

El hierro meteórico de Mallorca

por

J. Gordón Morales.

(Láms. XXXVIII y XXXIX.)

No ha sido muy frecuente en España durante los últimos años la caída de meteoritos. Desde 1920 a 1924 han sido registradas varias: San Felú de Guixols (Gerona), el 19 de agosto de 1921, caído al mar; Ciudad Real, el 30 de junio de 1922; Valladolid, el 16 de julio de 1922, y Santa Catalina, Loja (Granada), el 25 de julio de 1922 ¹. No han sido hallados los restos de estos tres meteoritos. A juzgar por las explosiones que produjeron, debieron de fragmentarse en trozos muy pequeños. A partir de 1924 se conocen las siguientes caídas: el 19 de junio de 1924 ², la del litosiderito (sisiderito) de Olivenza (Badajoz); el 10 de diciembre de 1926 ³, el de Ojuelos Altos, Fuente Ovejuna (Córdoba), y el de Olmedilla de Alarcón (Cuenca) ⁴, el 26 de febrero de 1929. Recientemente, el 17 de febrero de 1934, cayó el de La Rinconada (Sevilla) ⁵, en cuyo estudio nos ocupamos actualmente.

Importancia excepcional tiene la caída de un meteorito en Mallorca, a las once horas y treinta y cinco minutos del día 17 de julio de 1935 ⁶. Es la segunda caída conocida de hierro meteórico en territorio español ⁷.

¹ Faura y Sans: «Meteoritos caídos en la Península Ibérica». *Rev. Ibérica*. Tortosa, 1922.

² Fernández Navarro (L.): «Noticia del meteorito de Olivenza». *Bol. Soc. Esp. de Hist. Nat.*, t. xxiv, 1924, págs. 339-341.

³ Fernández Navarro (L.): «Meteorito de Ojuelos Altos». *Bol. Soc. Esp. de Hist. Nat.*, xxix, 1929, págs. 19-24.

⁴ Fernández Navarro (L.): «Meteorito de Olmedilla de Alarcón (Cuenca)». *Mem. Soc. Esp. de Hist. Nat.*, t. xv, 1929.

⁵ Martín Cardoso (G.): «Sobre la caída de un meteorito en La Rinconada (Sevilla)». *Bol. Soc. Esp. de Hist. Nat.*, abril 1934, pág. 201; junio 1934, pág. 299.

⁶ Martín Cardoso (G.): «Un siderito caído en Mallorca». *Bol. Soc. Esp. de Hist. Nat.*, noviembre 1935.

⁷ Ha sido descrito un hierro meteórico por los Sres. J. Dorronsoro y F. Moreno Martín (*Anales Soc. Esp. de Fis. y Quím.*, t. xxxii, pág. 1111, 1934), pero sin fecha exacta de caída.

La primera fué la del de Quesa, Enguera (Valencia), 1.º de agosto de 1898, del cual el Museo de Ciencias de Madrid posee un ejemplar de 8,67 gramos. Fué estudiado por Calderón ¹, Cohen ² y Berweth ³, siendo clasificado por este último como octaedrita normal.

La caída del meteorito de Mallorca fué presenciada por un cazador, el cual tuvo que excavar, para recogerlo, un hoyo de 90 centímetros de profundidad. El sitio de la caída está junto a la carretera, kilómetro 8, de Palma a Manacor. Pesó 809 gramos. Se le arrancaron dos esquirlas de 15 gramos, que han servido para realizar este estudio.

La esquirla que hemos estudiado tenía un peso de 7,270 gramos; tiene forma alargada, con aspecto metálico y fractura astillosa en la superficie fresca por la que estaba unida al resto del meteorito. La otra cara es mate, de color rojizo, procedente de la transformación ⁴ de una costra de fusión negra, brillante o mate, que puede observarse en algunos puntos y de gran contraste con la del interior.

La fotografía que se publica, así como también las esquirlas, han sido amablemente enviadas por el Sr. Navarro Martín al Jefe de la Sección de Mineralogía y Cristalografía del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Sr. Martín Cardoso.

En la fotografía (lám. XXXVIII, fig. 1) puede apreciarse el aspecto piriforme del meteorito y su superficie relativamente lisa, que indica su procedencia de un pedazo único, es decir, que no ha explotado a su paso por la atmósfera.

DENSIDAD.—Para determinar la densidad he empleado el método del frasco, utilizando el trozo completo y otros más pequeños que separé para el estudio espectrográfico. Los valores medios obtenidos son 7,23 y 7,34, respectivamente.

ESTUDIO ESPECTROGRÁFICO.—Ha sido realizado bajo la dirección de nuestro consocio Sr. Piña de Rubés, al que doy expresivas gracias. El espectro se obtuvo utilizando un aparato con carbones; la cantidad de substancia empleada fué de 10 miligramos, obteniéndose tres espec-

¹ Calderón (S.): «Observaciones sobre el meteorito de Quesa (Valencia)». *Bol. Soc. Esp. de Hist. Nat.*, t. 1, págs. 108-109, 1901.

² Cohen (E.): «Über das Meteoreisen von Quesa, Provinz Valencia, Spanien». *Mitt. aus dem Naturwiss. Ver. für Neu-Vorpommern u. Rügen*, t. xxxi, págs. 63-66, 1889.

³ Berwerth (F.): «Das Meteoreisen von Quesa». *Ann. des K. K. Naturhist. Hofmus.*, t. xxiii, págs. 318-338, láms. XIV-XVII, 1909.

⁴ Heide (F.): *Kleine Meteoritenkunde*, págs. 63 y sigs. Berlin, 1934.

tros en sucesivos momentos y otro de hierro como testigo. (Véase lámina XXXIX.) En esta lámina sólo se reproduce una parte del espectrograma. Se ha estudiado la región comprendida entre 2400 Å y 3200 Å de longitud de onda. Por haber sido obtenido en el extremo ultravioleta, en el cual la mayor parte de los alcalinos y alcalino-térreos no aparecen, están representados únicamente los más intensos. Por esta razón no doy indicios de cuerpos, que indudablemente deben existir. Después de realizar un análisis más completo, se dará una lista total de los componentes del meteorito.

Para los efectos de la clasificación son suficientes los resultados obtenidos hasta ahora. Se ha encontrado hierro, níquel en una proporción no mayor del 8 por 100, cobalto y manganeso.

En la reproducción parcial del espectrograma que comprende la región entre 3200 Å y 2800 Å, he señalado las líneas de níquel correspondientes a las longitudes de onda 3134 Å, 3101,5 Å, 3101,8 Å, 3054,3 Å, 3050,8 Å y 3002, Å.

FIGURAS DE CORROSIÓN.—Ha sido realizado este estudio en el Laboratorio de Mineralogía del Museo Nacional de Ciencias Naturales, bajo la inmediata y constante dirección del jefe del mismo, mi estimado profesor Sr. Martín Cardoso, al que expreso mi agradecimiento.

Está fundado este estudio en la *exclusiva* propiedad de los sideritos de originar unas figuras de corrosión características cuando se les ataca con un ácido. Son las llamadas figuras de Windmannstätten. He empleado ácido nítrico al 20 por 100 durante quince minutos. El ácido actúa sobre la superficie pulimentada y, atacando desigualmente a la aleación de hierro, níquel y cobalto, origina en los lugares pobres en níquel unas bandas profundas por ser fácilmente atacables y que constituyen la camacita (Fe_{14}Ni). Uniendo éstas, y dándole un aspecto de enrejado, se encuentran otras bandas más finas, constituídas por substancia más rica en níquel y menos atacable por el ácido, correspondiendo perfectamente con los caracteres de la tenita (Fe_6Ni). Por lo que pude observar, y en parte puede verse por la microfotografía adjunta (fig. 2, lám. XXXVIII), en los espacios centrales estas especies se mezclan, originando el llamado hierro de relleno o plessita. A lo largo de estas bandas se encuentran pequeñas cavidades que corresponden a un sulfuro de hierro meteórico (Fe S), troilita. La presencia de azufre no está en contradicción con los resultados obtenidos en el análisis espectrográfico, pues si en éste no se acusa es debido a su volatilidad, escapando en los primeros momentos; la intensidad no es suficiente para que deje impresión en la película,

y con mayor razón si se tiene en cuenta la pequeña cantidad que de él existe.

El ángulo formado por estas bandas es próximo a 60° , lo que indica que se ha pulimentado siguiendo la dirección de la cara de octaedro. La presencia de las figuras de Windmannstätten indica una estructura cúbica, no presentándola todos los hierros; pues, por ejemplo, el de Braunau (Bohemia) es hierro exaédrico, en el cual la proporción de níquel es menor del 6 por 100.

Haciendo algunas consideraciones sobre la troilita, podemos dar una temperatura aproximada de formación de la estructura octaédrica que presenta el meteorito.

Para Rinne ¹, la troilita procede de una diferenciación magmática, y aunque haya sufrido alguna modificación que indique un salto en la curva de enfriamiento, su composición química se mantiene una vez separada del baño en fusión. Puede observarse que las cavidades de troilita son, en gran número, puntos terminales de la estructura octaédrica, y aceptando que la separación en camacita, tenita y plessita ha tenido lugar en el estado sólido del hierro, las bandas de camacita serán más jóvenes que la troilita. Esta vendrá a ser, en cierto modo, un termómetro mineralógico máximo respecto a la temperatura de formación de las láminas octaédricas. En efecto; siendo las bandas de las aleaciones Ni y Fe más jóvenes que la troilita, resulta que la estructura octaédrica no se forma hasta que la temperatura queda por bajo de la del punto de fusión de aquel sulfuro. En condiciones terrestres, según Jüptner ², el FeS = troilita se funde a 950° ; por lo tanto, la formación tuvo lugar a temperatura inferior. Ha sido considerada esta temperatura de 950° como intermedia en el tránsito de una estructura exaédrica transformable por enfriamiento a la octaédrica normal. De todo esto se deduce que las placas de troilita son testigos de una antigua estructura exaédrica. Rinne consiguió experimentalmente en el hierro meteórico de Toluca la regresión del estado exaédrico por re-fusión.

La presencia de estructura exaédrica en algunos hierros meteóricos es debida, según Reichenbach, Brezina, Cohen y especialmente Berwert, a un aumento de temperatura posterior, lo cual puede ocurrir en

¹ «Physikalisch-chemische Bemerkungen über technisches und meteorisches Eisen». *Neues Jahrb. für Miner., Geol. und Paläont.*, julio 1905, págs. 156 y siguientes. Estoy muy agradecido al Sr. Gómez de Larena por la ayuda prestada en la traducción de las obras alemanas.

² *Siderologie*, III, 1110.

las cercanías del sol y con más frecuencia al penetrar en la atmósfera. Esta teoría, en su principio, puede identificarse con la de Leonhardt ¹.

CLASIFICACIÓN.—Muchas clasificaciones se han hecho de los meteoritos: Cohen, Rinne, Prior, etc. Seguiremos la de Lacroix ².

Indudablemente, dada la ausencia de sílice, pertenece al III grupo, llamado de los holosideritos. La proporción de Ni, revelada por el espectrograma, es inferior al 8 por 100, por lo que pertenece, teniendo en cuenta las especies mineralógicas existentes, al grupo de los mioniquelíferos ($Fe : Ni > 13$); es decir, es un holosiderito mioniquelífero.

Instituto Nacional de Física y Química.
Laboratorio de Mineralogía del Museo Nacional de Ciencias Naturales.

¹ Leonhardt (J.): «Die morphologischen und strukturellen Verhältnisse der Meteoriten im Zusammenhang mit ihrem Entwicklungsgang». *Neues Jahrb. für Miner., Geol. und Paläont.*, Bd. 58, A. 192.

² Lacroix (M. A.): *Bulletin du Muséum National d'Historie Naturelle*, n° 5, 1927.
Fernández Navarro (L.): «Clasificación de los meteoritos». *Conf. y Res. cient.*, t. III, 1928.

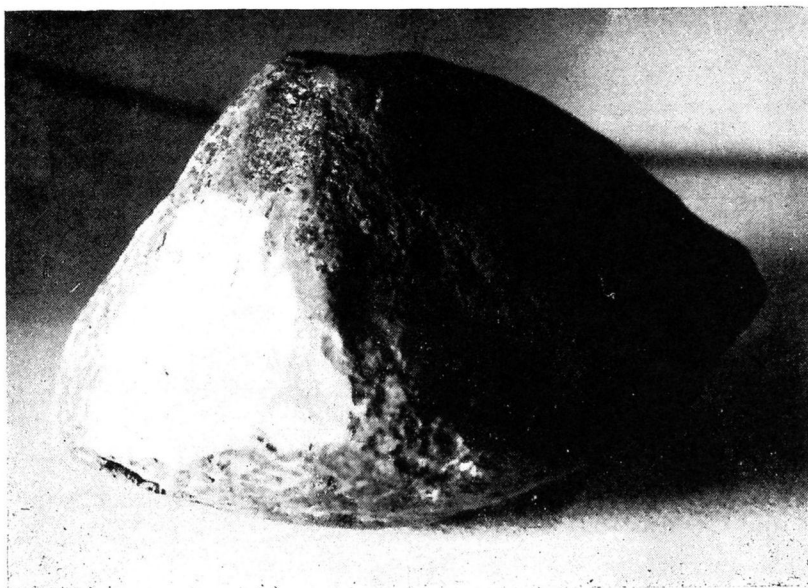


Fig. 1.—Aspecto del meteorito (la mancha blanca de la izquierda corresponde a la esquirla arrancada).

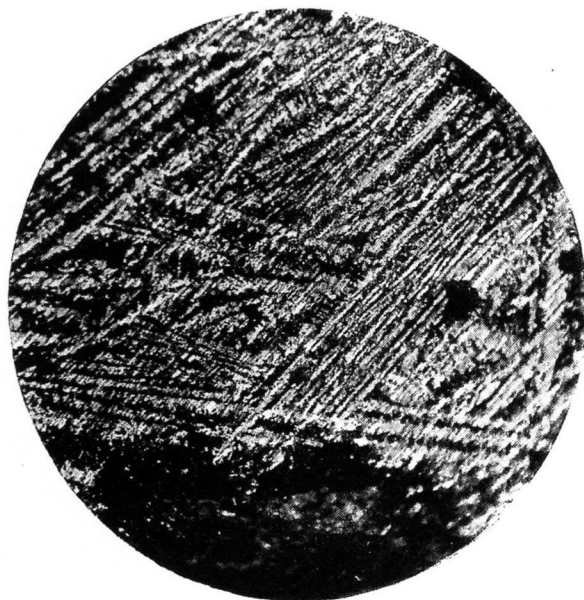


Fig. 2.—Figuras de Windmannstätten.

Gordón Morales (J.): El hierro meteórico de Mallorca.