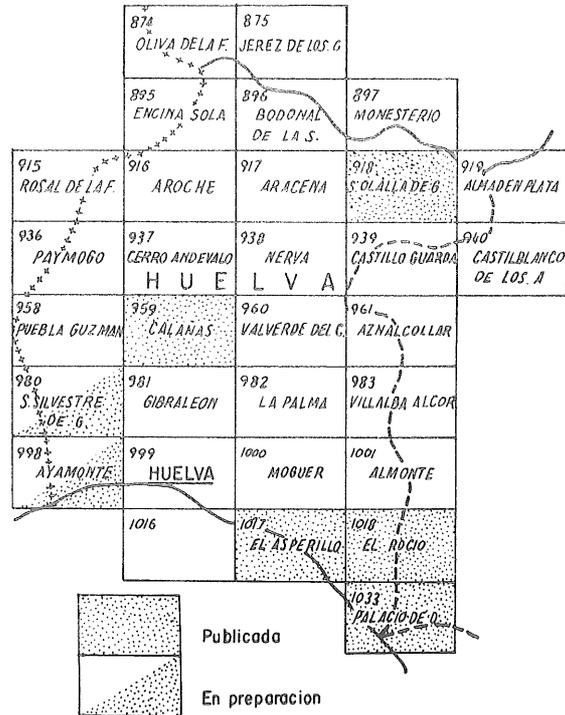


MAPA GEOLOGICO
DE ESPAÑA 1:50.000

SANTA OLALLA DE CALA



896	897	898
917	918	919
938	939	940



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO
DE ESPAÑA

Ríos ROSAS, 23

MADRID - 3

Dep. Legal: M. 19774-1968

Imp. del Servicio Geográfico del Ejército



ESTRATIGRAFIA

Los sedimentos de la Hoja núm. 918, Santa Olalla del Cala, pertenecen al Cámbrico, Silúrico, Devónico y Cuaternario. No tienen en cuenta la mayoría de los acarreoos fluviales cuaternarios formados en las márgenes de las riveras y arroyos, ni las pequeñas áreas de erosión que evidentemente existen.

EL CAMBRICO

Los sedimentos cámbricos se distribuyen según dos bandas de dirección aproximada Noroeste-Sureste, a Norte y Sur de la Hoja, que han sido reconocidas de antiguo.

a) *Georgiense*.

Los terrenos más inferiores de la serie se presentan en el núcleo del anticlinal que forma la banda Sur en Los Llanos, cerro La Golondrina, La Umbría, etc. En la base se sitúan cuarcitas o areniscas en tránsito a cuarcitas y pizarras con un acusado metamorfismo a las que siguen grauvacas. A pesar de ser una zona poco apta para el estudio de la secuencia, puede darse, para este conjunto detrítico, un espesor no inferior a los 200 metros. Esta formación correspondería a la «serie de los Bonales», de Schneider.

A las grauvacas siguen, con una potencia aproximada de 800 metros, alternancias de areniscas feldespáticas con pizarras arcillosas grises y violáceas junto con arcillas que engloban nodulos calizos que al descomponerse dan una típica y característica estructura Kramenzel. Hacemos corresponder estos sedimentos con los de la «serie de Arroyomolinos», de Schneider, que junto con la anteriormente citada, constituyen el Georgiense inferior.

A techo de los sedimentos anteriores se sitúan calizas de variada composición y facies que pueden llegar a tener una potencia superior a los 300 metros. En el Suroeste de la Hoja ocupan los flancos Norte y Sur de un anticlinal, aflorando en las Sierras de Mari Mateo, Drago, Santa Bárbara, Zorrero, Parralejo, etc. Según Bard, existe una discordancia entre estas calizas y la formación subyacente. La falla Zufre-Santa Olalla las desplaza a la Sierra de Fuente de Ibáñez, desde donde siguen hacia el Este,

introduciéndose en la vecina Hoja de Almadén de la Plata, aunque de una manera discontinua.

En la parte Norte de la Hoja, las calizas aparecen unas veces aflorando aisladamente entre sedimentos del Georgiense y otras formando parte de estructuras más amplias, como en el sinclinal de Herrería (arroyo que corre inmediatamente al Norte de Minas de Cala).

Su datación no ha podido ser efectuada directamente, ya que no se han encontrado fósiles en ellas. Al yacer bajo pizarras con fauna del Georgiense superior, es necesario considerarlas como pertenecientes al Cámbrico inferior. En el mismo nivel anterior a su techo existe un volcanismo básico que se inicia con material piroclástico, del que tenemos evidencia merced a dos pequeñas coladas situadas: una, en la zona de Villagranero, y otra, al Norte de El Casero, que es cortada por la carretera de Higuera de la Sierra a la Estación de la Junta, cerca del kilómetro 6. Lotze sitúa las manifestaciones volcánicas en la parte superior del Georgiense, asociadas a estratos arcillosos y arenosos; Texeira, al estudiar el Cámbrico de Portugal, en una formación de pizarras y grauvacas, y Fabriés, en el mismo nivel de las calizas y en otros dos más inferiores. Este volcanismo podría indicar un período de inestabilidad que motivara ligeros movimientos, a consecuencia de los cuales se produjera una discordancia con los sedimentos depositados posteriormente, tal como señala Bard. Nosotros no hemos podido encontrar otros signos que indicaran la citada discordancia.

A techo de las calizas anteriores se presentan, en la zona Norte, pizarras arcillosas violáceas, grises y tipo Kramenzel, con potencia de unos 300 metros, en las que Lotze y Henke encontraron los primeros restos fósiles correspondientes al Georgiense superior. Posteriormente, Schneider recogió nuevos restos, como consecuencia de un detallado estudio de la estratigrafía del Cámbrico en la zona de Cala, cuya clasificación corrió a cargo de Rud. y E. Richter y que posteriormente ha sido estudiada y revisada por varios especialistas. Szdzy ha dado la siguiente lista de trilobites en Cala: *Calodiscus schucherti ibericus* SDZUY 1962; *Delgadella souzai* DELGADO 1904 n. ssp?; *Judamia? lotzei* R. y E. RICHTER 1941; *Gigantopygus cf. bondoni* HUPE 1953; *Longianda? sp.*; *Rinconia schneideri* R. y E. RICHTER 1941; *Triangulaspis fusca* SDZUY 1962; *Hicksia hispanica* R. y E. RICHTER 1941; *Atops? calanus* R. y E. RICHTER 1941; *Eodiscus llarenai* R. y E. RICHTER 1941; *Serrodiscus serratus* E. RICHTER 1941; *Serrodiscus speciosus silesius* R. y E. RICHTER 1941.

Finalmente, en la zona Norte, y dentro de estos terrenos, se presentan pórfidos riolíticos que parecen ocupar estructuras preexistentes.

b) *Acadiense.*

Perteneciendo al Georgiense superior los sedimentos en que se presenta la fauna de Cala, consideramos como acadiense la

serie de areniscas, pizarras micáceas y arcillosas que con potencia de unos 300 metros se presenta a techo en Los Llanos de la Nava. En la carretera de Cala a Minas de Cala pueden observarse los términos más bajos de la serie reposando sobre las pizarras violáceas del Georgiense. Se trata de areniscas con cuarzo y feldespato como material fundamental; su color es amarillo, mientras que las pizarras que le siguen presentan colores verde y crema, volviéndose amarillentas con la erosión. En este nivel hemos encontrado pistas o posibles huellas repantantes imposibles de clasificar. En las partes más superiores de la serie se presentan pequeños enclaves de rocas básicas con estrechas intercalaciones arcillosas, preludio de las efusiones volcánicas que posteriormente se depositan concordantemente. Este volcanismo está constituido por espilitas con un acusado apizarramiento, estimando su potencia en unos 150 metros.

No existen más sedimentos cámbricos en la zona, pues tras el volcanismo espilitico se inician los movimientos correspondientes a la fase sárdica.

EL SILURICO

El Silúrico, al que tradicionalmente se asignaban los terrenos alojados entre las dos bandas cámbricas ya citadas, ha quedado reducido a una faja que corre en contacto con el Cámbrico por la Sierra León, Solana del Valle del Gato y La Papua, en la parte Noroeste de la Hoja. Los restantes sedimentos considerados silúricos han pasado a formar parte del Devónico.

Los primeros sedimentos depositados fueron grauvacas, que estudiadas al microscopio, presentan abundantes fragmentos lávicos procedentes de las espilitas acadienses. Es evidente su posterioridad respecto al volcanismo espilitico y está plenamente justificado el considerarlas como silúricas, pues precediendo a su deposición, necesariamente ha tenido lugar la emersión y, posteriormente, la erosión de las espilitas emergidas o de los altos fondos que constituían en las aguas donde debieron depositarse. Es necesario no confundir estas grauvacas grisáceas y con cierta orientación de sus fragmentos con otras devónicas que también engloban fragmentos de lavas espiliticas.

Siguen calizas de color gris, grano fino, fractura irregular y muy efervescentes, con el CIH en frío. A techo de ellas se sitúan areniscas apizarradas en las que se aprecia bien tanto la estratificación como una pizarrosidad, en este caso sigmoidal, y grauvacas cuyos fragmentos de lavas espiliticas van siendo de menor tamaño.

La potencia de todo este tramo puede considerarse de unos 125 metros, aproximadamente.

El ángulo formado por la Rivera de Montemayor y el barranco de la Nava es un área de intensa tectónica, pero muy apta para estudiar los primeros tramos del Ordovícico y su posición estratigráfica respecto a un llamativo conglomerado, posterior-

mente depositado, que es cortado por la citada rivera y la carretera de Cañaverál de León a Cortecóncepción.

Este conglomerado, de unos 100 metros de potencia, presenta cantos rodados de buen tamaño engastados en una matriz violácea; existen intercalaciones de pizarras color beige con potencia de hasta 30-40 metros, y lechos de grauvacas con solo algunos metros de espesor. Característica de estas grauvacas es la extrema escasez en ellas de fragmentos lávicos espilíticos, al menos en las estudiadas por nosotros al microscopio.

Sobre el conglomerado yacen ortocuarzitas con un espesor máximo aproximado de 40-60 metros.

Todos los sedimentos anteriores se consideran pertenecientes al Arenigiense, pues aunque variados, son típicos de análogo ámbito de deposición.

Sigue la serie con pizarras grises y, sobre todo, negras, con intercalaciones de areniscas grises de grano fino, con potencia total de unos 200 metros. Las pizarras son compactas, y por la acción de los agentes externos, adquieren una fina película blanquecina muy característica.

Según Schneider, el Ordovícico se halla representado en la «serie del Ciervo» con unos 600 metros de potencia.

La existencia del Gotlandiense dentro del territorio de la Hoja es conocida de antiguo. Son características las pizarras ampelíticas con abundantes graptolites, a cuyo muro yacen pizarras de colores cenicientos junto con otras de color negro, en una alternancia decimétrica. El espesor del Gotlandiense puede considerarse como de unos 125 metros.

En la zona de la Venta del Ciervo, en el mismo arroyo del Verdugo y cerca del Pilar de las Herrumbres, hemos encontrado una fauna de graptolites idéntica a la ya citada por Gonzalo y Tarín, perteneciente al Tarannon-Wenlockiense: *Monograptus nilssoni* BARRANDE; *Monograptus latus* MAC COY; *Monograptus linnaei* BARRANDE; *Monograptus convolutus* HISINGER; *Monograptus priodon* BRONN; *Diplograptus palmeus* BARRANDE.

Es posible también la existencia del Llandoveryense, pues su presencia en el Norte de la provincia de Huelva está confirmada por Romariz, que en una posterior revisión de las especies coleccionadas por Nery Delgado en el Prado de Pedro Gil, encontró los siguientes ejemplares: *Climacograptus rectangularis* MAC COY; *Rastrites richteri* PERNER.

Por otra parte, según Rebollo, existe una formación gotlandiense que ha seguido a lo largo de unos 60 kilómetros, desde la Hoja de Encinasola hasta las de Higuera la Real, Aracena y Santa Olalla del Cala, donde tiene una dirección aproximada de N. 75° O., en la que encontró la siguiente fauna graptolítica perteneciente al Llandovery superior: *Demirastrites comunis* LAPW; *Streptograptus lobiferus* MAC COY; *Monograptus intermedius* CARRUTH; *Monograptus regularis* TGT.

Dos características presentan las capas gotlandienses, en opinión del citado autor: Una, la presencia de frecuentes fractu-

ras de pequeño desarrollo, con anomalías radiométricas; otra, la presencia de un pequeño paquete de pizarras negras alternantes con cuarcitas, con una fauna de graptolites.

EL DEVONICO

La existencia de una fauna perteneciente al Devónico inferior y medio ha permitido confinar a estos tramos, terrenos tradicionalmente considerados como silúricos.

a) *Devónico inferior.*

Se inicia con un conglomerado de potencia variable, de 12-15 metros, en la «serie del Verdugo» (según Schneider), y de 6-8 metros entre el kilómetro 4 y kilómetro 5 del ferrocarril minero de Cala a San Juan de Aznalfarache. Sigue una formación de grauvacas y pizarras arcillosas que en ocasiones son silíceas, con potencia máxima de unos 100 metros, en la que Schneider encontró restos de braquiópodos y trilabites. El estudio al microscopio ha puesto de manifiesto la existencia de grauvacas con fragmentos espilíticos y de otras sin ellos.

A techo de esta formación, y como continuación de las pizarras arcillosas, existe un potente conjunto de pizarras grises oscuras extremadamente finas y con una intensa pizarrosidad, sin que presenten lechos de grauvacas intercalados. En los niveles superiores, las pizarras se vuelven más claras y contienen un nivel de calizas con potencia de unos 30 metros, al Sur de la Sierra Villarejo. Todo el tramo, que puede llegar a tener una potencia máxima de unos 300 metros, se aloja en una banda que corre con orientación NO-SE. desde la Sierra de las Corujas hasta el Cerro Monaguillo, pasando por Villarejo y Cucharera.

Estas pizarras, que hacia Poniente se vuelven areniscosas y que en determinadas zonas presentan signos evidentes de metamorfismo de contacto debido a la presencia cercana de rocas graníticas en profundidad, representan, a nuestro juicio, los últimos niveles del Devónico inferior, es decir, del Cobleciense.

La faja donde se presentan estas pizarras encaja entre otras dos ocupadas por la formación de grauvacas y pizarras arcillosas cuyos contactos son, en gran parte, fallas en dirección que delimitan tres verdaderos bloques de acuerdo con la tectónica de la región.

b) *Devónico medio.*

La realización de un corte por el camino de Zufre a Cala y los posteriores estudios sobre la zona de las majadas de La Parrita y Tres Encinas nos llevaron a la afirmación de la existencia de sedimentos pertenecientes al Eiffeliense.

El paso del Cobleciense al Eiffeliense lo marca un conglomerado de elementos muy pequeños junto con un microconglomerado de una potencia aproximada de 10 metros. Los paquetes

son subverticales y están afectados por una fuerte pizarrosidad. Este nivel de base se corta en el citado camino y en las trincheras del antiguo ferrocarril minero de Zufre a Santa Olalla, junto al cortijo «El Bezo».

Sigue una formación de pizarras arcillosas grises y grauvacas con intercalaciones, de unos 15 centímetros, de cuarcitas o areniscas feldespáticas o areniscas en tránsito a cuarcitas. Todo el conjunto tiene una potencia de 60-80 metros y aflora en forma anticlinal, siendo normales sus contactos con la formación volcánica-sedimentaria que le sigue.

Al techo de estas pizarras y grauvacas se sitúan calizas de tipo arrecifal que destacan morfológicamente sobre el resto de los terrenos. Tienen generalmente color gris que pasa a gris negro localmente, son fétidas y afloran con potencia de hasta 40 metros en el citado camino de Zufre a Cala, si bien al Sur de la casa El Rincón se reducen a unos cuatro metros para desaparecer definitivamente hacia el Oeste.

Los agentes exteriores han puesto al descubierto la fauna existente en ellas. Algunos ejemplares de *Cyathocrinus pentagonus?*, Goldf. han permitido datarlas como del Cobleciense superior o del Eiffeliense, pero la relación estructural existente con el conglomerado anteriormente citado permite considerarlas como del Eiffeliense.

Estas calizas y las pizarras, grauvacas y areniscas subyacentes no sólo afloran en la zona, donde hemos podido estudiarlas con detalle, sino que por el gran accidente tectónico que supone la falla Zufre-Santa Olalla del Cala, vuelven a presentarse al Sur del batolito granítico de Santa Olalla, donde las hemos encontrado de nuevo entre el kilómetro 2 y el kilómetro 3 de la carretera a Almadén de la Plata, y que verticales y con rumbo N. 45° E. se introducen en la vecina Hoja núm. 919.

En niveles superiores se sitúa un complejo volcánico (volcanitas de la Rivera de Huelva) que hasta nuestros días ha sido considerado como perteneciente al Silúrico inferior.

Se trata de un volcanismo básico, espilitico, que ha dado lugar a coladas con grandes variaciones de potencia, como es normal en esta clase de fenómenos. Existen manifestaciones en que casi todo el material es piroclástico, como ocurre en Puerto Moral y en la parte oriental de la Hoja. Las espilitas tienen color verde, pudiendo verse los cristales de piroxenos y feldespatos y, cuando existen, amígdalas de calcita. Al erosionar, lo hace, a veces, en bolos, que se reducen paulatinamente al partir en capas concéntricas, como en la carretera de Santa Olalla del Cala a Zufre, pero es difícil reconocer una neta estructura almohadillada; no obstante, consideramos que la efusión lávica tuvo lugar en condiciones submarinas. No presentan, en general, planos de estratificación y muestran en la mayoría de los casos un diaclasamiento más o menos intenso, sin que los planos de pizarrosidad se manifiesten claramente.

Asociada a estas lavas básicas se presenta una formación de pizarras con colores vivos y abigarrados, morado y gris verdoso, íntimamente ligadas a dichas volcanitas y en tramos superiores a ellas. En la base de estas pizarras, cuya facies cambia

localmente, se presentan, a veces, grauvacas de colores semejantes a los de aquéllas, y otras, areniscas. Puede hablarse, pues, de un complejo volcánico-sedimentario.

La potencia total es de unos 260 metros, con coladas de 90 metros de espesor máximo aproximadamente.

Dado el carácter rápido y corto de un episodio volcánico, hablando geológicamente, consideramos a las volcanitas como pertenecientes al Eiffeliense, en tanto que las pizarras y grauvacas, de colores vivos y abigarrados, deben considerarse como depositadas durante el Givetense, aunque no existe evidencia paleontológica por el momento.

c) *Devónico superior.*

En el Suroeste y Sureste de la Hoja se presenta una formación de areniscas, pizarras grises arcillosas y grauvacas, en la que se intercalan coladas de lavas dacíticas-andesíticas y doleritas, que consideramos perteneciente a los niveles inferiores del Devónico superior, es decir, del Frasnense. Esporádicamente afloran pequeños lentejones de calizas.

Se inicia este tramo con areniscas y areniscas en tránsito a cuarcitas, de unos 60 metros de espesor, discordantes sobre calizas cámbricas y el Devónico medio, en las Sierras de la Corbera y del P. de los Pobres. Estas areniscas aparecen también en el límite Sur de la Hoja, entre Higuera de la Sierra y Zufre, discordantes con el Cámbrico. Localmente, llegan a ser verdaderas cuarcitas.

Siguen pizarras grises arcillosas y grauvacas con una facies muy semejante al Devónico del Sur de la provincia de Huelva, que sabemos es, con toda seguridad, anterior al Fameniense. En el estudio al microscopio de estas grauvacas hemos observado la existencia de subgrauvacas, con ausencia total de feldespatoplagioclasa.

Hacia Levante, zona Sur de Piedra Labrada, las manifestaciones volcánicas se intercalan de manera continua, siendo imposible el marcar coladas y pudiendo decirse que la deposición de grauvacas y pizarras ha sido simultánea con una actividad volcánica, predominantemente de material piroclástico. La potencia máxima de las intercalaciones volcánicas en esta zona es de unos tres metros y dan un terreno deleznable que los labradores de la región denominan «tierra alfajón». Un buen itinerario para el estudio de esta formación es el camino de La Ramona.

Coladas más extensas y delimitadas, susceptibles ya de una cartografía, se presentan en el Suroeste de la Hoja, zona de Monte Sol y Umbria de las Puercas, donde el volcanismo de tipo dacítico se manifiesta claramente. Sin embargo, las manifestaciones volcánicas se inician inmediatamente al Sur de las areniscas y a pocos metros del contacto con el Cámbrico metamórfico, pero de forma esporádica.

El intenso plegamiento y los asomos graníticos existentes hacen difícil la realización de perfiles encaminados a deducir

el espesor de la formación. La repetición de las capas por pliegues y fallas hace que demos una potencia, en la zona de estudio, de unos 350 metros, mucho menor de la que pudiera creerse en principio.

Hasta el momento, no conocemos afloramientos fosilíferos correspondientes al Frasniense, y la confinación a este tramo de la formación anteriormente descrita se ha hecho por consideraciones estructurales, facies y relaciones con los terrenos vecinos y con los del Devónico de la zona media de la provincia de Huelva, los cuales conocemos.

EL CUATERNARIO

Es evidente la existencia de acarreo fluviales imposibles de cartografiar en la mayoría de los casos.

Aparte de las áreas cuaternarias que originan los acarreo fluviales, existen zonas donde actualmente se está depositando una toba caliza, como consecuencia de la precipitación de los carbonatos que llevan en suspensión las aguas de lavado de las calizas cámbricas. Ya Gonzalo y Tarín apuntaba que tal deposición se efectuada a la entrada de Puerto Moral, al evaporarse las aguas de la fuente de La Madroña. Las áreas que han podido cartografiarse se encuentran en Bembeje y Zufre. En esta última, Gutiérrez y Enrile citan la presencia de impresiones de hojas y *Helix* sp. correspondientes a un Terciario lacustre. Pensamos que pudieran corresponder a niveles más inferiores que los vistos por nosotros, ya que la microfauna encontrada en las muestras recogidas pertenece al Cuaternario.

MACIZOS GRANITICOS

Varios asomos graníticos aparecen en el territorio de la Hoja, siendo el más importante el batolito de Santa Olalla, tanto por su extensión como por su conexión con la minería de la región.

Desde el punto de vista geomorfológico, el batolito de Santa Olalla, ocupa una depresión, siendo, en general, su relieve suave y poco accidentado, encajando en terrenos cámbricos y limitado al Sur por la gran falla Zufre-Santa Olalla del Cala que lo pone en contacto con sedimentos devonianos.

El batolito está constituido fundamentalmente por granodioritas, dioritas y tonalitas; en las márgenes aparecen esporádicamente las adamelitas. Enclaves de calizas, *skarns*, cornubianitas y piroxenitas aparecen en el Cerro de las Baterías, la Fraila, Loma los Tornados, etc. El metamorfismo producido en los terrenos encajantes es, en algunos casos, muy acusado.

Dentro del batolito existen una serie de fracturas de las que hemos cartografiado las más sobresalientes. En conexión con el mismo aparecen apófisis graníticas, incluso en terrenos devonianos, que no han podido cartografiarse por su pequeña extensión. La de mayor interés es la que aflora inmediatamente al

Norte de Minas de Cala en sedimentos cámbricos, a los que metamorfiza.

Sobre la puesta *in situ* del batolito de Santa Olalla, es indudable que tuvo lugar tras la tectónica herciniana, a igual que los asomos graníticos aflorantes a Norte y Sur del citado batolito y de los que sólo cabe decir que están constituidos fundamentalmente por adamelitas y granodioritas.

En la parte Suroeste de la Hoja aflora una faja granítica constituida por granodioritas, dioritas y pegmatitas con idéntica dirección regional que las series sedimentarias en que encaja. Se trata posiblemente de una granitización sintectónica. Desde Higuera de la Sierra hacia el Este, las rocas son fundamentalmente pegmatitas que adoptan una neta dirección Este-Oeste.

Por último, en el paraje Las Cortecillas afloran dioritas, adamelitas y pegmatitas gráficas.

TECTONICA

El rasgo estructural más acusado es una fuerte pizarrosidad o *slaty cleavage* que en algunos casos enmascara y borra la estratificación.

En algunos afloramientos cámbricos, como en los del arroyo del Charco del Agua, los del camino vecinal de Cala al de la Estación de la Junta por Puerto Moral y otros, se observa la presencia de dos planos de pizarrosidad que con el de estratificación producen una fractura acicular (*pencil cleavage*) de la pizarra arcillosa. Los dos planos de pizarrosidad corresponden, como veremos, a dos movimientos de ejes ortogonales, y los denominamos S_2 y S_3 . También en sedimentos devónicos hemos comprobado la existencia de estos planos y de otros, S_4 posterior a ellos con rumbo semejante al de S_2 , que es plano axial de *kink folds* y pliegues en V.

La cartografía de la Hoja pone de manifiesto una orientación general de las unidades Noroeste-Sureste junto con otra claramente Este-Oeste. Dicha disposición permite ver muchas veces la dirección de empuje sufrido por las unidades pero para el estudio completo de los movimientos existentes en la región, es necesario la realización de diagramas estructurales que evidencien los movimientos enmascarados por una tectónica predominante. Tal sucede en nuestra zona de estudio, donde un movimiento de eje subvertical no queda reflejado por la cartografía. Los diagramas 1 y 2 corresponden a áreas cámbricas; en el primero hemos proyectado 200 polos a planos de estratificación, cuya orientación tomamos en los recorridos por la zona de Cala, y dibujado las curvas de contornos; el diagrama 2 corresponde al denominado por Schneider «sinclinal de Herrería». De ellos se deduce que la tectónica de la región no se aleja sensiblemente de la de pliegues cilíndricos. La orientación de las alineaciones L_1 (intersección de la estratificación S_1 con la pizarrosidad S_2 , medida en este último plano) y la disposición de los polos a lo largo de un círculo máximo π (aunque exista dispersión de polos), ponen

de manifiesto la existencia de un movimiento de eje B_1 subhorizontal y de dirección ONO-ESE.

La dispersión de polos, especialmente de los que corresponden a estratos con fuerte buzamiento que se desvían del círculo máximo de polo B_1 , adaptándose al círculo máximo de referencia coincidente con el plano del dibujo; la existencia de alineaciones L_2 (intersección de S_1 con S_3 , medida en el plano S_3), aunque sean pocas, y la presencia de la pizarrosidad S_3 , cuyo rumbo aproximado es N. 10° - 20° E., son pruebas de la presencia de un nuevo movimiento de eje B_2 subvertical y ortogonal a B_1 . Por otra parte, la existencia de pliegues de plano axial S_3 lo ratifica plenamente; estos pliegues pueden verse en las calizas de la Sierra de los Castillejos, entre el kilómetro 2 y el kilómetro 3 del camino vecinal de Cala al de la Estación de la Junta por Puerto Moral; también en foto aérea, donde las corridas de calizas se marcan perfectamente, puede observarse cómo se curvan, apartándose de su rumbo Noroeste-Sureste.

Estamos, pues, en presencia de una tectónica de ejes cruzados, disponiéndose las unidades conforme al plegamiento de eje subhorizontal y no reconociéndose en el plano los pliegues que corresponden al movimiento de eje subvertical.

Los diagramas 3 y 4 corresponden a zonas devónicas; el primero indica la existencia de una tectónica complicada que se aleja de la de pliegues cilíndricos, pero la presencia de la falla Zufre-Santa Olalla del Cala explica la complejidad del diagrama; por ello, en nuestros posteriores estudios procuramos alejarnos de dicha zona, ya que podríamos llegar a conclusiones totalmente erróneas; el diagrama 4 es claro e indica una tectónica de pliegues cilíndricos que forman parte de una estructura geológica de dirección Oeste Noroeste-Este Sureste que es evidenciada por la disposición de las unidades cartográficas en la zona Este de la Hoja. La dirección de este eje coincide con el B_1 , encontrado en los sedimentos cámbricos, con la particularidad de que en un caso buza hacia el Oeste y en otro hacia el Este; esta particularidad y la ligera dispersión que presentan los polos a planos de estratificación, sobre todo los que buzan al Norte, en el diagrama 4, son los únicos signos por los que se manifiesta el eje subvertical B_2 en esta zona.

Además de los planos S_2 y S_3 , existe en las formaciones de la Hoja de Santa Olalla del Cala, sobre todo las devónicas, otro plano, S_4 , que es plano axial de una estructura secundaria que se manifiesta por rizos y ondulaciones de la pizarrosidad S_2 .

El plano S_4 es generalmente subvertical y no tan penetrativo como S_2 , y evidentemente posterior a él, ya que lo pliega y desplaza. Esto puede comprobarse en lámina delgada y constituye un verdadero *strain slip cleavage*. Es evidente que la forma de presentarse varía con el carácter de las rocas; en pizarras sericíticas presenta un gran desarrollo y se manifiesta por apretados rizos y ondulaciones, y en las formaciones constituidas por alternancias de pizarras y grauwacas origina buenos pliegues en V de los denominados «similares», con atenuación en ramas y ensanchamiento en charnela.

Al diagrama 5 hemos llevado 53 alineaciones L_3 (intersección de S_2 y S_4 , medida en este último plano) que tomamos entre el kilómetro 413,4 y el kilómetro 414,3 de la carretera general Gijón-Sevilla. Podemos observar una concentración de alineaciones que buzan hacia el Este y cuyo rumbo es sensiblemente Oeste Noroeste-Este Sureste. El máximo de esta concentración corresponde a un eje B con rumbo aproximado de N. 80° O. y buzamiento al Este de unos 11° . Como se ve, es subparalelo al eje B_1 , de la estructura mayor.

En definitiva, podemos decir que el *strain slip cleavage* S_4 fué originado por un movimiento posterior que dió lugar a pliegues de la misma orientación que los del eje B_1 , pero distinta naturaleza.

Queremos hacer observar que en el mismo diagrama se han marcado con una cruz otras alineaciones cuyas orientaciones tomamos en el mismo itinerario. Corresponden a charnelas de pliegues en V cuyo plano axial no se aleja mucho de un rumbo N. 20° E. Dado el corto número de estos pliegues observado, nada puede afirmarse sobre la naturaleza de los mismos, salvo que son pliegues distintos a los que acabamos de estudiar. Podría sospecharse la existencia de otro movimiento secundario cuyo eje fuera, en este caso, subparalelo a B_2 ; pero por el momento no deja de ser una mera suposición o hipótesis de trabajo.

Todos los movimientos estudiados han de referirse necesariamente a la orogenia herciniana, ya que los sedimentos del Devónico superior se encuentran afectados por ellos.

Posteriormente se produjeron grandes fallas en dirección que en ocasiones son inversas, y fracturas con rumbo Norte Noroeste-Sur Suroeste y Norte Noroeste-Sur Sureste que van asociadas a otras con rumbos ortogonales a las anteriores. Debe mencionarse por su importancia la falla Zufre-Santa Olalla del Cala.

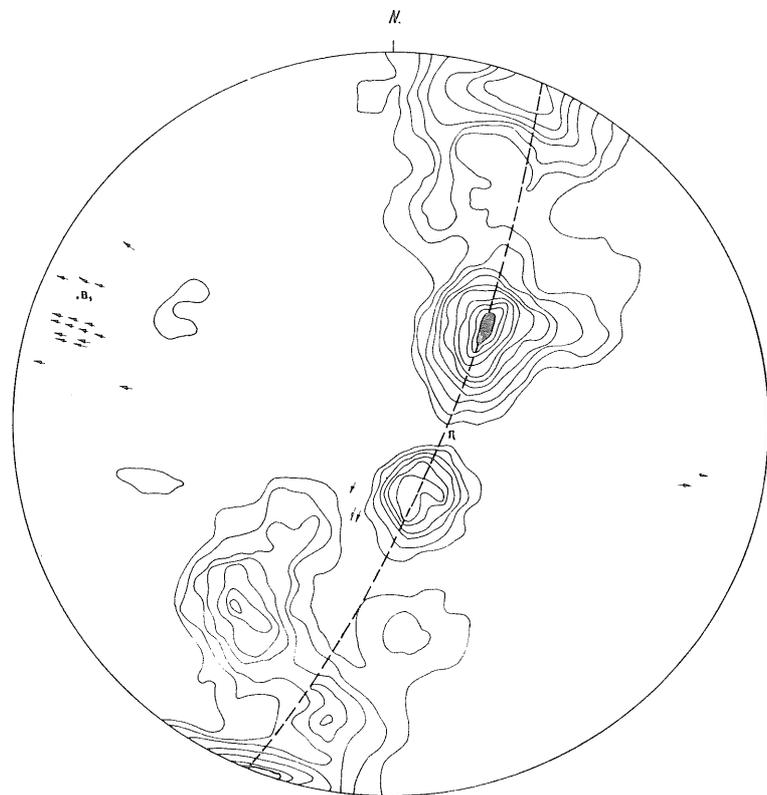


Fig. 1.—200 polos a S_1 , 19 alineaciones L_1 y 3 L_2 . En la zona de Cala. Curvas del 1, 2, 3, 4, 11 %.

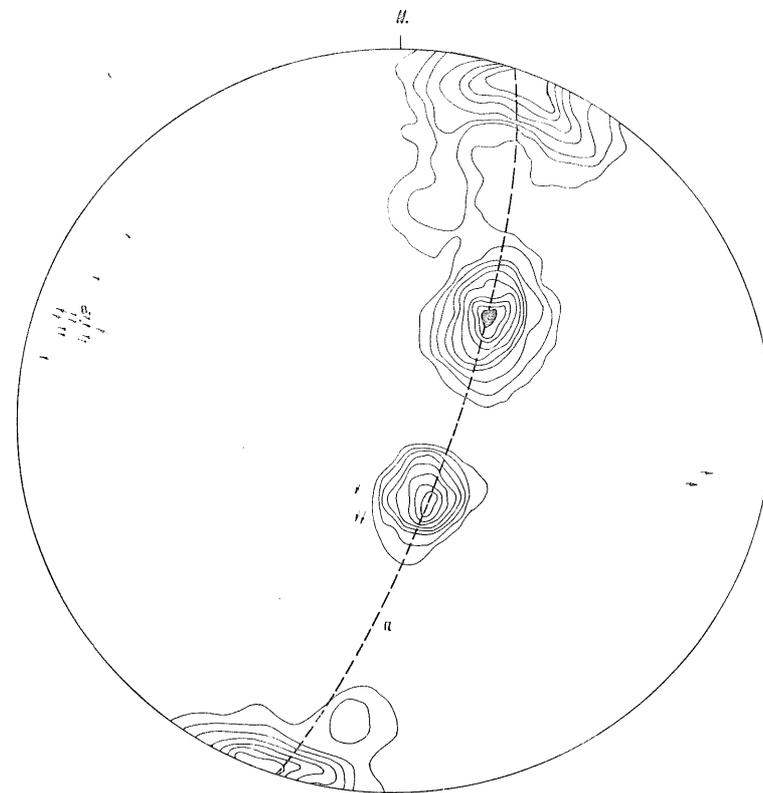


Fig. 2.—100 polos a S_1 , 16 alineaciones L_1 y 3, L_2 . En el sinclinal de Herreria. Curvas del 2, 4, 6, 20 %.



Fig. 3.—97 polos a planos de estratificación entre los Km. 10 y 12 de la carretera de Zufre a Santa Olalla. Curvas del 1, 2, 3, 9 %.

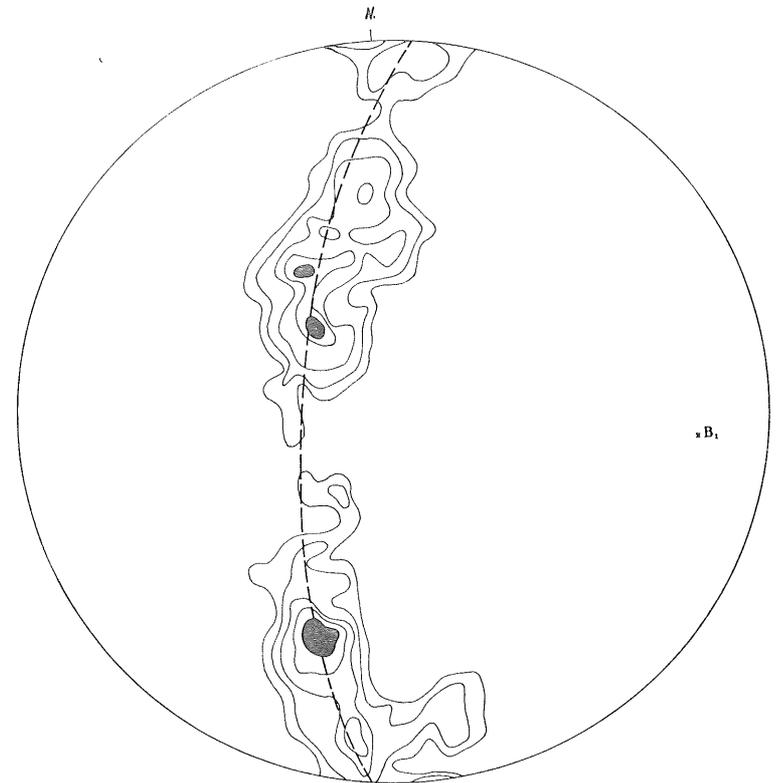


Fig. 4.—83 polos a S_1 , entre los Km. 413 y 415 de la carretera general Gijón - Sevilla. Curvas del 2, 4, 6, 10 %.

HISTORIA GEOLOGICA

Durante el Cámbrico se depositaron sedimentos cuya facies y tipo de sedimentación indican la existencia de un mar con irregularidades en su fondo.

Posibles movimientos durante el Georgiense determinarían una ligera discordancia entre las calizas y los sedimentos depositados posteriormente.

Fase preorogénica caracterizada por un período de inestabilidad en el que aparece un volcanismo básico.

Fase sárdica de plegamiento, tras la cual los sedimentos cámbricos quedan sometidos a la erosión.

Deposición de materiales en un mar silúrico.

Movimientos anteriores al Cobleciense determinaron la emergencia de terrenos cámbricos y silúricos que, al ser denudados, constituyeron los materiales de aporte a las cuencas de sedimentación durante el Devónico.

A la fase Cherusco-Acádica correspondería una transgresión tras la que se depositaron los sedimentos del Eiffeliense-Givetienense e iniciaron las manifestaciones volcánicas que se prolongan durante el resto del Devónico, en el que se producen diversos movimientos (fases devónica media, mársica, bretónica, etc.) que originan discordancia casi imposible de observar en el campo la mayoría de las veces, y que sólo el estudio petrográfico de los sedimentos pone de manifiesto.

Plegamiento de fase astúrica con formación de las estructuras existentes y posterior presencia de movimientos secundarios (*strain slip cleavage*) junto con esfuerzos póstumos que originaron grandes fallas en dirección y sistemas de fracturas ortogonales.

Intrusión granítica.

Esta Memoria explicativa ha sido redactada por:

Fernando Vázquez Guzmán

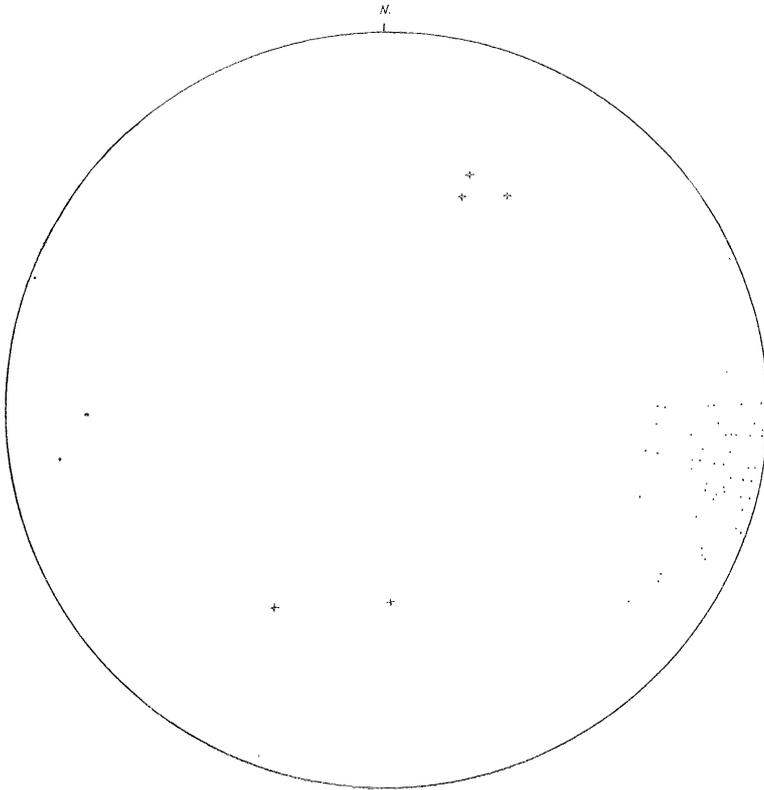


Fig. 5.—53 alineaciones L₃ (.). Entre los Km. 413,4 y 414,3 de la carretera general Gijón-Sevilla.

BIBLIOGRAFIA

- BARD, J. P.: «Note préliminaire sur l'âge des terrains de l'Estrato cristalino affeurant au NW de la province de Huelva (Espagne)».—C. R. Ac. Sc. Paris. T. 258 págs., 2.129-2.130. París, 1964.
 «Introduction a la géologie de la chaîne hercynienne dans la Sierra Morena occidentale (Espagne). Hypothèses sur les caractères de l'évolution géotectonique de cette chaîne».—Rev. Geog. Phy. et Geol. Dyn. Vol. 2, fasc. 4., págs. 323-337. París, 1965.
 «Les unités lithostratigraphiques de la bande métamorphique d'Aracena (province de Huelva), Espagne». C. R. S. G. France, fasc. 3, págs. 105-107. París, 1966.
 «Quelques précisions sur la lithologie du «Silurien» de la région d'Aracena (Huelva-Espagne)». Not. Com. I. G. M. E., núm. 83. Madrid, 1966.
- FABRIES, J.: «Les formations cristallines et métamorphiques du Nord Est de la province de Séville (Espagne)».—Faculté des Sciences de l'Université de Nancy.
- FEBREL, T.: «Sobre la existencia de dos cruceros representativos de dos distintas deformaciones en el Devoniano-Carbonífero de la Hoja de Calañas número 959».—Not. y Com. Inst. Min. Esp. núm. 77. Madrid, 1965.
- GONZALO Y TARÍN, J.: «Nota acerca de la existencia de la tercera fauna siluriana en la provincia de Huelva».—Bol. Com. del Mapa Geol. de España. Madrid, 1878.
 «Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva».—Men. Com. del Mapa Geol. de España. T. I. Segunda Parte. Madrid, 1887.
- GUTIÉRREZ, M., y HERNÁNDEZ ENRILE, J. L.: «Notas geológicas de la región septentrional de la provincia de Huelva».—B. R. S. E. H. N.; 63, págs. 289-297. Madrid, 1965.
- LOTZE, F.: «Einige Schlubbetrachtungen zum Variszikum Südspaniens». Z. Dt. Geol. Ges., 103. Hannover, 1951.
 «Die Stellung der Sierra Morena im Rahmen der spanischen Varisziden».—Idem.
 «Das Kambrium Spaniens». T. I: «Stratigraphie».—Abh. Akad. Wiss. Lit. Math-naturw. Kl. 1961. Nr. 6.216 S., 48 Abb., Zahlr. Tab., Mainz u Wiesbaden, 1961.
 «Kambrium Spaniens (Neue Forschungsergebnisse, 1961-1965)».—Zbl. Geol. Paläont. Teil I, 1966, H. 6, S. 1.206-1.227. Stuttgart, 1966.
- REBOLLO, J. L.: «Consideraciones sobre la estratigrafía del Gotlandense en las zonas al Sur de la provincia de Badajoz y Norte de la de Huelva. Un horizonte fosilífero de referencia».—Idem. Geología de las Hojas de Encinasola e Higüera la Real. Memoria obtención título Doctor Ingeniero. Madrid 1964.
- ROMARIZ, C.: «Graptolitos de coleção de Nery Delgado provenientes de jazidas espanhoias».—Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Cienc. 9 (2). Págs. 131-134. Lisboa, 1963.
- SCHNEIDER, H.: «Altpaläozoikum bei Cala in der Westlichen Sierra Morena».—Disc., 72 S., 10 Abb., 5 Tab. Berlín, 1939.
 «Das Kambrium der Herrerías-Mulde bei Cala Geol.».—Einleitung zu R. E. Richter. «Die Fauna des Unter Kambriums von Cala in Andalusien».—Abh. Senckenb. Natur. Ges. Frankfurt a M. 1941. «Das Paläozoikum im Westteil der Sierra Morena (Spanien)».—Z. Dt. Geol. Ges., 103. Págs. 134-135. 1951.
- SDZUY, K.: Teil II, «Trilobiten».—(In.) LOTZE, F., & SDZUY, K.: «Das Kambrium Spaniens». — Abh. Akad. Weiss. Lit. Math-naturw. Kl. 1961. Nr. 7-8-217-408 (499-690). Abb. 1-53. Taf. 1-34. Mainz u Wiesbaden, 1961.
 «Trilobiten aus dem Unter-Kambrium der Sierra Morena (Spanien)».—Senck. Leth., 43. H. 3, 181-229, 4 Abb. Taf. 18-23, 1962 (1962 a).
 «Über das Entzerren von Fossilien (mit Beispielen aus der unterkambrischen Saukianda-Fauna)».—Paläont. Z., 36 H. 3/4 275-284, 8 Abb. Taf. 25. Stuttgart, 1962 (1962 b).
- TEXEIRA, C.: «O paleozoico ibérico e os movimentos caledónicos e hercínicos (Breve ensaio de Paleografía)».—Bol. Soc. Geol. Port. 3. Porto, 1943.
 «Notas sobre a geologia de regio de Barrancos e, em especial, sobre a sua flora de Psilofitíneas».—Com. Serv. Geol. Port. T. XLII, Primera Parte. Págs. 75-83. Lisboa, 1951.
 «Le Cambrien portugais et ses problemes».—XX Cong. Geol. Int. XX sess. Págs. 235-242. México, 1956.

Esta Memoria explicativa ha sido extractada de nuestro trabajo «Contribución al estudio de los yacimientos de hierro del Suroeste de España», realizado dentro del programa de investigación de menas ferríferas en el Suroeste de la Península, del Instituto Geológico y Minero de España.