

LA OROGRAFIA DE LA PENINSULA IBERICA

POR

E. CUETO Y RUI-DIAZ

INGENIERO DE MINAS

I

El esquema orográfico de Asia, trazado de acuerdo con los últimos trabajos publicados, demuestra que las numerosas cordilleras de aquel vasto Continente, en ciertas regiones, como el Tibet, se agrupan formando apretados haces y elevándose el fondo de algunos de sus valles a alturas de más de 4.000 metros; en otras toman direcciones divergentes, abriéndose entre ellas depresiones que descienden a considerable número de metros bajo el nivel del mar; algunos sistemas, como el Tianchan o Montañas Celestes, poseen largas alineaciones sensiblemente rectilíneas, pero, en su mayor número, las líneas directrices de las cordilleras ofrecen amplias y repetidas ondulaciones; finalmente, aunque la mayor parte de las ramas orográficas asiáticas se prolongan, casi sin interrupción, hacia levante, muchas de ellas rematan, hacia poniente, en las llanuras de Turán y la Siberia occidental, continuando solamente con este último rumbo el grupo más meridional de ellas.

Dicha diversidad de circunstancias podría mover a admitir que el plegamiento de Asia, por razón de la extremada variedad de condiciones mecánicas de su suelo, se había realizado de un modo completamente caprichoso, pero el examen atento del expresado

esquema, juntamente con el estudio estratigráfico de las varias cordilleras, pone de relieve algunos hechos generales que demuestran la constancia de dirección del esfuerzo plegante y la armonía de movimientos por esta causa producida, es decir, la unidad del proceso orogénico. El primero de aquellos hechos es el paralelismo aproximado de los haces de pliegues que dieron lugar a los principales grupos orográficos. Otro carácter, correlativo del anterior, o acaso subordinado a él, es el paralelismo de los pliegues de distinta edad que integran una misma cordillera, o, expresado en otros términos, que los pliegues de cada ciclo orogénico son «póstumos» con relación a los del anterior. Los pliegues sesgados—o pliegues «renegados», como los llama Stille—constituyen raras excepciones. Por fin, otro rasgo de carácter fisiográfico, que por su particular significación, debe destacarse, son los grandes arcos, con la convexidad vuelta hacia el sur, trazados por las líneas directrices de las cordilleras, de los cuales los principales son: en el oeste, el del Irán; en el centro, el del Himalaya; y en el este, el colosal arco que incluye las Cordilleras Birmanas, el archipiélago malayo y los del Japón y las Kuriles. Existen algunos arcos de sentido inverso, como los de Assam y el Pamir, de mucho más reducidas dimensiones que los antes citados, cada uno de los cuales es considerado como la «sintaxis» o conjunción de las amplias curvas que se desarrollan a uno y a otro lado de ellos.

La zona orográfica más meridional de Asia, de la que es parte integrante el Himalaya, se prolonga con dirección noroeste, a través del Irán y Anatolia, hasta enlazarse en la región ponto-caucásica con las montañas europeas; siendo el rasgo fisiográfico más característico de las de la Europa Central, los grandes arcos trazados por los Alpes y los Cárpatos, los cuales vuelven su convexidad, inversamente a lo que ocurre en Asia, hacia el norte.

No hay desacuerdos esenciales en las opiniones emitidas por los geólogos respecto a la posición y relaciones de las montañas de la región de Eurasia a que acabo de hacer referencia, si se exceptúan el Cáucaso, la cordillera de Verkhojansk (situada en la Siberia Oriental) y los Urales, todos los cuales plantean problemas de no fácil solución; pero las dificultades que estos ofrecen no pueden ser comparadas con las que surgen al intentar enlazar los

Alpes con la intrincada orografía de la Península Ibérica.

Los diagramas expresivos de las conexiones orográficas del Mediterráneo occidental, trazados por Suess, Termier, Stille, Argand y Staub, es decir, por los más notables orogenistas de los últimos años, ponen de manifiesto que, aunque respecto a la mitad oriental de aquellos, hay concordancia casi absoluta, en su mitad occidental, que es la que incluye las montañas españolas, se aprecian profundas diferencias.

La razón de esto radica, sin duda alguna, en el hecho de que, mientras en el resto de Eurasia, como antes he dicho, entre las principales cordilleras, como el Himalaya, el Tianchán, las Montañas Mongólicas, etc., existe aproximado paralelismo, en las montañas hispanas se observa, cuando se las examina rápidamente, una muy distinta disposición; puesto que, en tanto que la Cordillera Ibérica se orienta de noroeste a sureste, los Pirineos, con su pretendida prolongación por las Montañas Cántabro-astúricas, se extienden de levante a poniente, y la Cordillera Carpetana, los Montes de Toledo, Sierra Morena y la Cordillera Bética, se arrumban todas de nordeste a suroeste, cortándose, por lo tanto, algunas de las montañas citadas, bajo ángulos de cerca de 90° .

El arco que describen los pliegues y terrenos antiguos del noroeste de la Península Ibérica, al cual se ajustan con notable exactitud las montañas de la misma región, ha sido representado y descrito, con singular precisión, por Guillermo Schulz en su conocida obra *Descripción geológica de Asturias*, publicada en 1858. Otro célebre geólogo, el español Macpherson, en un trabajo titulado *Ensayo de Historia evolutiva de la Península Ibérica*, dado a luz en 1901, encareció la importancia tectónica de dicho arco, del que dió una explicación que mereció ser aceptada por la generalidad de los investigadores dedicados a la sazón a estos estudios, teniendo, además, el mérito de haber señalado otro arco, de análoga forma, que existe en la región carpetana. Las ideas de los dos autores citados son el fundamento de la concepción relativa a la estructura geológica de nuestra Península, expuesta por el sabio profesor austriaco Suess en su magistral obra titulada *Das Antlitz der Erde*.

Algunos geólogos modernos reconocen que, coincidiendo con los mencionados arcos, existieron en el paleozoico, es decir, en

época muy remota de la Historia de la Tierra, altas cordilleras plegadas, pero que éstas fueron después totalmente arrasadas, sin que su relieve fuera renovado con posterioridad, debiéndose las montañas actuales a movimientos orogénicos que no tuvieron relación alguna con los denominados caledonianos y hercinianos, o, lo que es lo mismo, que los plegamientos alpinos no fueron del mismo sentido ni estuvieron subordinados a los que originaron la estructura antigua.

Uno de los que con más calor defienden este punto de vista es el orogenista suizo Argand, quien en un trabajo titulado *La Tectonique de l'Asie*, supone que tanto el Continente Indo-africano como la Tierra de Angara, nombre este último dado por Suess a la primitiva Eurasia, estuvieron animados, desde su formación en los tiempos precámbricos, de movimientos de dirección opuesta, aproximándose, como consecuencia de esto, progresivamente uno a otro, hasta que, durante el terciario, se estableció entre ambos estrecho contacto. Pero el resultado de este duelo, como Argand le domina, no se redujo, como en la concepción clásica de Suess, a hacer surgir de los geosinclinales nuevas cordilleras, sino que produjo otros efectos, los cuales, por las masas que han sido puestas en movimiento y la energía absorbida, son de mucha mayor magnitud. El más importante de todos, y el que, en cierto sentido, domina a todos los demás, fué la deformación de las masas continentales ya existentes, mediante lo que el geólogo de quien hablo llama *plis de fond*, los cuales afectaron a zonas plegadas con anterioridad y «muertas» en concepto tectónico, esto es, a regiones incapaces por sí mismas de acentuar sus antiguos plegamientos, y, por lo tanto, renovar su perdido relieve, por lo que solo un poderoso esfuerzo tangencial pudo reanimarlas. Los pliegues profundos no son, según esta definición, el resultado de la reanudación de la actividad de la primitiva y ya enervada fuerza plegante, por lo que, aunque puedan ser paralelos a los antiguos, más bien son, en general, transversales a ellos.

El manto de terrenos sedimentarios que, en muchos territorios, se apoya sobre el basamento cristalino de los continentes, fué englobado también en los pliegues profundos, calificando Argand de *plis de couverture* a las deformaciones de este modo producidas.

Los pliegues profundos, según esto, no surgieron de los geosinclinales, sino que se formaron en zócalos rígidos anteriormente plegados, dando lugar, en condiciones favorables, a cordilleras de enormes relieves y a veces conteniendo grandes cobijaduras. Estos pliegues son, según Argand, no solo la reacción específica de los continentes frente al esfuerzo tangencial, sino también la principal manifestación del plegamiento en nuestro Planeta. Su importancia — durante el ciclo orogénico alpino — ha sido extraordinaria, pues a ella se debe no solo el haber sido colmado el geosinclinal de Tethys por cordilleras modernas, sino otras deformaciones mucho más importantes, es a saber: que toda el Asia, desde el Océano Indico al Océano Glacial Artico, se frunció profundamente, tanto los zócalos cristalinos como las capas de rocas sedimentarias superpuestas a ellos, lo que originó la denominada por Suess «culminación o divisoria antigua» y los sistemas del Tianchán y Kuenlung. El relieve de este modo formado no sufrió, con posterioridad, otras modificaciones — excluidas las originadas por causas exógenas — que las introducidas por readaptaciones de naturaleza isostática.

El oregonista Staub, de igual nacionalidad aunque de distinta lengua que el antes citado, y uno de los más profundos conocedores de los Alpes, visitó a España en 1926, con motivo del Congreso Internacional de Geología celebrado en Madrid en aquel año, y publicó, como resultado de sus estudios y observaciones, un extenso trabajo titulado *Gedanken zur Tektonik Spaniens*, en el cual aplica a nuestra Península, con todo rigor, la teoría de Argand que acaba de ser esbozada.

Para Staub el bloque antiguo de la Meseta Ibérica está constituido por elementos estructurales arcaicos, caledonianos y hercynianos imposibles de deslindar. Después de reducido aquel a una extensa penillanura, sobrevinieron los movimientos orogénicos alpinos, durante los cuales el empuje africano, que creó en el borde meridional de la antigua Europa los Alpides, uno de cuyos más importantes eslabones es la Cordillera Bética — que se levantó del geosinclinal que a la sazón ocupaba gran parte de Andalucía — dislocó también profundamente el antepaís rígido de éstos, originando en él cadenas de montañas jóvenes. Estos plegamientos del país fron-

tero pasan indistintamente a través de los macizos hercinianos, de las mesetas mesozoicas y de las cuencas terciarias. Pero mientras que en la Europa Central, fuera de los grupos incluidos en los Alpes propiamente dichos, no produjo este fenómeno de plegamiento montañas bien caracterizadas, en la Península Ibérica, que se hallaba más directamente expuesta a la presión ejercida por África, formó un grupo de cordilleras de gran longitud y elevación, a las que Staub llama los «Ibéricos». Estos están integrados por las siguientes cordilleras: 1.º, al norte las Montañas pirenaico-cántabroastures, orientadas de este a oeste, las cuales separan las altiplanicies españolas del Océano y del resto de Europa; 2.º, al sur de éstas se eleva una cordillera, de composición tectónica y petrográfica muy heterogénea, que atraviesa toda la Península en dirección suroeste-nordeste. La parte más próxima a las Montañas cántabroastures es la denominada por Staub montes «Hespéricos», los cuales se dividen en dos ramas, constituida la septentrional por las Sierras de la Demanda, Moncayo, Virgen, Vicor y San Yust, la cual, en su extremo sur, se inflexiona hacia el nordeste, para unirse a la Cordillera Costera catalana, y la meridional, formada por las Sierras de Sigüenza, Molina, Albarracín y Montes Universales, perdiéndose en el mar en Castellón de la Plana. Esta última rama se enlaza por su extremo norte con las Sierras cristalinas de Guadarrama y Gredos, y se prolonga después por las de Gata, Francia, Estrella, etc., hasta Lisboa. Al sur de la cuenca del Tajo, los fenómenos de plegamiento del antepaís se atenuaron considerablemente, pero aún dieron lugar a otras dos bóvedas de gran amplitud que son: 3.º, la zona de Alcázar de San Juan, Montes de Toledo, Sierra de Guadalupe, Cáceres, Portalegre, la cual alcanza el mar al oeste de Setubal; 4.º, Sierra Morena, entre Alcaráz y el Algarbe. Las cuatro cadenas que componen los Ibéricos, las cuales pasan a través de toda la estructura antigua de los Hispánides, disminuyen en altura de norte a sur, y sirven de límite a las tres principales depresiones de la meseta. Staub las cree «repercusiones» de los movimientos orogénicos alpinos.

Como antes he dicho, en toda la gran faja montañosa del Asia Central, se observa, salvo contadas excepciones explicables por bruscas dislocaciones locales, que los pliegues modernos se adap-

tan siempre a los antiguos, estando formada, por lo tanto, cada unidad orográfica por la adición de elementos estructurales pertenecientes a varios ciclos orogénicos, durante cada uno de los cuales las montañas, que en su mayor parte ya estaban convertidas en peniplanicies, experimentaron un nuevo resurgimiento. Si la teoría de Staub fuera cierta, la Península Ibérica constituiría una grave excepción a esta ley general.

II

Con el fin de dilucidar este importante punto, voy a analizar una de las proposiciones fundamentales de Staub: la que establece que las Montañas pirenaico-cántabro-astures se orientan de este a oeste, separando las altiplanicies españolas del Océano y del resto de Europa. Estando formados los Pirineos por un grupo de cordilleras de la expresada dirección, esto implicaría que en su prolongación occidental, es decir, en la región cántabro-astur, necesariamente habían de abundar los elementos orográficos de igual orientación; pero no solo no es esto lo que se observa, sino que, como procuraré poner de relieve, no es posible citar, en dicha región, una sola montaña importante cuyos pliegues se arrumben de aquel modo.

Comenzando por el tercio oriental de Asturias, donde las líneas de relieve se orientan de suerte que, a primera vista, pudieran ser tomadas por la prolongación de los Pirineos, si se considera atentamente la Cordillera de Cuera, la más elevada de las de la costa (1.490 m.), se advierte que su dirección es la este-nordeste, y que los pliegues—principalmente de rocas calizas—que la integran, en su prolongación hacia el oriente no se dirigen a los Pirineos, sino que se ocultan bajo las aguas del mar Cantábrico. Lo mismo se observa en las fajas de cuarcita siluriana, que asoman entre dicha montaña caliza y el mar, en las que la erosión ha tallado las curiosas formas topográficas denominadas en la localidad «sierras planas». Al sur de esta porción de Asturias se encumbra el áspero macizo nombrado «Picos o Peñas de Europa», con varias alturas de cerca de 2.700 m., cuyo eje se aproxima mucho a la dirección nordeste.

Recorriendo la costa de Asturias hacia poniente se encuentran fracturas y montañas que, a medida que se avanza, se desvían más de la orientación de los paralelos y se acercan a la de los meridianos. El Puerto o Serranía de Sueve, formado por una asociación de caliza carbonífera y cuarcita siluriana, constituyendo la prolongación de esta última roca la conocida Sierra del Fito, donde se encuentra el mirador del mismo nombre tiene ya indiscutible dirección nordeste-suroeste. Idéntica orientación se advierte en los cordales de la región costera liásica, mereciendo ser citado, por la claridad con que se destaca en los mapas, el Cordal de Peón, una parte del cual forma la margen izquierda de la ría de Villaviciosa.

En el oeste de Asturias, dominan los terrenos siluriano y cambriano, estando formadas las sierras principales por la cuarcita armoricana, entrando todas en el mar con rumbo nor-nordeste. Por fin, en la costa de Galicia, las montañas se arrumban de norte a sur.

Esta misma orientación es también la que tienen las principales cordilleras del centro de Asturias. Citaré, como ejemplo, las sierras de Peñamayor y del Aramo, que se levantan, la primera, al sureste, y la segunda (con cerca de 1.700 m. de altura), al suroeste de la ciudad de Oviedo, constituídas ambas, en su mayor parte, por caliza carbonífera. La cuenca hullera central de Asturias, que se halla comprendida entre las dos montañas nombradas, contiene numerosos cordales formados por rocas blandas, singularmente por pizarras y areniscas, lo que ha sido causa de que las fuerzas exógenas modelaran en ellas formas topográficas alomadas, de confusa dirección, las cuales contrastan con la aspereza y clara orientación de las montañas, mucho más elevadas, integradas por la dura roca que forma la base del sistema carbonífero.

En el occidente de Asturias surgen de trecho en trecho elementos orográficos, constituídos por cuarcita siluriana, también de dirección norte-sur, en las que no faltan crestas afiladas y agudos picachos. Algunos de ellos tienen considerable longitud, como el que, en su porción meridional, sirve de divisoria hidrográfica a los ríos Narcea y Navia, el cual se prolonga, desde el límite de los Concejos de Cangas de Narcea e Ibias hasta la costa, donde su último

eslabón, que es la Sierra del Rañadoiro, se desvía tomando el rumbo nor-nordeste.

Todas las montañas citadas adoptan, pasado el confin de la provincia, la dirección sureste o una próxima a ella, que es la que domina en toda la vertiente castellana del macizo orográfico cántabro-astur. Al hecho de ser la divisoria de provincias transversal a las principales líneas de relieve se debe la feliz circunstancia de que los puertos que comunican a Asturias con León tengan todos alturas de poco más de 1.300 metros.

Conclúyese de este rápido análisis que lejos de predominar en la quebrada región cántabro-astur las montañas de dirección este-oeste, es decir, de dirección pirenaica, aquélla está constituida por un apretado haz de cordilleras que se doblan formando un arco elíptico con la convexidad vuelta hacia el poniente. Los terrenos geológicos tienen idéntica forma arqueada, y se escalonan de modo que son tanto más modernos cuanto más al oriente se encuentran. Esta disposición demuestra el remoto origen del llamado «arco astur», el cual, no solo no fué arruinado por los movimientos orogénicos alpinos, como pretende Staub, sino que la altura de sus montañas, muy atenuada por las acciones erosivas a que, después de la orogenia herciniana, estuvieron sometidas, fué vigorosamente renovada por dichos movimientos, debiéndose al empuje de éstos, sin duda alguna, la extremada aspereza y relieve juvenil de los Picos de Europa y de otros macizos de Asturias, León y Santander.

Aunque, por lo que queda dicho, no existe conexión orográfica visible entre los Pirineos y la región cántabro-astur, no quiere esto decir que entre ambos sistemas de montañas no haya estrechas relaciones estructurales. Ya he hecho notar que los pliegues de la costa cantábrica se desvían progresivamente de la dirección norte-sur a medida que se aproximan el extremo oriental de Asturias, en donde toman el rumbo este-nordeste, lo que autoriza a admitir, como lo más verosímil, que un haz de pliegues, constituyendo lo que Suess llama una «virgación», siguió la dirección este-oeste, dando lugar la porción de él no desaparecida bajo las aguas del mar, a los Pirineos, los cuales, no obstante haber surgido por vez primera en época muy antigua, conservaron a través de casi

todo el tiempo geológico movilidad suficiente para levantarse repetidas veces, y para enriquecerse en cada fase orogénica con elementos tectónicos cada vez más modernos, lo que ha impreso a la elevada cordillera que separa a España de Francia (con varias alturas de más de 3.000 m.) el profundo sello de montaña moderna que hoy ostenta. La discutida posición de los Pirineos en el sistema alpino, así como su marcado aislamiento orográfico, quedan, a mi juicio, con lo dicho mejor esclarecidos que con las explicaciones hasta ahora propuestas.

III

La claridad con que se destaca en los Mapas geológicos el arco astur, no obstante la apartada época en que se inició su formación—acaso anterior, como supone Macpherson, a los tiempos cámbricos—induce a admitir que aquél no constituye una mera disposición local, sino un elemento esencial de la estructura de la Península Ibérica. Como confirmación de esto se observa, en primer lugar, que los pliegues de los terrenos que integran el suelo de Galicia, formado principalmente por rocas graníticas y arcaicas, dibujan curvas concéntricas con las de los pliegues de Asturias. La mayor parte de aquéllos están interrumpidos, al norte, por el Mar Cantábrico y al sur, por la cuenca terciaria de Castilla la Vieja; pero las ramas meridionales de las curvas más externas penetran en Portugal con dirección sureste, la que conservan hasta llegar cerca de los límites de la provincia de Salamanca, dando lugar, dentro de la Nación vecina, a sierras de moderado relieve, como las de Arge, Cural, Amaroya, Citanías, etc. Algunas de estas montañas se orientan, bajo el aspecto morfológico, de nordeste a suroeste, pero todas están constituídas por estratos que se arrumban de noroeste a sureste, lo que indica que ésta es su verdadera dirección tectónica y que la perpendicular a ella, que algunas tienen, es el resultado del trabajo de la erosión.

El enlace de las sierras del norte y centro de Portugal con las montañas de Castilla, plantea uno de los problemas más interesantes de la orogenia española, a saber: el de la prolongación hacia el oeste de la Cordillera Carpetana, o sea de la gran línea de relieve

que divide a la meseta en dos partes casi iguales. Macpherson, que hizo de este asunto un profundo estudio, dice que desde Peña Gudina, en la provincia de Salamanca, donde la mencionada cordillera entra en la depresión hispano-lusitana, la divisoria entre el Duero y el Tajo se dirige al suroeste, por las Sierras de Peña de Francia y Gata, siendo de notar—dice—«que mientras la línea de aguas vertientes de estas sierras corre de suroeste a nordeste, al modo como la depresión hispano-lusitana, sus estratos se hallan arrumbados de preferencia de noroeste a sureste, como todos los de la zona que corresponde a la antigua cordillera herciniana». Dicho geólogo añade después lo siguiente: «Desde la extremidad suroeste de la Sierra de Gata, tuerce la divisoria al Oeste por la Sierra de las Mesas, e incorporándose a las masas graníticas de Portugal, e inclinándose al norte, llega hasta las cercanías de Guarda. Desde aquí se une la divisoria a la Sierra de la Estrella; alcanza otra vez alturas de cerca de 2.000 metros, y sigue entonces por granito y cámbrico al suroeste, hasta que se incorpora a los terrenos secundarios al norte del estero del Tajo, paralelamente al cual sigue la divisoria y termina en el Cabo de Roca».

El criterio que parece aplicar este notable geólogo para fijar la prolongación de la Cordillera Central o Carpetana, es considerar como eje de ésta la divisoria hidrográfica del Duero y el Tajo. Esta divisoria coincide con la descrita por Macpherson hasta Guarda, pero la Sierra de la Estrella no forma parte de ella, puesto que esta montaña vierte aguas al Tajo y al Mondego, y este último río no desagua en el Duero, sino directamente en el Océano y tiene, por su dirección y otras circunstancias geográficas, más analogía con el Tajo que con el Duero. Choffat no cree a la Sierra de la Estrella, que es el más importante macizo de Portugal, continuación de las montañas de Castilla, por estar su independencia orográfica, con relación a éstas, claramente acusada en el Mapa hipsométrico de F. de Botella. La incluye, sin embargo, en el «Sistema Lusitano-Castellano», que es como él denomina a la Cordillera Central Española, por las débiles razones de proximidad y paralelismo. Para dicho autor la continuación en Portugal de la Sierra de Gata es la línea divisoria de aguas que pasa al sur de las cabeceras de los ríos Coa y Meimoa, línea bien definida en el mapa antes ci-

tado; pero tampoco es fundada esta opinión porque la línea de alturas de que habla Choffat no constituye una divisoria de aguas, pues el río Coa es afluente del Duero y el Meimoa se une al Zezere, el cual es tributario del Tajo; es decir, que aquella línea de cumbres vierte aguas por su flanco norte a dos cuencas hidrográficas distintas.

La verdadera divisoria hidrográfica entre el Duero y el Tajo tiene, en la región de que hablo, dirección noroeste, la cual conserva hasta más allá de Guarda, donde, con el mismo arrumbamiento, se torna en divisoria entre el Duero de un lado y el Vouga y el Mondego de otro. Las sierras que forman la expresada divisoria—Sao Cornelio, Leonil, Monte Mouro, etc.—con sus estratos dirigidos al Noroeste, son, en mi sentir, la continuación de las Sierras de Castilla. La constitución de dicha divisoria, efecto, acaso, de los últimos movimientos alpinos, hubo de influir poderosamente en la morfología del país, pues las aguas meteóricas, precipitándose por sus laderas, han debido labrar en ellas valles profundos, como el del Zezere. Esta dispersión fluvial modeló necesariamente sierras arrumbadas de suroeste a nordeste, modificando con ello profundamente la primitiva fisonomía orográfica. Esta, sin embargo, lejos de haber sido completamente borrada, se conserva patente en las montañas constituidas por materiales duros, como la cuarcita silúrica, la cual forma sierras—como las de Busaco, Argamil, Muradal, etc.—con clara orientación herciniana.

La configuración e hidrografía de la porción de Portugal situada al norte del Duero—llamada por los geólogos lusitanos «región galaico-durense»—es el resultado de un proceso análogo al que acaba de ser descrito, pero condicionado por la tectónica de las Montañas Cántabro-astúricas.

Aunque entre el Duero y el Tajo existen en Portugal, como queda dicho, montañas que, morfológicamente, están arrumbadas de nordeste a suroeste, estando todas ellas integradas por pliegues que corren de noroeste a sureste, esta última es su verdadera dirección tectónica. Un potente haz de los pliegues que las forman, al penetrar en la provincia de Salamanca, cambia de dirección, tomando primero la este-oeste y después la nordeste-suroeste y da lugar, envuelto en grandes extensiones por masas de

granito, a las Sierras de Gredos y Guadarrama—cuyas cimas principales sobrepasan los 2.500 metros de altura—en la segunda de las cuales se aprecia con toda claridad la participación que en ella han tenido las plegaduras hercinianas. A esta inflexión, que guarda notable paralelismo con el arco astur, le fué asignada por los autores distinta significación geológica que la que aquí se propugna.

Fischer no la admite, pues considera a la Cordillera Central, no como el efecto de un proceso de plegamiento, sino debido a grandes fallas que determinaron movimientos verticales relativos de grandes trozos del suelo de la meseta. Para Macpherson la curva de que hablo es una «dirección derivada» de los plegamientos hercinianos, los cuales, al aproximarse al macizo carpetano, originado por pliegues precámbricos arrumbados de suroeste a nordeste, cambian de dirección para ajustarse a la de estos últimos, los que, no obstante su antigüedad, se grabaron en el suelo de la región de un modo indeleble, e imprimieron su carácter a todas las dislocaciones posteriores. La opinión de Suess se aproxima mucho a la de Macpherson, puesto que interpreta la Cordillera Carpetana como una rama desviada hacia el este de la Cadena Herciniana. Hernández—Pacheco atribuye a las Sierras de Gredos y Guadarrama—a cuyo conjunto califica de accidente tectónico transversal a la Cadena Herciniana—a fenómenos de descompresión posteriores al ciclo orogénico herciniano, los cuales produjeron fracturas que determinaron importantes movimientos radiales. Finalmente, Patac explica la particular posición de la Cordillera Central suponiéndola «una especie de esquirra desprendida del cuerpo principal de la cadena caledoniana y que ha sufrido un movimiento de rotación de unos 40° sexagesimales de sureste a nordeste.

Con arreglo a mi modo de apreciar los hechos, el arco que traza al penetrar en España algunos de los pliegues precámbricos y paleozoicos que recorren en sentido diagonal la mitad norte de Portugal, no es otra cosa que un fenómeno correlativo del arco astur. Ya he indicado cómo concibe Macpherson la formación del arco carpetano. Algunos geólogos modernos, entre ellos Leuchs—autor de un importante trabajo, aun no terminado, sobre la geología de Asia—dan de la formación de los arcos orográficos de es-

te continente una explicación análoga, pues suponen que son debidos a desviaciones de pliegues producidos por masas antiguas ya consolidadas. El curso ondulante de las cordilleras asiáticas demuestra, sin embargo, que los arcos no pueden ser atribuídos a circunstancias locales, sino a una causa de carácter general. Es mi opinión, coincidiendo en esto con Macpherson, que los pliegues precámbricos, no obstante su antigüedad, imprimieron dirección a todos los demás, pero dando al concepto mayor amplitud, es decir, admitiendo que las orogenias primitivas determinaron la formación de arcos a los que se adaptaron las deformaciones posteriores, por ser todas producto de un mismo esfuerzo plegante que actuó con intensidad variable, pero siempre en la misma dirección. Esta es la razón de la disposición concéntrica de las curvas que describen los pliegues del noroeste de la Península y el escalonamiento de los terrenos geológicos de que antes he hecho mención.

IV

Veamos ahora lo que ocurre en la meseta meridional española. Las bandas irregulares de terrenos graníticos, arcaicos y paleozoicos corren en ésta de noroeste a sureste, quedando bruscamente cortadas, la mayor parte de ellas, por el valle del Guadalquivir. Se nota, sin embargo, que en el extremo meridional tienden algunas a orientarse hacia el este y otras hacia el nordeste, como, por ejemplo, la faja de silúrico desprendida de la gran mancha de igual terreno que cubre parte de las provincias de Toledo, Ciudad Real y Albacete, que termina cerca de Alcazar de San Juan; el diminuto asomo de la misma formación que hay al norte de la población nombrada y que forma un grupo orientado al nordeste; y, por fin, la larga manga de rocas silúricas que, paralela a la Sierra de Alcazar, penetra en el triás de la provincia de Albacete. Igual inclinación se observa en el terreno carbonífero de Huelva.

Un grupo de dichas fajas, en el que la expresada tendencia se muestra con mayor claridad, dá lugar al accidente orográfico conocido con el nombre de Montes Oretanos o de Toledo, grupo de montañas alomadas cuya elevación pasa pocas veces de los 1.000 metros—Sierra de Yébenes, Montes de Toledo, Sierra de

Guadalupe, etc.—la mayor parte de las cuales se dirigen de este a oeste. Algunas de las situadas más a poniente—Sierras Deleitosa y de Zapata—se desvían hacia el noroeste, como las fajas de terrenos en que se levantan. Estos, después de cruzar el Tajo, ya dentro de Portugal, dan origen a varias sierras, las que, a mi juicio, deben ser consideradas como la continuación hacia poniente de los Montes de Toledo. En la unidad tectónica a que pertenecen éstos, deben, por lo tanto, ser incluídas las Sierras de Peña García, Estrella y otras. La prolongación hacia el este de los Montes de Toledo se muestra mucho más oscura. En algunas de las montañas de esta parte de la cordillera—Sierra de Yébenes, por ejemplo—se advierte un cambio de dirección en el sentido de arrumbarse paralelamente a la Cordillera Carpetana. La misma dirección tienen los pliegues del terciario del oeste de la Sierra de Altomira, lo cual, juntamente con la curva que describe el Tajo en la última parte de su curso, parece indicar que los Montes de Toledo, en su prolongación oriental, forman una alineación, desprovista de relieves orográficos caracterizados, paralela a la Cordillera Central divisoria, siendo, por lo tanto, aquéllos el resultado de un proceso orogénico semejante al que formó ésta última.

De este modo concibo el conjunto de sierras que forman la divisoria entre el Tajo y el tortuoso Guadiana, sistema que, en el sentir de Macpherson, constituya uno de los enigmas de más difícil solución de la orografía y tectónica españolas, no atreviéndose dicho geólogo a resolver la cuestión de si los Montes de Toledo son una derivación en pequeño semejante a la Cordillera Carpetana, o si han estado en otro tiempo en conexión lateral con ésta, siendo el valle del Tajo una bóveda hundida y rellenada después por los sedimentos terciarios. Fischer supone a los Montes de Toledo obra exclusiva de la erosión, y Hernández-Pacheco los explica por un proceso análogo al que, a su juicio, dió origen al Sistema Carpetano.

Las hiladas de terrenos arcaicos y paleozoicos que se desarrollan al suroeste de la que acabo de reseñar originan alineaciones de sierras orientadas de noroeste a sureste, las cuales en su mayor número, terminan en la línea tectónica del Guadalquivir. Los segmentos más meridionales de todas estas cadenas, es a saber: las

Sierras de Cambrón, Madrona, Almadén, Alcudia, Córdoba, Tentudía, etc., cuyas alturas oscilan entre 580 y 1.160 metros, han sido agrupadas por los geógrafos bajo la denominación de Cordillera Mariánica o Sierra Morena. Pertenecen aquéllos segmentos, como queda dicho, a paquetes autónomos de pliegues antiguos, que, en general, se orientan transversalmente al eje del conjunto orográfico formado por las sierras nombradas. No siendo dicho eje, por esta circunstancia, una verdadera línea directriz, los pequeños macizos que enlaza no constituyen una unidad tectónica. Tampoco integran una cordillera en el sentido morfológico del término, porque, existiendo entre ellos cierta independencia orográfica, su agrupación carece del grado de continuidad que debe tener toda cadena de montañas. La denominación citada no es, por esta razón, adecuada, siendo mucho más propio el nombre de «Montañas del borde meridional de la Meseta» con que las designa Fischer.

V

Al acercarse al valle del Guadalquivir, los terrenos antiguos de la meseta se interrumpen bruscamente, extendiéndose al sur de aquel río una región que ofrece vivo contraste con las áridas altiplanicies de Castilla la Nueva y Extremadura; pues no solo está constituída, en su mayor parte, por formaciones secundarias y terciarias, que originaron suelos de extremada fertilidad, sino que sus características tectónicas son antagónicas, aparentemente al menos, de las de la Meseta, estando en ésta los pliegues orientados de Noroeste a Sureste, mientras que en la región bética las dislocaciones se arrumban de este-nordeste a oeste-suroeste. La interpretación de Suess acentúa aun más el mencionado contraste, convirtiéndole en un verdadero enigma, pues a juicio de dicho famoso geólogo, los pliegues alpinos de la región bética forman un arco que, en cierto modo, es la reproducción del que describen en Asturias los pliegues hercinianos; pero ofreciendo la extraña particularidad de oponer su rama septentrional, integrada por pliegues empujados hacia el noroeste, no a la rama homóloga del arco astur, sino a su porción meridional, caracterizada por pliegues

tendidos hacia el suroeste. La mayor parte de los geólogos, singularmente los españoles, explican este hecho extraordinario por la existencia, al norte del Guadalquivir, de una gran línea tectónica, consistente en una falla—o sistema de fallas—que limita por el sur el pilar herciniano ibérico.

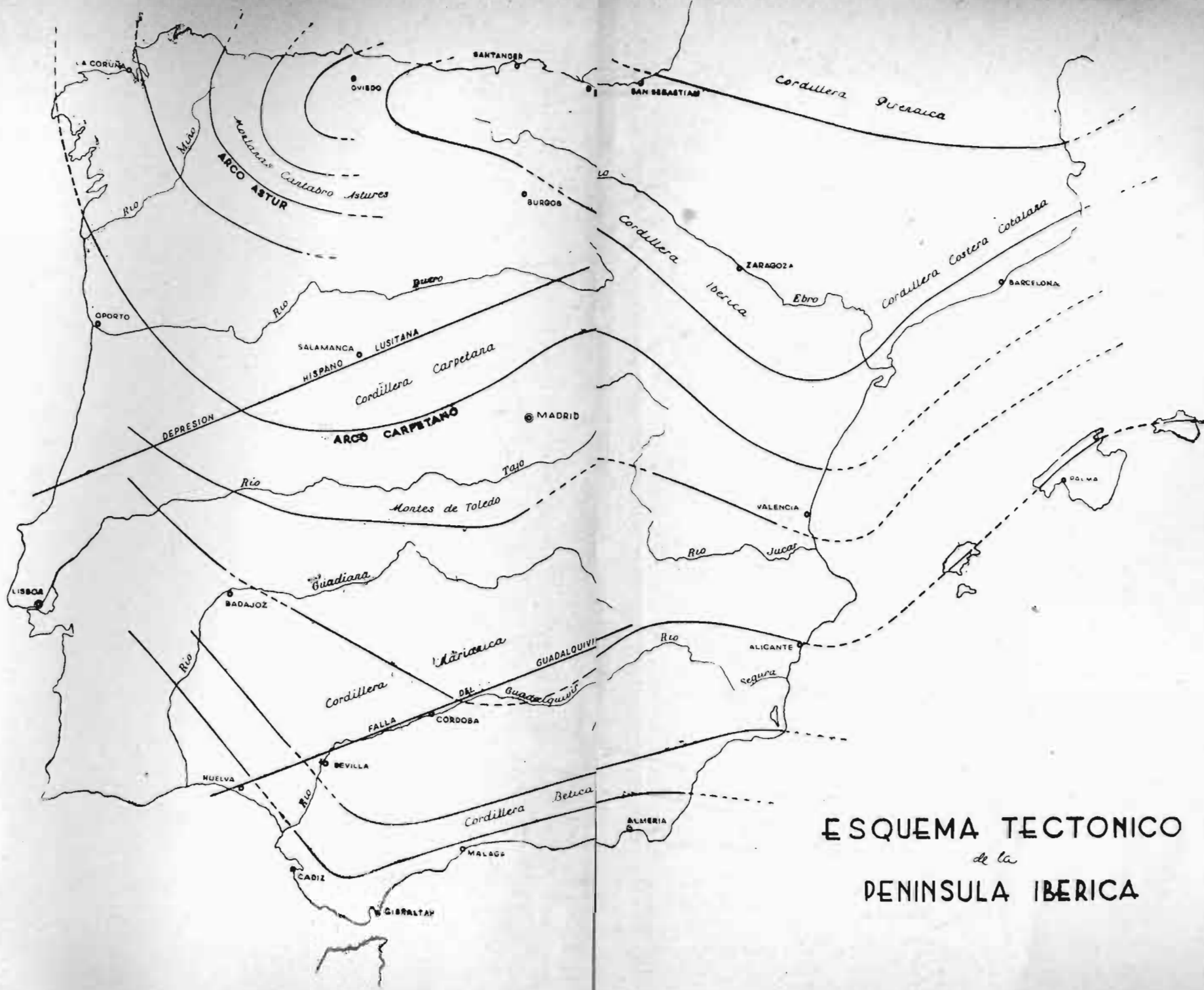
El primero que emitió esta opinión—aceptada después por Suess—ha sido Macpherson, quien atribuye a movimientos muy antiguos del suelo hispano la iniciación del sistema de fallas de que se habla. Pero debe advertirse que como las dislocaciones de la Cordillera Bética, producidas en gran parte durante el ciclo orogénico alpino, se arrumban también, como la expresada falla y los pliegues precámbricos de la misma cordillera, de suroeste a nordeste, habría que concluir que, en la región andaluza, las fuerzas tectónicas actuaron desde remota época con dirección sureste-noroeste.

Como, por otra parte, los pliegues hercinianos de la meseta forman con los de la comarca andaluza un ángulo de cerca de 90° , parece como si en la proximidad del río Guadalquivir existiera una dislocación que dividió a la Península en dos fragmentos que han estado regidos, desde fecha muy antigua, por leyes geológicas antitéticas. Esta contradicción desaparece si se admite que los pliegues antiguos de la meseta, al acercarse al valle del Guadalquivir, se doblan tomando primero la dirección este-oeste y después la nordeste-suroeste, esto es, describiendo un arco análogo al que otras fajas de terreno de igual edad geológica trazan en el centro de la Península para dar origen a las Sierras de Gredos y Guadarrama, y también semejante al que, más al norte, forma el paleozoico de Asturias y León. Este doblez, que se fué acentuando progresivamente en el curso de la Historia de la Tierra, sería la causa del sistema de fracturas conocido con el nombre de falla del Guadalquivir. La rama meridional del mismo estrujada repetidas veces por las orogenias modernas, se transformó a lo largo del tiempo en la Cordillera Bética, donde se encuentra el pico de Mulhacen, cumbre cimera de España, pues su altura sobrepasa los 3.400 metros.

No todos los pliegues antiguos de la altiplanicie de Extremadura se dirigen al valle de Guadalquivir con dirección sureste, pues,

como ya hice notar, uno de los más orientales, al acercarse a aquel valle, cambia de dirección, tomando primero la este-oeste, en la parte correspondiente a Sierra Madrona, y después la nordeste-suroeste, que es la propia de la Sierra de Alcudia. En esta parte, por lo tanto, la falla del Guadalquivir, si se prolonga hasta allí, no corta bajo un ángulo de 90° a las hiladas paleozoicas, sino que se torna en una verdadera fractura longitudinal que separa los plegamientos hercicianos de la meseta de sus paralelos alpinos de las Montañas Béticas. Un doblez análogo existe en las fajas paleozoicas y agnostozoicas de la provincia de Huelva, donde la Sierra de Aracena está arrumbada casi de levante a poniente.

Inmediatamente al sur del Guadalquivir, no asoman los terrenos estrato-cristalinos y paleozoicos de la Meseta, por lo que las conexiones de éstos con los de igual edad de Sierra Nevada y otras montañas andaluzas no pueden ser directamente observadas. Pero se puede llegar al conocimiento de las relaciones que hay entre unos y otros por la marcha que siguen, en las provincias occidentales de Andalucía, los pliegues de las formaciones mesozoicas y terciarias, por encontrarse éstos, en general, en la Península Ibérica, adaptados a las dislocaciones caledonianas y hercinianas. El Mapa tectónico de la provincia de Cádiz, trazado por Gavala, es muy instructivo en lo que a esto respecta. Se vé en él claramente que al suroeste del término del macizo antiguo bético existe un conjunto de montañas, comprendidas bajo la denominación genérica de Sierras del Campo de Gibraltar, que están formadas, principalmente en la proximidad de aquel macizo, por estratos de arenisca pliocena arrumbados casi de norte a sur; pero a partir de la línea que une a San Roque con Alcalá de los Gazules «cambia radicalmente—dice aquel geólogo—la dirección de los estratos de la arenisca del Algibe, y con ella la orientación de las cumbres de los montes, quedando alineadas las cadenas de noroeste a sureste». Este hecho pone de relieve que los pliegues alpinos de la región bética, lejos de doblarse hacia el sur, como admitía Suess, se inflexionan en sentido inverso, tomando en la provincia de Cádiz la dirección noroeste, o sea el rumbo de las dislocaciones hercinianas de la meseta. Como en toda Eurasia se observa que los pliegues de un ciclo orogénico son póstumos con relación a los del



ESQUEMA TECTONICO
 de la
 PENINSULA IBERICA

ciclo precedente, es lógico inferir de lo dicho que el *substratum* paleozoico de Andalucía se inflexiona del modo indicado por los pliegues alpinos de la misma región.

Con esta interpretación desaparece el antagonismo de las características tectónicas de la meseta y de la región bética, porque con arreglo a ella, el conjunto de las Sierras antiguas de Andalucía—Sierra Nevada, Sierra de los Filabres, Serranía de Ronda, etcétera,—pertenecen a paquetes de pliegues que en Portugal y Extremadura corren de noroeste a sureste, pero que, al acercarse al Guadalquivir, se doblan primero hacia el este y después hacia el nordeste, arrumbándose su extremo, que es el que dió origen a las Sierras nombradas, paralelamente a la Cordillera Carpetana. Esta fuerte combadura ocasionó un sistema de fracturas coincidentes con el actual curso del Guadalquivir, merced al cual, verosímilmente al final del paleozoico, la región bética quedó desgajada de la meseta castellana, pero sin perder por completo su solidaridad tectónica con ella.

VI

Las unidades orográficas hasta ahora reseñadas ofrecen no solo claras analogías de orden estratigráfico sino también cierto aproximado paralelismo. En cuanto a la Cordillera Ibérica, a la que me voy a referir ahora, no obstante poseer una dirección sesgada con relación a las ya enumeradas, tiene, con algunas de éstas, íntimas relaciones genéticas, como voy a procurar poner de relieve.

Las montañas de la vertiente castellana del macizo cántabro-astur, se orientan, como ya se ha indicado, hacia el sureste, observándose en las fajas de caliza carbonífera, que son las que forman el mayor número de aquéllas, cierta tendencia a converger hacia el norte de la provincia de Palencia, en las inmediaciones de Cervera de Pisuerga. La Sierra del Brezo, importante elemento orográfico de aquella región, termina bruscamente cerca de la población antes citada; pero en su prolongación aparecen inmediatamente una serie no interrumpida de sierras y páramos de caliza cretácea que se prolonga, siempre con dirección sureste, hasta la Sierra de la Demanda, la cual sobresale entre las provincias de

Burgos y Logroño. Siendo esta sierra uno de los principales grupos del Sistema Ibérico, no puede haber dudas respecto a que éste está ligado, orográfica y tectónicamente, con las Montañas Cantabro-astures, por un grupo de pliegues que, con muy atenuado relieve entre Cervera de Pisuerga y Pancorbo, donde el paleozoico no es visible y el cretáceo forma páramos de 1.000 a 1.400 metros de elevación, recobra después su perdida importancia, manifestada en el macizo antes nombrado—constituído casi en su totalidad por pizarras silúricas sobre las que descansa un potente banco de pudinga hullera—macizo que alcanza alturas superiores a 2.000 metros.

El terreno paleozoico de la Sierra de la Demanda se oculta, por su extremo sur, bajo una extensa mancha de formaciones secundarias cuyo contorno meridional pasa próximo a Soria y Cervera de Río Alhama; mancha caracterizada, bajo el aspecto orográfico, por incluirse en ella el macizo de Urbión, que es otro de los más elevados del sistema.

Al sureste de la mancha citada reaparecen los terrenos paleozoicos, formando dos fajas—entre las que se abre la cuenca terciaria de Calatayud—dirigidas de noroeste a sureste, la más oriental de las cuales se extiende desde cerca de Agreda hasta Montalban. Paralelamente a ésta corren fajas triásicas y jurásicas de menor longitud, descollando en el extremo norte de una de ellas el Moncayo, con 2.200 metros de altura, que es el somo culminante de la cordillera que separa la meseta castellana del valle del Ebro. Dichas bandas de rocas paleozoicas,—principalmente silúricas—debidas indudablemente a haces de pliegues hercinianos de igual dirección, dan lugar a importantes grupos orográficos, siendo los principales las Sierras de Tablada, de la Virgen, de Vicor y de Algairén. Los afloramientos paleozoicos desaparecen bajo el terreno cretácico del sur de Montalban.

Las sierras silúricas forman el núcleo antiguo del Sistema Ibérico, no siendo otra cosa que retazos,—renovados en su relieve por los movimientos orogénicos alpinos—de una rama de la cordillera herciniana, la cual, acaso estuvo enlazada con las Montañas Cantabro-astures de igual época geológica. Indaguemos ahora cuál

es la continuación hacia el sureste del mencionado núcleo antiguo.

Como ya se ha expresado, los terrenos paleozoicos desaparecen bajo la mancha cretácea que cubre una parte considerable de las provincias de Teruel y Castellón de la Plana. No ocurre lo propio con el triás y el liás que los acompañan en toda su longitud, los cuales, en forma de manchas irregulares, asoman a lo largo de la orilla norte de dicha mancha cretácea. Agrupados los girones de triásico y liásico forman una curva con la concavidad vuelta hacia el norte. Sobre este pliegue en arco, que verosímilmente corresponde al que hizo asomar la banda de silúrico situada más a levante de las dos de que se ha hablado, se hallan algunas elevadas cumbres, como las nombradas Encanadé, Puertos de Beceite y Espina. El arco que trazan los terrenos mesozoicos de esta región, le considero un efecto del que, en profundidad, describe el núcleo paleozoico de la cadena, el cual reaparece al otro lado del Ebro, esto es, en el punto en que se inicia la Cordillera costera de Cataluña, la que, según esta interpretación, es la prolongación del Sistema Ibérico, el cual, en la sección comprendida entre Agreda y Montalban, muestra una asociación de terrenos análoga a la que se observa en dicha cordillera. Esta se prolonga paralelamente a la costa hasta la cuenca terciaria de Olot, donde, desviándose ligeramente hacia el este, se pierde bajo el mar Mediterráneo. Staub admite la expresada conexión, pero suponiéndola resultado de un plegamiento del antepaís alpino transversal a las dislocaciones hercinianas, lo cual está en completo desacuerdo con los hechos observados.

La alineación meridional de la Cordillera Ibérica, que antes ha sido citada, no se liga directamente con las Montañas Cántabro-astures, sino con la Cordillera Carpetana. Los estratos arcaicos que entran en la composición petrográfica de ésta, desaparecen en el extremo nordeste del Guadarrama, bajo las rocas silúricas de la Sierra de Ayllón, las que a su vez se ocultan bajo los estratos cretáceos de Sierra Pela, pasada la cual se encuentran sedimentos más antiguos—singularmente triásicos—que dan lugar a Sierra Ministra y los Altos de Barahona. En esta región, en la que se inicia la divisoria del Tajo y Duero, se observa que los pliegues pasan, descri-

biendo un arco cuya convexidad mira al norte, de la dirección propia de la Cordillera Central al rumbo sureste que caracteriza el Sistema Ibérico, estando ya orientadas conforme a éste último las dos montañas que acaban de ser nombradas. El triásico, que en bancos muy poco inclinados da lugar a Sierra Ministra y los Altos de Barohona, se extiende al sureste, casi sin solución de continuidad, formando una faja de perímetro muy irregular que tiene su remate a poniente de Teruel, circundando dicha formación, juntamente con el jurásico, algunos angostos asomos de silúrico arrumbados también al sureste. En esta faja de terrenos primarios y mesozoicos se encuentran las Parameras de Molina, la Sierra de Albaracín y la extensa Serranía de Cuenca, formando una línea de relieve, ya en el borde de la meseta, considerada por Dantín Cereceda, por su proximidad y su paralelismo con la Cordillera Ibérica, como perteniente a ésta. Dicha alineación, trazando una curva concéntrica con la antes descrita, parece internarse en el Mar Mediterráneo cerca de Castellón de la Plana.

VII

Conclúyese del precedente análisis, que la Península Ibérica está caracterizada, en concepto tectónico, por un apretado haz de pliegues doblados de modo que forman un poderoso arco con la convexidad vuelta hacia el sur, es decir, un arco de tipo asiático, al que se ajustan las principales cordilleras. A esta singular estructura se debe la anchurosa configuración de España, tan distinta de las formas angostas y alargadas en el sentido de los meridianos de todas las demás penínsulas eurasiáticas: Kamtchatca, Corea, Malaca, Italia y la Península Escandinava; circunstancia que ya ha sido apreciada, como es bien sabido, por los geógrafos de la antigüedad clásica, uno de los cuales comparó a nuestra Península con la piel de un toro. Ella es también la causa de la considerable altura media de España, solo superada en Europa por la de Suiza. Por fin, el clima semiárido de la meseta es consecuencia de las montañas que por todas partes la circundan, y sobre las cuales se condensa la mayor parte de la humedad transportada por las nubes que proceden de los mares vecinos.

El arco orográfico ibérico se enlaza por el este con los Alpes europeos. En el noroeste ya he dicho que los pliegues de Galicia y del Occidente de Asturias, entran en el mar Cantábrico con dirección norte. Por lo tanto, al hilo o rumbo de dichos pliegues se encuentran las montañas caledohercinianas de Irlanda, Escocia y Escandinavia, las que necesariamente deben ser consideradas como la prolongación de las montañas españolas de igual edad.

Con arreglo a esta concepción el haz de cordilleras eurasiáticas describe un ingente arco que se inicia en la Siberia oriental y termina en la Península Escandinava. Los diversos segmentos del arco vuelven su convexidad hacia el Oceano más próximo: en el Asia Oriental, hacia el Pacífico; en el Asia Central, hacia el Indico; en Europa hacia el Atlántico. Las sierras españolas pertenecen a la más meridional y externa de las zonas montañosas, la que forma como el marco dentro del cual están encerradas todas las demás.