Jumilla	Jumilla	14-V-1945	VI

Hemos tratado las distintas superficies cerradas por las isosistas de cada uno de estos sismos trazando a partir del epicentro los círculos sucesivos de áreas equivalentes, y viendo para cada círculo así obtenido las máximas discrepancias con la isosista respectiva. Trazando las flechas radiales que corresponden a esas separaciones, éstas nos dan las tangentes sucesivas a las curvas de máxima y mínima propagación. Es evidente que si la propagación se realizase en un medio isotropo, los círculos representarían las isosistas respectivas para cada grado de intensidad. No siendo así en la práctica, aquellas diferencias representan la mayor o menor conductividad ofrecida por el terreno a la vibración sísmica.

Pero sucede, — como puede observarse en el mapa de la figura 1 — que para un mismo epicentro ó emjambre epicéntrico, las curvas de este modo obtenidas reproducen con bastante insistencia las mismas direcciones y sentido, tanto en los casos de fácil propagación como de resistencia a la misma.

Fijemos la atención, por ejemplo, en los sismos del núcleo de Onteniente, cerca de los confines de Valencia con Alicante. Se observará pronto la sorprendente concordancia de las líneas de máxima resistencia correspondientes a las sacudidas de 13 de Septiembre del 1940, 1º de Julio de 1945, 10 de Julio de 1942, y 27 de Julio de 1947. Forman dos ramas divergentes, orientadas al N y NW a lo largo de las trayectorias que pasan por Ayelo de Malferit, Canals, Vallés, Sellent, Tous, Llombay y Sollana, la primera; y por Mogente y Quesa la segunda, para fundirse luego ambas ramas hacia el pueblo de Llombay. En cuanto a las curvas representativas de máxima conductibilidad, para los mismos terremotos, trazan dos haces de líneas de opuesto sentido, — unas al ENE y otras al SW — desde Onteniente a Fuente Encarroz la primera y de Onteniente hacia Benejama la segunda, bifurcándose a partir de este último punto, por Villena, Salinas, Elda, Monforte, y Elche, en rumbo al Sur, y hacia Fuente la Higuera, Almansa y Bonete con dirección a Poniente.

Las fechas que jalonan cada una de aquellas trayectorias en los diferentes epicentros nos ahorran insistir acerca del carácter permanente con que el suelo se manifiesta en presencia de la actividad sísmica.

Pero hay algo más que la reproducción de las mismas condiciones en este sentido. Y es la llamativa concordancia que también cabe observar entre epicentros diferentes y distintas fechas de las sacudidas. Así, por ejemplo, con las trayectorias sísmo-conductoras de Onteniente a Elche y Torrevieja, en que se notará la singular concatenación de las curvas correspondientes al sísmo de 10 de Julio del 42 y 1º de Julio del 45 con epicentro en Onteniente, respecto a la del 28 de Agosto del 47

(de epicentro en Elche) y las de 30 de Septiembre del 46 cuyo epicentro se situa en Torrevieja. Todas ellas componen un haz de líneas en el qu unas y otras subrayan la orientación y curvatura de las inmediatas sucesivas. Otro tanto cabe decir de las líneas sismo-resistentes tendidas entre los núcleos epicéntricos de Onteniente y de Elche: en el sismo de 1º de Julio de 1945 vemos un trazado de aspecto sinusoidal, que mas tarde, en los terremotos de 27 de Julio de 1947 con epicentro en Onteniente, y de 28 de Agosto del 1947 con epicentro en Elche, refuerzan y confirman el trazado de aquella primera sinusoide reproduciendo hacia sus extremos análogas inflexiones, aun tratándose de focos diferentes y de fechas distintas.

En la cuenca del Bajo Segura vemos también un perfecto acorde en el haz de fácil propagación tendido a lo largo del curso fluvial, y en concordancia con la sismotectónica local, obtenido con el análisis de los sismos correspondientes a las fechas de 22 de Noviembre del 1918, de 10 de Septiembre de 1919, 14 de Mayo de 1946, 13 de Septiembre de 1947, 14 de Septiembre de 1954 y 6 de Mayo de 1953.

Alargaríamos ociosamente el presente trabajo con el monótono detalle de fechas y núcleos que de modo mucho mas descriptivo quedan reflejados en el mapa adjunto y al que remitimos al lector.

Para abreviar, diremos que teniendo en cuenta los errores inherentes a toda información macrosísmica debe ser ésta una labor estadística de la que, en último término habrá que tomar promedios de aquellas curvas para deducir con el mínimo de errores probables, los ejes de máxima y mínima propagación. Esto es lo que se ha hecho en el mapa de la figura 2, llegando a sí a obtener dos redes de compleja apariencia, una para las líneas sismo-conductoras y otra para las sismo-resistentes.

La red primera ofrece un cierto número de mallas cuyos nudos resultan ser los epicentros, porque, como podrá observarse, las líneas sismo-conductoras aun buscando a veces caminos un poco sinuosos se orientan siempre de núcleo a núcleo. En unos casos, porque la propagación ha tenido la intensidad suficiente para llegar al núcleo de sismicidad inmediato o aun rebasarlo, y en otros, porque las líneas de dos emjambres epicéntricos *se sueldan*, — por así decirlo, — en la mitad del trayecto, o algún lugar intermedio del mismo, según la mayor o menor intensidad de la sacudida en los orígenes.

No tan clara es la conducta de las líneas de resistencia. Pero también en muchas de ellas se nota una tónica parecida. De todas formas, es mucho mas frecuente en ellas que queden a veces interrumpidas y hasta orientadas con menos regularidad. El comportamiento de las

primeras no es, en modo alguno sorprendente: se concibe que la conmoción de un foco, si es suficientemente intensa, pueda hacer entrar en resonancia a otro ya de por sí inestable, facilitando la transmisión de las ondas sísmicas en demanda de aquellos puntos débiles; por otra parte, si la propagación se vé facilitada o reforzada hacia los labios de una falla o línea sismotectónica de flexión no es improbable que sean aquellos accidentes lugar abonado para una transmisión a mayor distancia. Sea como quiera, el hecho es que las líneas así levantadas experimentalmente en nuestra zona tienen un carácter de permanencia que hemos comprobado en algunos sismos recientes, trazando a priori y la vista de los ejes conductores y resistentes del terreno, la forma aproximada de las isosistas, que luego ha sido corroborada en la práctica al encargar a nuestros auxiliares el levantamiento de aquellas por la información obtenida sobre el terreno sin que éstos auxiliares tuvieran conocimiento de nuestra previsión, que habíamos ocultado, a fin de evitar en ellos cualquier tendencia subjetiva.

LAS TRAYECTORIAS SISMICAS Y LOS CARACTERES GEOLOGICOS DEL SUELO.

Por análogas razones de evitar ideas preconcebidas en el trazado experimental de las trayectorias de sismicidad, se tuvo especial cuidado de levantar nuestras dos redes, la de conductividad y la de resistencia, sin consultar en ningún caso las características geológicas ni fisiográficas del terreno. Se procedió mecánicamente trazando en cada caso la curva tangente a las flechas de máxima y mínima separación entre las isosistas y los círculos de áreas equivalentes. Cuando ambas redes estuvieron preparadas con toda garantía, comprobamos, — no sin cierta sorpresa, — que tanto unas líneas como otras parecían desentenderse de la naturaleza geológica del suelo.

Para volver sobre un ejemplo concreto, nos referiremos al mismo núcleo, ya citado de Onteniente aun cuando el lector podrá comprobarlo por sí mismo con cualquier otro. Las líneas sismo-conductoras que irradian del núcleo, atraviesan sin desviación ni irregularidades tan pronto el mioceno medio de Albaida, como el cuaternario de Puebla del Duch, el cretáceo de La Marchuquera, y los aluviones y molasas del Grao de Gandia. Por otra parte, desde el Sur de Albaida las vemos atravesar el cretáceo inferior de la sierra de Benicadell, el mioceno de Benimarfull, el cretáceo superior de la sierra de Almudaina, de nuevo el mioceno de Cuatretonda, y lanzarse, desde Confrides a través de los

mas dispares componentes geológicos que envuelven el macizo de Puig Campana.

No menos diferente es la conducta de las trayectorias de sismo-resistencia. La que partiendo de Onteniente se dirige a Sierra Helada a lo largo de Alfara, Benifallim, Relleu, y Orcheta, vé su recorrido cubierto sucesivamente por el cretáceo, triás, mioceno, eoceno, nuevamente el cretáceo, y por último, el cuaternario de Benidorm. Es sencillo comprobar la misma norma en las líneas de Onteniente-Elche-Torrevieja, en la de Onteniente-Alicante, y todas las demás de nuestro mapa.

RELACION ENTRE LAS REDES DE SISMICIDAD Y LA TECTONICA.

Por el contrario, la dependencia entre el tectonismo de la demarcación alicantina y la propagación de las ondas sísmicas es de concluyente evidencia.

Vemos, en efecto, que la *línea de depresión prebética* desde Calasparra hasta Yecla queda perfectamente subrayada por la trayectoria sismo-conductora que a partir del núcleo sísmico Caravaca-Calasparra, recorre en dirección NE los pueblos de Caravaca, Jumilla y Yecla; pero se desvia ligeramente entre este último y Caudete para continuar por el núcleo de Villena a Benejama y Onteniente, es decir, que en este último tramo, si bien continúa con igual orientación, — hacia el NE — lo hace desplazándose un poco mas al Sur de la línea teórica señalada por la falla del Montesa.

La *línea sismotectónica del Vinalopó* se identifica por completo con los háces de trayectorias conductoras que pasan por Villena, Sax, Elda, Monforte del Cid y Elche, pero prolongándose a partir de este punto hasta Guardamar y Torrevieja.

La *falla del Bajo Segura* queda igualmente definida en perfecta concordancia por las líneas de sismo-conductividad que pasan al Sur de la sierra de Callosa por Rafal, Benijófar, Rojales y Guardamar del Segura.

La *falla del Sangonera-Segura* es denunciada por las trayectorias de máxima propagación que unen Lorca, Alhama, La Alberca, Torrea-guera, Zeneta y Bigastro a enlazar con el núcleo Orihuela-Jacarilla, en la iniciación de la falla del Bajo Segura.

La *línea sismotectónica Sagunto-Alicante*, que por cierto no ofrece una continuidad geológica definida, se revela aquí en dos secciones distintas: la que desde las proximidades de Onteniente se dirige hacia el

Sur a través de Alcoy, Jijona y Villafranqueza, en absoluta concordancia con el trazado geológico de dicho sector, y la que desde Onteniente se dirige hacia el Norte, describiendo una ligera curva próxima a la línea de flexión o dislocación teórica, pasando por Albaida, Palomar, Beniganim, Rafelguaraf y Alberique. El resto, hasta Sagunto, que no hemos estudiado, se sale de nuestra demarcación.

En cuanto a *la falla del Segura Medio* no ofrece la continuidad que se le atribuye por algunos autores. En el tramo de Archena-Murcia, la coordinación es perfecta; no tanto en el de Calasparra-Cieza, donde el eje de sismo-conductividad parece tendido con ligera curvatura un poco al Norte de la línea considerada hasta ahora como de flexión entre ambos puntos. En cuanto al sector Cieza-Archena, — uno de los mas destacados como accidente tectónico visible, ofrece la anomalía de no señalarse como trayectoria de elevada sismo-conductividad.

Una observación de interés se nos ofrece respecto a la *arista de dislocación alicantina*. Se trata, mas bien, de una serie de accidentes fisiográficos, a modo de escalón producido al hundirse el bloque costero o al bascular alrededor de dicha arista. Rey Pastor ya lo hace observar en sus documentados trabajos al tratar de esta línea cuya significación tectónica es todavía confusa. Pues bien: las trayectorias de máxima conductividad sólo en una pequeña porción del extremo occidental de aquella se acusan en sus proximidades, aunque un tanto desplazadas al Norte de la misma. Tales son los segmentos comprendidos entre Mula y Archena y desde este punto hasta Abanilla. En el resto, no aparece ningún eje sismo-conductor que coincida con la arista de referencia.

En otros diversos sectores de nuestra demarcación aparecen numerosas trayectorias de fácil propagación para las sacudidas sísmicas. Entre ellas, las de Onteniente a Bonete y Chinchilla, así como la de Bonete-Calasparra obedecen seguramente a líneas de dislocación o flexión correspondientes al cabalgamiento de las oleadas alpínicas sobre el pilar angular de la Meseta. Esta es materia que dejamos pendiente de nuevos estudios respecto a los sismos de aquella zona, que nos proporcionen suficiente material para futuras investigaciones.

Casi otro tanto cabría señalar en los tramos de Jacarilla-La Unión Murcia-Cartagena, cuyo estudio geológico es muy interesante en este aspecto. Creemos tener ciertos elementos de apoyo que insinúan la existencia de sendas líneas sismotectónicas. Estos y otros detalles han de ser objeto de nuevas revisiones.

LAS LINEAS DE MAXIMA RESISTENCIA Y LOS CARACTERES FISIOGRAFICOS.

Sin cerrar el paso a otras posibles causas, podemos senalar ya una acusada manifestación de resistencia ofrecida por la orografía local a la transmisión de las vibraciones superficiales. En general, las líneas sismo-resistentes se presentan como si obedeciesen a la presencia de las barreras montuosas interpuestas en el camino de la vibración sísmica. Claramente se manifiestan en los dos arcos de sismo-resistividad que vemos al Norte de Onteniente. Las barreras montañosas de las sierras del Ayo, Enguera y sierra Grossa, dilatan los dos ejes de resistencia ofrecidos transversalmente a su paso. La misma tónica se repite con las sierras de Lorcha, de Gallinera, Benirrama, y Segaria que se ofrecen casi transversalmente al eje de resistencia tendido entre Vall de Gallinera y Ondara. El mismo efecto vemos reproducirse en la línea que va de Alfafara a Benidorm pasando por Benifallim, Relleu y Orcheta, al encontrar a su paso las cumbres montañosas de La Serreta, Penáguila y Puig Campana.

Son asimismo notables las alineaciones resistentes que cruzan en sentido diagonal los bloques *del Cid* de y *la Pila* con los macizos orográficos del Maigmó en el primero y las estribaciones del principal nudo montuoso en el segundo. Dejamos al cuidado del lector ir viendo por sí mismo estos detalles que harían enojosa y prolongarían inutilmente nuestra reseña. Pero si es conveniente observar que, por el contrario, las trayectorias sismo-conductoras suelen bordear en sentido longitudinal las cordilleras que se ofrecen a su paso, esquivar con acusado rodeo las situadas transversalmente al mismo, o cruzarlas aprovechando quiebras, gargantas o desfiladeros cuando existen.

COEFICIENTES DE CONDUCTIVIDAD Y RESISTENCIA.

La orientación sobre el terreno de los ejes de máxima y mínima propagación pueden ser de interés en urbanismo ya que conocido el azimut en que pueden tener lugar las mayores intensidades de las sacudidas, cabe subordinar a él la forma y disposición de las estructuras así como la orientación igualmente, de las edificaciones.

Pero nuestro deseo nos llevaba a buscar un medio que expresase en números, que midiera la cuantía local del fenómeno. Tras algunas ligeras observaciones nos decidimos a emplear un método elemental.

Partiendo de la fórmula de Cancani,

$$G = 3 \log \frac{4}{3} F$$

era posible calcular la aceleración teórica, F , en cada círculo de area equivalente a la isosista considerada, conociendo el grado G , de la misma. Para dos círculos de grados sucesivos en la escala, — n y $n-1$ —, tenemos un gradiente aproximado de la aceleración sísmica,

$$g = \frac{F_n - F_{n-1}}{D}$$

siendo D la diferencia de los radios expresada en Kms.

Así, un sencillísimo cálculo nos permite obtener el valor de una aceleración intermedia cualquiera, F'_n , a una distancia conocida $R_n + d$ del epicentro. Y obtenido el valor de F'_n se puede determinar el de

$$C = \frac{F'_n}{F_n}$$

que nos da el del coeficiente local C , en cada caso.

De este modo hemos calculado los coeficientes que vemos resenados en el interior de los pequeños circulitos indicados en el mapa. Igual criterio seguido respecto a las resistencias, nos suministra los valores de aquellas, que también figuran en nuestro grabado. Esto supone naturalmente, que elegimos como valor *unidad* el de aquellos puntos en que se cortan la isosista y el círculo de área equivalente. Los valores inferiores a 1 equivalen a resistencias y los superiores a la unidad, a líneas sismo-conductoras.

Es de notar que los valores obtenidos encajan bastante bien, proporcionando una gama de diferentes coeficientes que va desde 4 ó 4,5 a 0,25 distribuidos de modo que los mayores valores se encuentran en la zona del Bajo Segura (donde encontramos cifras de 3,8-3,2 y 4,4) precisamente en una región que fué assolada por los terremotos de 1829, ya citados, que arrasaron totalmente mas de diez pueblos de la vega.

Esto no quiere decir, por supuesto, que los lugares emplazados sobre líneas resistentes estén exentos de danos graves: todo dependerá de la magnitud de un sismo próximo, así como un conductor eléctrico de gran resistencia puede ser recorrido por una intensa corriente, con tal que la d.d.p. aplicada a sus extremos sea lo suficientemente grande. Pero no deja de ser un índice de comparación respecto al comportamiento del suelo en las diferentes localidades.

Otros lugares de máxima conductividad, (y en los que por cierto aun no se han registrado danos de importancia en las sacudidas de sismos próximos sin duda por la débil intensidad de éstos) son los de las localidades de Pego, (con $C = 4,2$) en el NE de nuestra provincia, y en la zona situada al N de Chinchilla, (con $C = 4,4$) en la provincia de Albacete.

Desde luego estos trabajos que hoy ocupan nuestra atención no son sino el esbozo de una serie de investigaciones emprendidas en esta vía que aun requieren tiempo y continuidad para ir las perfilando progresivamente.

RESUMEN

El estudio macrosísmico de una dilatada serie de terremotos producidos repetidamente en diversos núcleos epicéntricos de la llamada « Demarcación Alicantina », nos ha llevado a analizar si en cada uno de dichos núcleos se repetían las mismas características de máxima y mínima propagación sobre el terreno. Reemplazando las áreas isosistas por los círculos de superficie equivalente y trazando en cada caso las flechas de discrepancia entre unas y otras curvas, hemos llegado a la conclusión de que, en líneas generales, la tónica de su distribución persiste, y que salvando las diferencias de intensidad entre unos y otros terremotos, el terreno se comporta facilitando la propagación en determinadas zonas y absorbiéndola en otras, pero manteniendo en ellas carácter permanente. Así hemos trazado por cada cumulo de focos epicéntricos los segmentos de trayectorias que irradiando de aquellos, señalan sobre el suelo lo que se podría llamar líneas sismo-conductoras y líneas sismo-resistentes.

Conjugando luego los trazados obtenidos en los diversos núcleos sísmicos de nuestra Demarcación se encuentra que unos y otros coinciden y se enlazan determinando una red compleja de líneas sismo conductoras o resistentes, según los casos, cuyos nudos están constituidos por determinadas agrupaciones de focos sísmicos.

Se ha intentado determinar algunos coeficientes numéricos que determinen valores relativos de la aceleración sísmica a lo largo de las mallas así obtenidas, y se ha visto, además, que éstas concuerdan con los principales accidentes tectónicos de la región, líneas de fractura, flexión o fallas de la misma.

RIASSUNTO

Lo studio macrosismico di una lunga serie di terremoti, avvenuti ripetutamente in diversi epicentri della « Demarcación Alicantina », ci ha indotto ad analizzare se per tutti si ripetevano le stesse caratteristiche di massima e minima propagazione nel suolo.

Sostituendo alle aree isosiste i circoli di superficie equivalente e seguendo per ogni caso le frecce di discrepanza fra le une e le altre curve, siamo arrivati alla conclusione che, in linea di massima, l'andamento medio della distribuzione si conserva, e, prescindendo dall'intensità dei terremoti, il suolo si comporta facilitando la propagazione in certe zone ed assorbendole in altre, restando però invariate le sue caratteristiche. Abbiamo così segnato, per ogni gruppo di epicentri i segmenti delle traiettorie che, irradiandosi da essi, tracciano — sul suolo — quelle che si potrebbero chiamare linee sismo-conduttrici e linee sismo-resistenti.

Combinando poi i diversi tracciati ottenuti per i diversi nuclei sismici della nostra « Demarcación », si trova che essi coincidono e che si incrociano determinando, a seconda dei casi, una complessa rete di linee sismiche conduttrici o resistenti, i nodi della quale sono costituiti da determinati raggruppamenti di epicentri.

Si è cercato di determinare alcuni coefficienti numerici che esprimano i valori relativi all'accelerazione sismica lungo le maglie così ottenute e si è visto che essi corrispondono ai principali accidenti tettonici della regione (linee di frattura, flessione o faglie).

ABSTRACT

The macroseismic study of an ample series of earthquakes originated repeatedly in several earthquakes swarms of the so-called « Alicantina demarcation » has taken us to analyze if in each one of the mentioned swarms the same characteristics of maximum and minimum propagation on the ground would be repeated. Replacing the isosist areas by the equivalent surface circles and tracing in each case the arrows of discrepancy between one and the other curves we have reached the conclusion that, in general lines, the inflection of its persistent distribution and that bridging the differences of intensity between certain and other earthquakes, the earth behaves facilitating the propagation in certain zones and absorbing in others, but main-

taining a permanent character in them. We have thus traced for each accumulation of swarming focus the trajectory segments which irradiating from them, reveal on the ground what could be called seismic conductor lines and seismic resistant lines.

Conjugating later on the marks secured in the several seismic swarms of our demarcation, it is found that some coincide with others and they meet together making a complex net of seismic conducting or resisting lines, as the case may be, whose knots are formed by certain groupings of seismic focus.

It has been attempted to determine certain numeric coefficients which show relative values of seismic acceleration along the mesh thus obtained, and it has been noticed, moreover, that these agree with the main tectonic accidents of the region, lines of fracture, flexion or faults of the same.
