

ARAGONITOS

DEDICATORIA

“Con el permiso de mis compañeros, quiero dedicar este trabajo a mi madre, Daría Martínez, que nació y pasó su infancia en estos bellos parajes del Alto Tajo, donde otros desarrollamos nuestra pasión por el mundo mineral.”

Ramón Jiménez



Una vista de Cobeta (Guadalajara).



*Geología de los yacimientos de aragonito:
Afloramiento del Keuper con aragonitos en Enguídanos.*



*Nuevos yacimientos inéditos en la Península:
La investigación del techo del Keuper ha conducido a su identificación.*



*El aragonito: Un mineral típicamente español
Grupos de maclas de La Olmeda de Jadraque (Guadalajara).*

YACIMIENTOS DE ARAGONITO

DEL TRIÁSICO ESPAÑOL

Autores: Ramón JIMÉNEZ (*). Miguel CALVO (**).
Miguel Ángel MARTÍNEZ PALOMARES(***). Raúl GORGUES (****)

(*) Instituto Geológico y Minero de España. r.jimenez@igme.es; (**) Museo de Ciencias Naturales de Álava. calvoreb@posta.unizar.es;
(***) IVA-LEYING, S.A. aragonito@vodafone.es; (****) Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial. gorguespr@inta.es

INTRODUCCIÓN

El aragonito es un mineral muy difundido en todo el mundo, aunque generalmente no llega a dar acumulaciones de gran tamaño. Aparece

con frecuencia formando espeleotemas de distintos tipos en cuevas, en la forma coraloides conocida como “*flos ferri*”, en mineralizaciones ferruginosas carbonatadas, como cristales asociados con dolomita en distintos tipos

de yacimientos, en mineralizaciones de azufre, en vacuolas y fisuras de rocas volcánicas, en forma pisolítica, como restos fósiles, etc. De todos estos tipos existen notables yacimientos en España, pero sin duda alguna, ningun-



Molina de Aragón, capital del Señorío de Molina y del Alto Tajo, volvió a pertenecer a Castilla en 1375. Durante la Guerra de la Independencia, en 1811, fue incendiada por los franceses, haciéndose merecedora del título de “Muy Noble y Muy Leal” ciudad. En 1965 fue declarada conjunto histórico-artístico. La fortaleza de Molina tiene sus orígenes en el alcázar levantado por los árabes sobre un antiguo castro celtibero, y sirvió de residencia al Cid Campeador en sus desplazamientos de exilio entre Castilla y Valencia. Foto: Paisajes Españoles.

na de estas manifestaciones del aragonito es tan abundante en nuestro país como las maclas pseudo hexagonales asociadas a yesos y arcillas de la facies Keuper de edad Triásico.

Este tipo de yacimiento no es tan común como pudiera parecer ante la abundancia que hay aquí en España. Contrariamente, fuera de nuestras fronteras existen solamente unos cuantos yacimientos geológicamente semejantes. Se trata de los situados en Las Landas (Francia), especialmente cerca de Bastennes, son los más importantes, se conocen desde finales del siglo XVIII y se consideran también clásicos. Otros yacimientos, menos relevantes, se encuentran entre Dax y Pouillon, en la zona de Bayonne-Biscous (Lacroix, 1901) y en La Quille, cerca de Narbona (Durand, 1913).

También existen yacimientos de aragonito en Tazouta, cerca de Sefrou (Marruecos), que actualmente son objeto de un laboreo muy activo para el mercado del coleccionismo y la decoración. Aparte de estos, solamente existe alguno más, muy puntual, como el del departamento de Choya en la Provincia de Santiago del Estero (Argentina) o el de Los López en Bolivia. Consecuentemente, podemos considerar al aragonito entre los minerales más típicamente españoles. Como prueba de ello en 1995 se emitió un sello de Correos con la imagen de una asociación de maclas de aragonito, precedente probablemente de la zona de Minglanilla. Igualmente, la Sociedad Española de Mineralogía (S.E.M.) tiene como emblema un grupo de maclas de este mineral, intentando resaltarlo

ABSTRACT

The aragonite is a highly typical mineral from Spain. It is representative of the Spanish mineralogy since XVIII century, when German mineralogists described it and designed as "arragonit" in reference to Molina de Aragón, a little town situated in Castilla-La Mancha Region (central Spain). The aragonites appear in the top of the "Keuper facies", formed by a thick sequence of siltstones, mudstones, marls, gypsum, salt and, specially, clays. A detailed description of a large number of aragonite deposits is showed.

The great number of occurrences had resulted on a detailed field work. We have described not only the classical deposits like Molina de Aragón or Minglanilla, but also other unknown hitherto, which have been found during the realisation of field investigations.



Cristales de aragonito de la zona de Minglanilla (Cuenca). Ejemplar de 4,6 cm x 3,8 cm. Colección: Christian Crouzil. Foto: L. D. Bayle.



Una de las zonas más prolíficas en aragonitos es el entorno del embalse de Contreras. La localidad de Minglanilla es una de las más populares por la calidad y belleza de sus ejemplares. Foto: Paisajes Españoles.

como uno de los baluartes de la mineralogía de nuestro país.

La práctica ubicuidad del aragonito, y la facilidad con la que se forma en todo tipo de situaciones, es una intrigante propiedad que todavía no está totalmente explicada, ya que el aragonito es un polimorfo del carbonato cálcico inestable en las condiciones de la superficie terrestre. El aragonito sería más estable que la calcita solamente a presiones muy elevadas (Carlson, 1982). Sin embargo, se forma a presión atmosférica y temperatura ambiente en muchas cuevas, y aparece también sistemáticamente en procesos de biomineralización en caparazones de animales. Dejando aparte los seres vivos, en los que el proceso de mineralización está controlado por la presencia de macro-

moléculas específicas (Falini *et al.*, 1996), la formación de aragonito en lugar de calcita suele estar condicionada por la presencia de sustancias inhibidoras de la cristalización de esta última, como son los iones magnesio, manganeso, sulfato, fosfato y algunos metales pesados. Se ha señalado especialmente al Sr como catión estabilizador del aragonito, y este catión se encuentra casi siempre presente, con mayor o menor concentración, en la mayoría de los aragonitos del Triásico. Sin embargo, esta regla no es general, existiendo también casos de aragonito formado por carbonato de calcio prácticamente puro. Al parecer, la presencia de grandes concentraciones de ión sulfato en los terrenos del Keuper no solamente ha favorecido la formación del aragonito,

sino que también ha impedido la transformación posterior de aragonito en calcita en el transcurso de los fenómenos post-diagenéticos sufridos a través del tiempo. En este sentido, hay que destacar que, a nivel mundial, existen muchos yacimientos en los que las maclas de aragonito formadas originalmente se han transformado en calcita, a veces en su totalidad, mientras que en el Triásico español no se ha encontrado hasta ahora la existencia de ningún caso de pseudomorfosis.

Por otra parte, las caras cristalinas observadas más habitualmente en los ejemplares naturales no se corresponden totalmente con las que se supone que deberían aparecer con más frecuencia según los cálculos teóricos, ya que influye el crecimiento epitaxial del yeso y la

ARAGONITOS



Maclas de aragonito de Olmeda de Cobeta (Guadalajara). Altura de la macla mayor: 1,8 cm. Colección: R. Jiménez. Foto: J. M. Sanchis.



Maclas de aragonito de Minglanilla (Cuenca). Ejemplar de 4 cm x 3,8 cm x 3 cm. Colección: Christian Crouzil. Foto: L. D. Bayle.

absorción de agua en las caras {010} (Aquilano *et al.*, 1997). Para completar la complejidad que encierra un mineral aparentemente tan simple, hay que considerar la estructura de sus maclas, forma en la que aparece siempre en los afloramientos del Triásico. En principio, se pueden considerar dos formas de maclado, bien por contacto según la cara (110), maclado generalmente múltiple, o por compenetración, de modo que las maclas toman en ambos casos aspecto de un prisma de contorno aproximadamente hexagonal. Las caras laterales de ese prisma están formadas en principio por la combinación de caras pertenecientes a {110}. Las caras basales del prisma que forma la macla estarían constituidas por la combinación de las caras del pinacoide {001} de los individuos constituyentes. Estas caras basales pueden ser lisas y brillantes, como por ejemplo en el caso de los ejemplares procedentes del río Gallo, en Molina de Aragón, o mostrar diversos grados de irregularidad, generalmente mostrando patrones que reflejan la estructura interna de la macla, con aspecto de estrellas o “cristales de nieve”. En algu-



Recogiendo ejemplares en el yacimiento de Monterde (Zaragoza). Foto: M. Calvo, 2005.

nos casos no existe propiamente esta cara basal, quedando individualizadas las terminaciones de los cristales sencillos que la forman. Las terminaciones apuntadas que se encuentran en algunos ejemplares (“Morro Gorrino”, en Molina de Aragón, por ejemplo) corresponden generalmente a caras del prisma de primera especie {021}. Castro (1919) indica tam-

bién la presencia de caras de {041}, y posiblemente existan también ejemplares con caras de {031} y {011}, pero dado que éstas caras de prisma suelen ser muy irregulares es difícil identificarlas con certeza. Es más, en algún caso en el que aparecen caras de este tipo en los dos extremos de un cristal de los que forma la macla, el ángulo entre ellas es clara-

ARAGONITOS



Ilustraciones de aragonito y jacinchos de Compostela reproducidos en *Aparato para la Historia Natural Española*, de Torrubia 1754.



Trabajos de documentación de indicios y ejemplares, en el domicilio de Antonio Martínez Palomares, en Minglanilla. Foto: R. Jiménez, 2005.



Aragonito. Procede del yacimiento del Barranco del Retamal, en Enguidanos (Cuenca). Altura del ejemplar: 6,6 cm. Colección: M. Calvo. Foto: J. M. Sanchis.

mente distinto, lo que hace pensar que pertenezcan a distintos prismas.

Dependiendo del yacimiento, y a veces del tamaño de los ejemplares, suelen aparecer maclas bien definidas, con contornos poligonales claros, o asociaciones más irregulares con contorno de rueda dentada, o “cilíndrico”. En el segundo caso, los prismas están formados no por unos cuantos cristales maclados según leyes definidas, sino por la asociación paralela o subparalela de muchas maclas de desarrollo bacilar. Se ha indicado también la existencia de cristales individuales de aragonito en alguno de los yacimientos, siempre de forma absolutamente excepcional, y de un tamaño muy pequeño (Castro, 1919).

Otra característica peculiar de las maclas de aragonito se advierte al seccionar una de ellas a lo largo del prisma

geométrico, o en los ejemplares rotos de forma natural. La superficie de fractura muestra un aspecto estriado longitudinalmente, pero con un estrechamiento en la zona central, que le da aspecto de un reloj de arena, producido por una zona con las estrías aparentemente transversales. Este hecho fue observado ya por Romé de l'Isle (1767) y por Herrgen (1800b), y todos los estudios realizados desde mediados del siglo XIX coinciden en indicar que realmente no existe discontinuidad en la orientación cristalográfica entre las dos zonas. La diferencia de aspecto se debe probablemente a la presencia de inclusiones, que son evidentes en algunos ejemplares, hasta el extremo de hacer que las zonas tengan colores distintos. También puede ser consecuencia de la existencia de canales huecos.

Las inclusiones condicionan también con frecuencia el color del aragonito, de modo que lo habitual es que los que aparecen en arcillas de color rojo intenso sean precisamente de este color, mientras que los de color negro aparecen en arcillas de ese color, por la presencia de materia carbonosa. Según Galán, E. *et al.* (1974), todos los aragonitos presentan una pequeñísima sustitución de calcio por magnesio, más significativa en la variedad roja. También presentan sustitución de calcio por estroncio, del orden del 1,5%. Finalmente, en los aragonitos de color violeta, el Fe^{2+} sustituye en pequeña proporción al calcio. En otro trabajo se señala que el color violeta, que es típico de muchos aragonitos del Keuper, probablemente se debe a la presencia de “centros de color”, que desapare-



Plumilla de un ejemplar de aragonito de Minglanilla dibujado por Martín Oliete y que ha sido adoptado como emblema de la Sociedad Española de Mineralogía. Cortesía de Martín Oliete.

cen por calentamiento a partir de 150° C, y que no se recuperan por irradiación posterior (Calderón *et al.*, 1981). Los análisis realizados para este trabajo en los laboratorios del IGME no han permitido encontrar ninguna diferencia química entre los aragonitos de distintos colores, incoloros, violetas o verdosos.

Como se ha indicado, especialmente dentro de un mismo yacimiento, la morfología suele depender del tamaño, de modo que los “prismas” mayores muestran generalmente desarrollos irregulares, mientras que los más pequeños están formados por maclas más definidas. Sin embargo, no siempre sucede así: Por ejemplo, las muestras procedentes de la zona de “La Vacariza”, en Minglanilla (Cuenca), de hasta 10 centímetros de diámetro, entre los más grandes encontrados en España, están casi siempre muy bien definidos, mientras que los de Bete-

ta (Cuenca), de solamente medio centímetro de diámetro, son generalmente asociaciones irregulares redondeadas.

En cuanto a la morfología de las maclas individuales, se pueden considerar tres tipos básicos de desarrollo. Las de morfología tabular, en las que la relación de altura a anchura es menor de 1:2, las de morfología prismática con relaciones entre 1:2 y 2:1 (que incluiría prismas cortos, equidimensionales y largos) y las de morfología columnar, con una relación altura / anchura superior a 2:1. Si esa relación es superior a 10:1, podría hablarse de desarrollo bacilar. Si consideramos las agrupaciones de maclas, pueden observarse también varios tipos característicos, como son las asociaciones radiadas de maclas de desarrollo individual semejante, las clásicas “piñas”, las asociaciones radiadas de maclas semejantes pero desarrolla-

La práctica ubicuidad del aragonito y la facilidad con que se forma es una intrigante propiedad, ya que es un polimorfo del CaCO_3 inestable en las condiciones de la superficie terrestre.

das alrededor de una macla mucho mayor, generalmente en su centro, y las agrupaciones desordenadas de unas cuantas maclas situadas en el centro de las caras basales de una macla mayor, ocupando aparentemente un hueco central. En este caso estaríamos probablemente ante maclas cíclicas por contacto según {110}, cuyo hueco central se rellena por esas otras maclas menores.

HISTORIA

La primera referencia al mineral que actualmente conocemos como “aragonito”, se encuentra en el libro de Joseph Torrubia, publicado en 1754, y titulado “Aparato para la Historia Natural Española”. En este libro, su autor describe la existencia de grandes cantidades de cristales “hexágonos”, localmente llamados “torrecillas”, en un montecillo próximo al río Gallo, situado frente al molino y los batanes, en Molina de Aragón. Este lugar ha suministrado ejemplares a los coleccionistas de todo el mundo durante mas de doscientos años, incluyendo los que a finales del siglo XVIII se utilizaron para el estudio científico de esta especie, y todavía pueden encontrarse allí fácilmente. Torrubia (1754) describe también la presencia de aragonito entre Anchuela y Clares, a unas cuatro leguas (22 km) de Molina, y en las eras de una hacienda de los Cartujos de Jerez, en el camino de Arcos de la Frontera (Cádiz).

ARAGONITOS



Aragonito. Altura de la macla mayor: 2,5 cm. Yacimiento de Riba de Saelices (Gua-dalajara). Colección: R. Jiménez. Foto: J. M. Sanchis.



Aragonito. Tamaño del ejemplar: 7 cm x 5 cm. Yacimiento de "La Vacariza" (Min-glanilla, Cuenca). Colección: R. Jiménez. Foto: J. M. Sanchis.

La siguiente referencia a este mineral la hace en 1767 Romé de l'Isle, al realizar el catálogo de la colección de Pedro Francisco Dávila. La colección, puesta a la venta en París, fue adquirida en 1771 por el rey Carlos III de España, y constituyó el núcleo inicial del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid. Rome de l'Isle designa el aragonito como "*spath cristallisé en prismes hexagones*", y como "*spath d'Espagne*", incluyendo en su descripción dos de sus características más habituales, la presencia de estrías en las caras que constituyen los extremos del "prisma", y la asociación con pequeños cristales de "*hyacinthes*" (jacintos de Compostela). Los ejemplares descritos por Rome de l'Isle podrían considerarse los ejemplares tipo de la especie, y desde luego muy relevantes desde el punto de vista histórico. Sin embargo, las vicisitudes que ha sufrido el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid hace que su localización e identificación sea actualmente imposible.

Bowles (1775) indica también la presencia de este mineral en Molina de Aragón, al que describe como "cristales de seis caras iguales y las dos puntas perfectamente chatas como las esmeraldas del Perú". A partir de las descripciones de Torrubia y Bowles, especialmente del segundo, ya que de su libro se hicieron además de las tres ediciones españolas, una en francés y otra en italiano, el aragonito de Molina de Aragón pasó a la literatura mineralógica internacional y, dada la facilidad de obtener ejemplares, también a los museos y a las colecciones particulares. Un dibujo semejante al de Torrubia (1754) aparece también en la Encyclopedie de Diderot y d'Alibert (1768).

El nombre de aragonito se debe a Werner, que llamó a este mineral primero erróneamente "*arragonischer apatit*" (Werner, 1788), suponiendo que se trataba de una variedad de apatito, considerando solamente sus "caracteres exteriores", sin analizarlo. Klaproth (1788) demostró que no

contenía ácido fosfórico, que era la característica esencial del apatito, y que era simplemente carbonato de calcio, lo mismo que la calcita. Esto hizo cambiar la designación a "*arragonischer kalkspath*" (Werner, 1790), y finalmente "*arragonit*" (Werner, 1796), suponiendo que Molina de Aragón, de donde procedían los ejemplares que estudió, era una localidad de Aragón. Error lógico para quien desconozca la historia de esta villa, que como cabecera del Señorío de Molina perteneció al Reino de Castilla desde pocos años después de su reconquista por las tropas aragonesas de Alfonso I en 1129. Sóloamente volvió a pertenecer a Aragón en el breve período entre 1369 y 1375, cuando precisamente cambió su nombre de Molina de los Caballeros por Molina de Aragón, que se mantuvo ya al reincorporarse de nuevo a Castilla. El error de toponimia se complicó posteriormente, porque también existen aragonitos en distintos lugares de Aragón (de menor calidad que los de Moli-



Una vista general del paraje del diapiro salino en la Rambla Salada de La Pesquera (Cuenca), uno de los más populares para la recogida de aragonitos. Foto: R. Jiménez, 2005.



Antonio Martínez Palomares, alias "El Gallina", es toda una institución en Minglanilla y sus yacimientos de aragonito. Durante décadas ha investigado, recogido y comercializado miles de ejemplares que en la actualidad nutren los fondos de cientos de colecciones públicas y privadas de todo el mundo. Foto: M. A. Martínez, 2005.

na, y, en general, fácilmente diferenciables), y porque el error aparece también en trabajos antiguos españoles, el primero en el de Herrgen (1800a), que en sus "Materiales para la Geografía Mineralógica de España..." señala que "En Aragón se encuentra cierto espato calizo hexaedro...". La atribución incorrecta de la localidad originaria del aragonito se perpetúa en la mayoría de los libros de mineralogía y, actualmente también, por supuesto, en las páginas web. Posteriormente el nombre de "aragonito" pasó a aragonito.

Romé de l'Isle (1767) consideró inicialmente al aragonito (sin darle nombre pero describiéndolo de forma inequívoca) una variedad de la calcita, dado que tenían la misma composición química, tal como demostró posteriormente Klaproth (1788). Werner también reconoció la igualdad de la composición de calcita y aragonito, pero en su sistema de clasificación de los minerales los "caracteres exteriores" jugaban un papel fundamental, y los de la calcita y el aragonito eran totalmente distintos. Ambos minerales tenían distinta densidad, el aragonito no presentaba la exfoliación evidente de la calcita, y tenía mayor dureza. También eran diferentes las propiedades cristalográficas, por lo que decidió considerarla una especie distinta a la calcita.

La teoría entonces vigente, desarrollada fundamentalmente por el propio Haiiy, implicaba asignar a cada composición quí-

Se pueden considerar dos formas de maclado; bien por contacto según (110), bien por compenetración.

mica una estructura cristalina particular, construida como un apilamiento de diminutos poliedros, lo que Haiiy llamó las "moléculas integrantes". Los mejores químicos de la época, entre ellos Proust (1806) y Thenard y Biot (1807) habían demostrado inequívocamente que el aragonito era, al igual que la calcita, carbonato de calcio. Pero esto no encajaba con la teoría de las "moléculas integrantes". Si el aragonito era distinto en cuanto a estructura cristalina de la calcita, como evidentemente lo era, entonces "debería" ser distinto también en cuanto a sus moléculas integrantes y consecuentemente, también en cuanto a su composición química. Esta fue la postura manifestada por Haiiy (1808), y nuevos análisis parecieron darle inicialmente razón: Stromeyer (1813) encontró que tanto el aragonito español (el procedente de Molina de Aragón y el de Minglanilla) como el de Bastennes, cerca de Dax, en Las Landas, y el de una mina de hierro del monte Iberg, contenían una cierta proporción de estroncio. Sin embargo, la pequeña proporción en la que apa-

recía este elemento, que además no era constante, no permitía basar la identidad del aragonito en ella. Además se encontraron también cristales de aragonito formados prácticamente por carbonato de calcio puro.

La conclusión, evidente, era que una misma sustancia podía formar cristales de distinto tipo. En las décadas posteriores se observó que esto sucedía también en otras sustancias, tanto naturales como artificiales. Mitscherlich (1820; 1821) denominó a esta propiedad "polimorfismo", y publicó los resultados de sus estudios conjuntamente con los que afectaban al "isomorfismo". El concepto de "polimorfismo" chocaba frontalmente con el principio de la constitución de los cristales por "moléculas integrantes". Sin embargo, encajaba perfectamente con una nueva hipótesis, la teoría atómica que Dalton había formulado poco antes. La morfología cristalina sería el resultado de las diferentes formas en las que podrían distribuirse en el espacio átomos esféricos.

Haiiy consideró inicialmente a los descubrimientos de Mitscherlich sobre el polimorfismo, y muy especialmente sobre el isomorfismo, como una amenaza al desarrollo de la mineralogía, ya que le resultaba imposible aceptar la posibilidad de que sustancias distintas pero relacionadas produjeran cristales idénticos. De hecho, se le atribuye la frase: "si la teoría de Mitscherlich fuera correcta, la



Distribución de los afloramientos del Triásico en la Península Ibérica, tomando como base el Mapa Geológico de España escala 1:1.000.000 (IGME).



Singular ejemplar de aragonito obtenido en la zona del embalse de Contreras (Cuenca). Colección: A. Martínez. Foto: F. Palero.



Aragonitos in situ, en el seno de la arcilla. Yacimiento de Camporrobles. Lo normal es que los cristales adquieran la coloración del medio, bien óxidos de hierro, inclusiones carbonosas o arcillosas, etc. Foto: R. Jiménez, 2005.



Aragonito. Tamaño del ejemplar: 6 cm. Yacimiento de Los Cerrillos, Monterde (Zaragoza). Colección: M. Calvo. Foto: J. M. Sanchis.

Mineralogía sería la ciencia más desgraciada en una carta dirigida a Brochant, (Kraus, 1918). Parecería que Haiüy paso de ser un revolucionario de la mineralogía para convertirse en conservador, y veía en peligro lo que consideraba su aportación científica más importante.

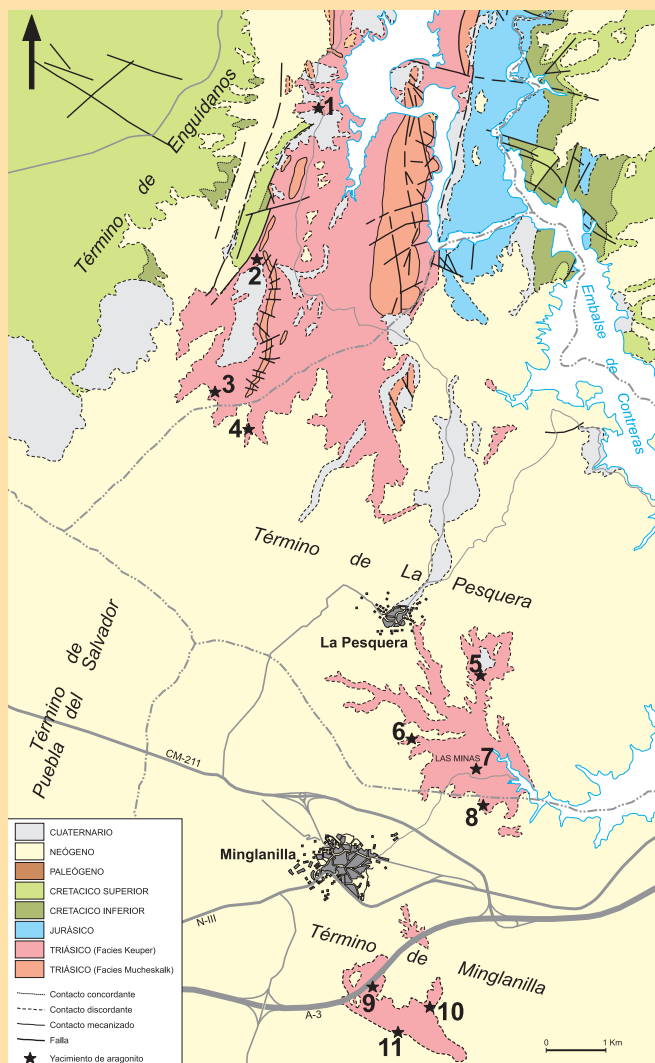
Se considera generalmente que Mitscherlich y Berzelius no pudieron convencerle de la realidad de sus resultados, al menos en cuanto al isomorfismo. Por lo que respecta al polimorfismo, los estudios sobre el aragonito y la aparición de nuevos casos (el diamante y el grafito, por ejemplo) le convencieron indudablemente, ya al final de su vida, de la posibilidad de que existieran sustancias con la misma composición y distintas propiedades físicas y cristalográficas. En la detallada discusión sobre el

aragonito, que ocupa de la página 432 a la 487 del tomo I de la segunda edición de su *Traité de Minéralogie*, Haiüy (1822), empezando por considerar “vicioso” el nombre de aragonito, por ser un nombre de país, susceptible solamente, según él, para designar individuos, termina por plantear como posible causa de sus diferencias con la calcita la diferencia de la posición de sus componentes, hipótesis propuesta por Thénard y Biot, y que se corresponde con la realidad tal como la conocemos actualmente. Incluso en la cuestión del isomorfismo obtuvo Haiüy una cierta victoria, después de su muerte. Entre la total “identidad de forma” que propugnaba Mitscherlich, y las diferencias que según Haiüy debían existir, los nuevos goniómetros de reflexión, más precisos,

dieron la razón al segundo, aunque por una cantidad muy pequeña (Kraus, 1918).

Una vez demostrada la existencia del polimorfismo, era necesario averiguar por qué razón se formaba un mineral u otro. Los primeros trabajos sobre el carbonato de calcio, llevados a cabo por Rose (1837) demostraron que la calcita se forma preferentemente a temperaturas bajas, y el aragonito a temperaturas elevadas, por encima de 60° C. Este científico llevo a cabo simultáneamente una notable observación, que podían formarse simultáneamente en el mismo recipiente calcita (adherida las paredes) y aragonito (flotando en la superficie libre) Rose (1861). Este “efecto de la matriz” es probablemente muy importante en la formación de calcita o aragonito en cuevas.

ARAGONITOS

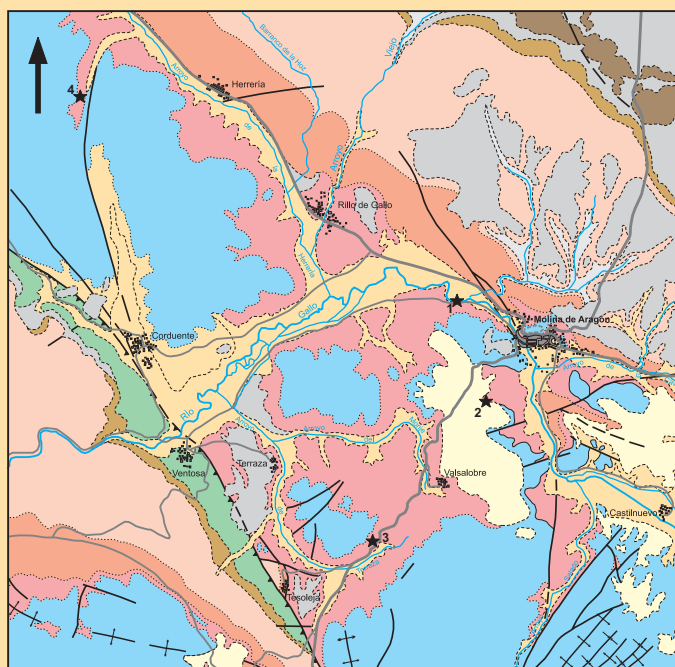


Aragonito zonado en tonos violetas hacia el centro de las caras del prisma. Longitud de la macla, 13 cm. barranco del Tornagal, La Pesquera (Cuenca). Colección: R. Jiménez. Foto: J. M. Sanchis.

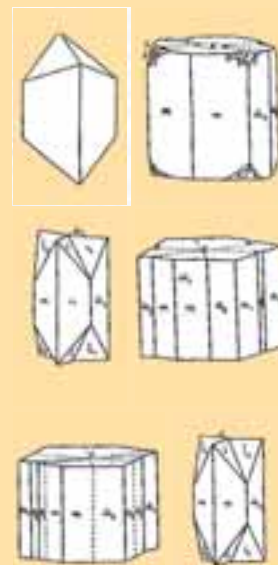
Yacimientos de aragonito de la zona de Minglanilla: 1-Barranco de la Escarabehuela (Enguídanos), 2-Tinada de los Yusos (Enguídanos), 3-Barranco de El Retamal (Enguídanos), 4-Rambla de El Tormagal (La Pesquera), 5-Hoya de los Conejos (La Pesquera), 6-Barranco del Enebral (La Pesquera), 7-Minas de Sal (La Pesquera), 8-Los Yesares (Minglanilla), 9-La Molinera (Minglanilla), 10-Los Molinillos (Minglanilla), 11-Pino de la Vacariza (Minglanilla). El yacimiento clásico de la zona es el de las Minas de Sal.



Entorno del yacimiento de aragonito de Cobeta (Guadalajara). Afloramiento del Keuper a media ladera de la Peña Grande. Uno de los criterios de búsqueda para la prospección ha sido la identificación en el campo de este mismo modelo: afloramiento del Keuper bien desarrollado sobre ladera cubierta por calizas jurásicas. A techo del Keuper es donde suelen aparecer los aragonitos. Foto: R. Jiménez, 2005.



- CUATERNARIO: arenas y gravas fluviales
- CUATERNARIO: gravas, brechas y arenas coluviales
- TERCIARIO (NEÓGENO): calizas, margas y areniscas
- JURÁSICO: calizas tabeadas y margas
- TRIÁSICO (facies Keuper): arcillas abigarradas, yesos y areniscas
- TRIÁSICO (facies Muschelkalk): calizas y dolomías
- TRIÁSICO (facies Buntsandstein): conglomerados y areniscas
- PÉRMICO SUPERIOR: arcillas y brechas
- CARBONIFERO-PÉRMICO: calizas y materiales volcánicos
- SILÚRICO: pizarras negras y areniscas
- Contacto mecanizado
- Contacto discordante
- Contacto concordante
- Falla inversa
- Traza de falla supuesta
- Falla
- Anticlinal
- Sinclinal
- ★ Yacimiento de aragonito



Algunas formas de maclas de aragonito, según Calderón, (1910).

Yacimientos de aragonito de la zona de Molina de Aragón: 1-Río Gallo (Molina de Aragón), 2-Morro Gorrino (Molina de Aragón), 3-Cerro Pelado (Valsalobre), 4-Arroyo del salobre y Las Hoyas (Canales de Molina). El yacimiento clásico de la zona es el del Río Gallo.

A la temperatura y al efecto de matriz se añadieron otros factores, entre ellos la concentración y, especialmente, como ya se ha indicado, la presencia de otras sustancias.

En el caso particular de los aragonitos del Keuper (y de algunos otros, como los de las minas de azufre de Sicilia) tampoco resulta obvia la morfología cristalina. Inicialmente los prismas hexagonales se consideraron efectivamente cristales prismáticos, pero pronto, la existencia de ángulos entrantes en algunas caras del “prisma” y las estrías características en las caras basales permitieron deducir que se trataba de agrupaciones de cristales, y así se consideran desde principios del siglo XIX. La complejidad de las maclas podía estudiarse con métodos ópticos en láminas delgadas o por corrosión diferencial, y a lo largo del siglo XIX y principios del XX se caracterizaron diferentes tipos de asociaciones (Castro, 1919).

La historia del aragonito no aporta novedades sustanciales hasta el año 1924, año el que Bragg eligió precisamente este mineral para determinar su estructura por difracción de rayos X, siendo la primera que se determinó en



En los afloramientos del Keuper son también frecuentes los yesos cristalizados y los jacintos de Compostela. En la imagen, yeso procedente de La Pesquera (Cuenca). Colección: A. Martínez Palomares. Foto: F. Palero, 2005.

la que hubiera más de un parámetro variable. También fue la primera en la que la estructura se interpretó en función de la teoría de grupos, asignándole el grupo Pnma dentro del sistema rómbico (Bragg, 1924). Los estudios posteriores confirmaron en general estos resultados, con refinamientos de la estructura (Dal Negro y Ungaretti, 1971), aunque también en otros casos se ha propuesto que en realidad la estructura del aragonito pudiera ser de una simetría menor, correspondiendo

al grupo espacial P-1 (Bevan *et al.*, 2002). Finalmente, muy recientemente, Caspi *et al.* (2005) han determinado fuera de duda, utilizando difracción de radiación de sincrotrón, que el aragonito puro tiene simetría rómbica. Las observaciones de Bevan *et al.* (2002), que propusieron un modelo de estructura triclinica para el aragonito, se deben probablemente a la presencia de impurezas, especialmente estroncio y hierro, en los cristales que estudiaron, impurezas que deforman la estructura.



Grupo de maclas de aragonito. Longitud de la macla mayor: 4,4 cm. Yacimiento de La Olmeda de Jadraque (Guadalajara). Colección: R. Jiménez. Foto: J. M. Sanchis.



Piña de aragonito. Ejemplar de 6 cm x 5 cm. Yacimiento de Aliaguilla (Cuenca). Colección: R. Jiménez. Foto: J. M. Sanchis.

GEOLOGÍA DEL TRIÁSICO

Puesto que los aragonitos que se describen en el presente artículo aparecen en unos niveles litoestratigráficos muy concretos de la secuencia sedimentaria del Triásico, es conveniente realizar un breve bosquejo geológico de estos materiales en la Península Ibérica.

El Triásico es un Sistema adscrito a la era Mesozoica y, a su vez, al eón Fanerozoico, que comprende un período de tiempo de unos 45 millones de años (desde hace 250 millones de años hasta hace unos 205 M. a.). La distribución de los materiales de esta edad en la Península Ibérica, se extienden por toda la mitad oriental, desde las zonas costeras más al norte (Cantabria, Asturias y País Vasco), hasta las zonas más meridionales como Cádiz en Andalucía. Sin embargo, son las comunidades situadas hacia el centro peninsular (Castilla La Mancha, Comunidad Valenciana, y zonas situadas hacia el sur de las comunidades de Aragón y Castilla León), donde las rocas triásicas presentan la mayor cantidad de yacimientos de aragonitos, y donde éstos presentan además mayor calidad, llegando a poseer un alto valor como piezas de colección.

Los materiales de edad Triásico aparecen divididos en tres unidades (inferior, media y superior) que grosso modo se corresponden con las denominadas facies germánicas que, de muro a techo (más antiguo a más moderno), comprenden la facies Buntsandstein, la facies Muschel-

kalk y la facies Keuper. Estas facies son identificables por sus litologías predominantes, que consisten respectivamente en areniscas y conglomerados rojos para el Buntsandstein, dolomías y areniscas para el Muschelkalk, y arcillas abigarradas y yesos para el Keuper. Es en esta última facies donde aparecen los aragonitos.

Los terrenos pertenecientes a la facies Keuper están integrados de forma mayoritaria por las mencionadas arcillas y los yesos, pero también pueden presentar otras litologías como areniscas, dolomías y sales. Ortí (1973) reconoce cinco unidades litoestratigráficas en el área del Levante Español, para las que de muro a techo propone las denominaciones de Formación Arcillas y Yesos de Jarafuel (K1), Formación Areniscas de Manuel (K2), Formación Arcillas de Cofrentes (K3), Formación Arcillas Yesíferas de Quesa (K4) y Formación Yesos de Ayora (K5). En un trabajo posterior, este mismo autor determina la existencia de tres secuencias deposicionales mayores: una Serie Evaporítica Inferior (correspondiente a K1), una Serie Detrítica Intermedia, (correspondiente a K2 y K3), y las dos Formaciones restantes K4 y K5 corresponderían a la denominada Serie Evaporítica Superior (Ortí, 1992). Esta distribución litológica puede ser extensible a las Catalánides y a buena parte de las Cordilleras Béticas. Con respecto a la Formación Arcillas Yesíferas de Quesa (K4), Ortí (1973) indica que estos terrenos están formados por un conjunto caótico de arcillas pre-

dominantemente de color rojo, con zonas de yeso enclavadas en ellas y con ausencia casi total de estratificación. Es en esta formación donde se encontrarían los mejores yacimientos de aragonitos españoles y de jacintos de Compostela del Levante.

Previamente, y aunque no es este su principal objetivo, Marfil (1970) había propuesto tres niveles para el Keuper de la región centroibérica. El inferior, formado por margas grises, verdes, rojas, violáceas, con abundantes yesos, el medio, formado por margas grises y verdosas, algo calcáreas y a veces arenosas, con capas de caliza dolomítica, y el superior, con margas rojas y rojo-violáceas con yesos, aunque mucho más escasos y dispersos que en el nivel inferior. En este tercer nivel es en el que a veces aparecerían los aragonitos y los jacintos de Compostela. Exactamente eso es lo que hemos comprobado en todas las ocasiones. Los ejemplares de aragonitos que se encuentran in situ siempre aparecen embebidos en unas arcillas de colores vivos, o entre los yesos del término superior.

Desde una perspectiva paleogeográfica, el medio de sedimentación evoluciona en la base del Keuper (K1) desde plataformas someras carbonáticas a una sedimentación cada vez más evaporítica, incluso puede que hacia ambientes supralitorales aunque cercanos a la costa que pueden aparecer intercalados por algún nivel detrítico con flora continental y faunas lagunares. El clima respondería a un tipo mediterráneo cálido, con un marcado carácter de humedad (Ortí,



Sigüenza, ciudad medieval amurallada con su hermosa catedral de estilo cisterciense, es uno de los más bellos y puros conjuntos urbanos de Europa. Segontia (Sigüenza), “la que domina el valle”, aparece desde el siglo V antes de Cristo como una de las ciudades más fuertes e importantes de los celtiberos. Foto: Paisajes Españoles.



Acarcavamiento en los niveles arcillosos aflorantes del Keuper, con la cubierta protectora de materiales más competentes terciarios. Zona del embalse de Contreras. Foto: M. Calvo, 2005.



Los Yesares. Camporrobles (Valencia), por la naturaleza de sus afloramientos, los yacimientos de aragonito pueden considerarse inagotables. Foto: M. Calvo, 2005.



Muestreo de ejemplares de aragonito en el sector sur de Minglanilla (Cuenca). Para la descripción morfológica de cada caso se recogieron 50 ejemplares en cada yacimiento. Foto: R. Jiménez, 2005.



El yacimiento de aragonito de Torralba del Moral (Soria) se sitúa por encima del túnel de la vía férrea (ya desmantelada). Foto: R. Jiménez, 2005.



El afloramiento del Keuper en San Vicente de la Barquera (Cantabria) se encuentra cubierto por una fuerte vegetación que dificulta su reconocimiento. Foto: R. Jiménez, 2005.

1973). Ya en el Keuper medio (sedimentación de K2 y K3), se evidencian condiciones lagunares que paulatinamente se hacen más detríticas debido a aportes fluviales de cauces divagantes. La energía del medio decrece y se produce el depósito de material arcilloso más propio de un ambiente entre continental costero y de plataforma litoral. La aparición de los niveles K4 y K5 evidencian la instalación de un nuevo ciclo evaporítico con algunos indicios de exposiciones subaéreas periódicas, propias de un depósito tipo lagoon salobre.

De forma más local, en el borde SO de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica, Hernando (1977) señala que los depósitos del Keuper proceden de la deposición de un medio restringido, marino somero y con mala comunicación, e intermitente, con el mar abierto, es decir, de tipo lagunar o lagoon. Para las intercalaciones de areniscas propone un origen fluvial relacionado con el relleno de canales o incluso de llanuras de inundación. Actualmente se utiliza el término sabkha para denominar una zona en la que se depositan evaporitas (o carbonatos) intersticialmente en zona supramareal. De esta forma, Ortí (1992) indica que la Formación K4 se ha formado a partir de un frente transgresivo shabka con anhidrita y sal, seguido de un régimen de lagoon yesífero (K5).

Marfil (1970) indica que el pH del medio en el que se formaron los aragonitos debía presentar valores débilmente alcalinos, entre 7,5 y 8, un Eh ligeramente positivo, una salinidad relativamente baja, casi nunca superior a las 1.000 ppm, y una temperatura no demasiado elevada, del orden de 60° C. En el caso de los “jacintos de Compostela”, los límites de formación presentan un mayor rango en todos los casos, solapando dentro del correspondiente a los aragonitos, salvo en el caso de la temperatura, ya que la sílice no habría precipitado con valores altos. Esto explicaría por un lado la mayor ubicuidad de los “jacintos de Compostela”, tanto en extensión vertical como horizontal, y la presencia habitual de “jacintos de Compostela” allí donde aparecen aragonitos, pero no al contrario. Pero además de los parámetros clásicos citados, parece ser que los aragonitos siempre aparecen en zonas pobres



Piña de aragonito meteorizada. Diámetro: 2 cm. Diapiro de Ocio, Zambrana (Álava). Colección: M. Calvo. Foto: J. M. Sanchis.

en carbonatos. En estas condiciones, Marfil (1970) considera de origen autigénico tanto a los aragonitos como a los jacintos de Compostela y a las teruelitas, entendiendo que un mineral autigénico es aquel que se ha neoforado o regenerado dentro del sedimento durante la diagénesis o epigénesis.

En otro orden de cosas, no se debe dejar escapar la ocasión de comentar algunas de las características habituales de los materiales del Keuper como es su capacidad plástica, que le hace ser una unidad de despegue típica en todo el Sistema Ibérico, sin olvidar su implicación en la mayor parte de los diapiros existentes en estas zonas, tanto aflorantes como no aflorantes. Otra característica reseñable, en este caso más relacionada con la extracción minera, ha sido su condición salina que es conocida desde antiguo. Ha sido habitual el uso de las aguas procedentes de los ríos o arroyos que atraviesan los materiales del Keuper como aporte de aguas para la mayor parte de las salinas no costeras peninsulares.

DESCRIPCIÓN DE LOS YACIMIENTOS

Como se ha podido apreciar, el Keuper aflora ampliamente por la geografía española. Tanto es así, que desde que se iniciaron los trabajos de campo para este artículo nos vimos desbordados por la cantidad de potenciales yacimientos de aragonito que se podrían visitar, resultando a todas luces imposi-



Macra de aragonito en matriz de yeso. Longitud de la macra: 1,5 cm. Blesa (Teruel). Colección: R. Jiménez. Foto: J. M. Sanchis.

ble estudiar todos y cada uno de ellos. La descripción de los yacimientos que se presenta a continuación recoge todos los casos que han sido reconocidos y estudiados por nuestra parte en el campo y comprende tanto los yacimientos citados en la bibliografía clásica como los que se han tenido noticias de ellos gracias a algunos aficionados y buscadores de minerales y, como no, otros que eran inéditos y que han sido localizados durante nuestro trabajo de campo.

La descripción de los yacimientos se hace siguiendo un criterio geográfico en su agrupación, primero por Comunidades Autónomas, manteniendo un orden aproximado de norte a sur (Cantabria, País Vasco, Aragón, Cataluña, Castilla León, Castilla la Mancha, Comunidad Valenciana y Andalucía). Dentro de cada comunidad se realiza una clasificación que lleva un orden por provincias, municipios y, por último, localidades.

CANTABRIA

Santander

Quiroga (1880) indica la presencia de aragonito en los terrenos del Triásico de San Vicente de la Barquera, asociado a



Aragonito. Altura de la macra mayor: 3,7 cm. Yacimiento de Los Cerrillos, Monterde (Zaragoza). Colección: M. Calvo. Foto: J. M. Sanchis.

cristales de cuarzo y a yeso. Durante la realización de este trabajo, visitamos varios afloramientos del Keuper en la zona, uno de ellos el señalado por Quiroga, que está situado en la zona que queda entre la "Peña del Zapato" y la carretera de Comillas, cerca del lugar de "La Braña". Aunque pudimos observar el Triásico in situ, con "jacintos de Compostela" y yeso, nos fue imposible encontrar aragonitos, ya que el techo del Keuper, que sería donde eventualmente yacerían, se encontraba tapado por abundantes residuos vegetales (restos de podas y ramajes en general), y por la propia vegetación.

PAÍS VASCO

Álava

Aunque en el País Vasco existen múltiples afloramientos del Keuper, sorprendentemente en ninguno de ellos, con una sola excepción, se han encontrado ejemplares de aragonito. La excepción la constituyen los afloramientos situados junto al cementerio del pueblo de Ocio, en el término municipal de Zambrana (Álava). En este yacimiento se encuentran sueltos sobre el terreno pequeños grupos en forma de



Afloramientos en ladera del Keuper en Blesa (Teruel). Foto: R. Jiménez, 2005.



El Keuper aflora ampliamente en la zona central de la península (Aragón, las dos Castillas y Comunidad Valenciana). Atienza (Guadalajara). Foto: R. Jiménez, 2005.



Aragonito. Diámetro de la macla: 2,6 cm. Los Cerrillos, Monterde (Zaragoza). Colección: M. Calvo. Foto: J. M. Sanchis.



Estructura interna en "reloj de arena" habitual en las maclas de aragonito del Triásico. Los Cerrillos, Monterde (Zaragoza). Col: M. Calvo. Foto: J. M. Sanchis.

El yacimiento de Molina de Aragón ha suministrado ejemplares a los coleccionistas de todo el mundo durante más de 200 años, incluyendo los que a finales del siglo XVIII se utilizaron para el estudio científico de esta especie.

piña, de uno o dos centímetros de diámetro, formados por maclas alargadas divergentes, con las caras muy corroídas y de aspecto terroso, en las que no se distinguen prácticamente formas geométricas.

ARAGÓN

Zaragoza

Naranjo (1862) indica la presencia de aragonito en Calatayud, especificando además que aparecen cristales individuales. Aunque esta localidad se ha citado extensamente en la literatura posterior, no se ha encontrado por el momento ningún yacimiento de aragonito en este municipio. En el contexto del libro de Naranjo podría entenderse como una referencia vaga a la zona (incluyendo, por ejemplo, Monterde) más que al propio término de Calatayud. También se ha indicado de forma genérica la presencia de aragonito en Nuévalos, aunque probablemente se trata del mismo yacimiento de Monterde, que es el que se describe a continuación.

MONTERDE

El yacimiento de aragonito de Monterde está situado a aproximadamente 1,5 km al oeste del pueblo, en las laderas orientadas hacia el E de las lomas conocidas como "Los Cerrillos". Estas lomas se encuentran a unos cientos de metros a la derecha del km 61 de la carretera hacia Monterde que parte de cerca de Nuévalos, y son fácilmente accesibles desde esta carretera.

ARAGONITOS



Aragonito. Altura de la macla: 3 cm. Morro Gorrino, Molina de Aragón (Guadalajara). Colección: M. Calvo. Foto: J. M. Sanchis.



Agrupación de pequeñas maclas de aragonito en matriz de yeso. Longitud de la agrupación: 4 cm. Blesa (Teruel). Colección: R. Jiménez. Foto: J. M. Sanchis.

En la loma situada más próxima al río Ortiz, en la ladera E, se encuentra en su parte superior un afloramiento en el que aparecen maclas de aragonito dentro de yeso granudo de color blanco o rojizo. Las maclas tienen siempre un desarrollo tabular, con un diámetro de hasta 4 cm, y son de color rojizo. Las caras del prisma (en sentido geométrico) son generalmente brillantes, mientras que las caras basales son mates y generalmente de tacto áspero, aunque sin irregularidades definidas. Frecuentemente la macla principal tiene crecimientos de maclas menores en las caras basales. También son características, aunque no muy frecuentes, las asociaciones subparalelas de dos maclas tabulares de tamaño semejante. A unos cuantos metros de distancia, en la cima de la pequeña loma, aparecen maclas semejantes pero en una matriz formada por una marga relativamente dura. Este es probablemente el yacimiento encontrado por Castro y Fernández (1916), dado que la descripción de sus ejemplares encaja exactamente con lo indicado aquí.

A aproximadamente unos 100 metros hacia el norte, en una zona con alguna cobertura arbórea, aparecen diseminadas por el suelo maclas de aragonito de color rojizo, entre las que predominan los prismas cortos o equidimensionales. En este caso, proceden probablemente de la ero-



Vista del yacimiento de Los Cerrillos, Monterde (Zaragoza). Foto: M. Calvo, 2005.

sión in situ del yacimiento primario, ya que se encuentran siempre sueltas, a veces fracturadas, y bastantes ejemplares presentan recubrimientos de costras calcáreas blanquecinas.

En la loma situada más próxima a la carretera, frente a una pronunciada curva, aparecen otros dos afloramientos con aragonito, muy próximos, sobre los que se han realizado pequeñas excavaciones para obtener ejemplares. En el situado a nivel inferior, las maclas, presentes en una marga grisácea, tienen este mismo color, en algunos casos con zonas de color violeta. Su morfología es fundamental-

mente columnar, con pequeñas maclas asociadas a la macla principal, que alcanza una longitud de hasta 6 cm. Junto a este yacimiento, y a unos pocos metros de altura sobre él, se encuentra otro en el que el nivel de margas y yesos negruzcos contienen unos peculiares núcleos de yeso gruesamente cristalino, de color amarillo anaranjado, de un diámetro de varios centímetros. En este nivel, las maclas de aragonito se encuentran asociadas formando pequeñas piñas. Las maclas individuales que forman estas piñas raramente superar el centímetro, y presentan zonas incoloras y otras con

ARAGONITOS



Merindad de Río Ubierna (Burgos). Afloramientos del Keuper en el talud de la carretera N-627. Foto: R. Jiménez, 2005.



Salguero de Juarros (Burgos). El Keuper ocupa toda la tierra de labor (donde se encuentran aragonitos sueltos). Foto: R. Jiménez, 2005.



Aragonito. Diámetro de la macla: 3 cm. Salinillas de Bureba (Burgos). Colección: R. Jiménez. Foto: J. M. Sanchis.



Aragonito. Altura de la macla: 1 cm. Salguero de Juarros (Burgos). Colección: R. Jiménez. Foto: J. M. Sanchis.



Aragonito. Diámetro de la macla: 3,8 cm. Montes de Ubierna (Burgos). Colección: R. Jiménez. Foto: J. M. Sanchis.

inclusiones de color anaranjado, como el del yeso, formadas por hidróxidos de hierro pulverulentos. La presencia de las inclusiones las hace particularmente frágiles, rompiéndose con facilidad por las zonas donde éstas son abundantes.

Castro y Fernández (1916) indican también la presencia de aragonito en un colladito que atraviesa el camino (ahora carretera) de Monterde a Nuévalos, cerca del yacimiento anterior. Los ejemplares de este punto estarían formados por la agrupación paralela de muchas maclas, dando lugar a secciones estrelladas o a cilindros irregulares más que a secciones hexagonales, siendo de color blanco o verdoso.

Teruel

BLESA

El yacimiento de aragonito de esta localidad está situado en el Cabezo de San Jorge, en pleno anticlinal de Blesa,

justo en el nivel yesífero. La facies Keuper aparece apoyada sobre unas dolomías de facies Muschelkalk, estando constituida por unas margas abigarradas grises y rojizas muy plásticas y, en ocasiones, yesíferas. Sobre ellas descansan unas dolomías tableadas a cuyo techo se apoyan unas carniolas. Este yacimiento es accesible por un camino que rodea el Cabezo de San Jorge por su ladera norte y parte de la carretera comarcal TE-124 justo antes de llegar al río.

Las maclas de aragonito reciben en Blesa el nombre local de “banquetes”, y se encuentran como ejemplares aislados de contorno hexagonal, y de hábito prismático equidimensional o algo alargado, de hasta 3 cm de longitud, o como asociaciones de incluso docenas de ellas, desarrolladas a partir de varias mayores, pero adoptando una forma alargada y anárquica. A menudo se pueden recoger muestras implantadas en yeso, lo que añade un mayor valor estético a las mismas

LA HOZ DE LA VIEJA

Aparecen maclas de aragonito en algunos afloramientos de terrenos del Keuper situados entre 1 y 2 km al NNE del pueblo. Estos afloramientos son accesibles por un camino que parte de la carretera a la Hoz de la Vieja, justo antes del pueblo, y remonta el río de la Cantalena. Uno de ellos está situado junto al camino, a la izquierda, y otro en la ladera del Cabezo Redondo, cerca del barranco del Salobre. Generalmente tienen un desarrollo de prisma alargado de hasta 3 cm de longitud. También se encuentran agrupaciones en forma de piña.

ALPEÑÉS

A aproximadamente 1,2 km al O de Alpeñés, en la ladera del Coscojar, cerca del límite con el término de Cosa, se encuentra un afloramiento de terrenos del Keuper con yeso, cristales de cuarzo del tipo “jacinto de Compostela” y aragonitos. Las maclas de aragonito que

aparecen están muy corroídas, alcanzando solamente un tamaño de alrededor de 1 cm.

CATALUÑA

Naranjo (1862) indicó la existencia de aragonito en terrenos del Triásico en la ermita de la Providencia, en Tortosa, y también en otros lugares de la provincia de Tarragona que no concreta. Aunque esta cita se ha reiterado en obras posteriores, en ninguna de ellas se confirma realmente ni se aportan nuevos datos.

CASTILLA LEÓN

Burgos

SALINILLAS DE BUREBA

En las tierras de labor que quedan al norte del pueblo de Salinillas de Bureba, a ambos lados del camino al santuario de Santa Casilda, el Keuper aflora en forma de diapiro en una extensión de aproximadamente 1 km². Los aragonitos que aparecen en este yacimiento son generalmente de forma tabular, alcanzando tamaños que llegan a los 6 cm de diámetro y 2 cm de altura. Presentan normalmente coloraciones grises y rojas y, a veces, tonos verdosos. Es común que en el centro de las caras basales de los prismas aparezcan conjuntos de otros prismas menores del mismo tipo. El contorno no es el de un hexágono regular, sino que suele presentar cierta asimetría.

BUEZO

En las proximidades de Buezo, pueblo perteneciente actualmente al término municipal de Salinillas de Bureba, el Keuper aflora en el núcleo de un pequeño anticlinal de dirección NE-SO, que se puede observar en los campos de labor que se encuentran junto al desvío de la carretera local BU-5107 hacia el Santuario de Santa Casilda. En ellos aparece aragonito, conocido localmente desde hace muchos años con un nombre derivado de la advocación de la ermita,



Buezo, Salinillas de Bureba (Burgos). El yacimiento se encuentra a ambos lados del camino que conduce al Santuario de Santa Casilda. Citas clásicas de la bibliografía (Calderón, 1910) se refieren a los aragonitos con el apelativo de "piedras de Santa Casilda", advocativo de este Santuario. Foto: R. Jiménez, 2005.



En las proximidades de esta población se pueden encontrar macas de aragonito. Salinillas de Bureba (Burgos). Foto: R. Jiménez, 2005.



Macas de aragonito en yeso. Longitud de la maca mayor: 1,7 cm. Ermita del Humilladero, Medinaceli (Soria). Colección: M. Calvo. Foto: J. M. Sanchis.

ARAGONITOS



Aragonito. Altura de la macla: 2 cm. Arbujuelo (Soria). Colección: M. Calvo. Foto: J. M. Sanchis.



Aragonito. Altura de la macla: 2 cm. Arbujuelo (Soria). Colección: M. Calvo. Foto: J. M. Sanchis.



Aragonito. Altura de la macla: 2,2 cm. Río Gallo, Molina de Aragón (Guadalajara). Colección: M. Calvo. Foto: J. M. Sanchis.



Los aragonitos de Velilla de Medinaceli (afloramiento en la foto) son bastante oscuros, con tamaño entre 5 cm y 6 cm. Foto: R. Jiménez, 2005.

“piedras de Santa Casilda”. Calderón (1910) indica la creencia local de que estas piedras tenían la virtud de hacer fecundas a las mujeres. Por ello es muy posible que, debido a la recolección sistemática durante muchos años por los habitantes de la zona, actualmente sólo se pueden encontrar trozos casi irreconocibles de maclas, de color blanco o marrón.

SALGÜERO DE JUARROS

Aparecen maclas de aragonito en los campos situados al sur de este pueblo, que pertenece al término municipal de Ibeas de Juarros. La mayor concentración de aragonitos se sitúa unos 600 m al sur de Salgüero, en el Keuper que ocupa las tie-

rras de labor que quedan entre el Arroyo de Salmuera y las rocas calcáreas jurásicas de la sierra. Aparecen como prismas de contorno hexagonal, con tamaños normalmente entre 1 cm y 2 cm de diámetro y hasta 4 cm de longitud, en tonos grises y rojizos, normalmente alterados.

MONTES DE UBIERNA (Merindad de Río Ubierna)

En la estrecha franja del Keuper que queda entre la carretera N-627 y las formaciones del Jurásico que se encuentra en el monte situado hacia el Este, en el punto kilométrico 25,7 de dicha carretera aparecen asociaciones de maclas de aspecto tabular, rojas y grises, que llegan a un diáme-

tro de 5 cm, con relaciones altura a anchura entre 1:3 y 1:10. Cada macla individualmente tiene aspecto hexagonal y suelen presentar morfología en “cristales de nieve”. También aparecen drusas de cristales en “sándwich”, alterados y fácilmente deleznable y curiosas “piñas”, con diámetros de hasta 6 cm, predominando las formadas por cristales simples con terminaciones apuntadas.

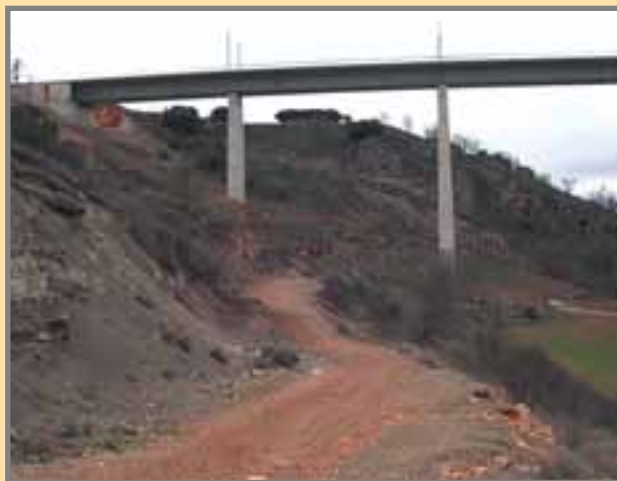
Soria

MEDINACELI

El yacimiento de aragonito más conocido de Medinaceli, citado por distintos autores (Castro y Fernández, 1916; Castro, 1919), es el situado en el talud de la carretera frente a la ermita del Humilladero, subiendo al casco antiguo de Medinaceli desde la estación de ferrocarril y la zona del pueblo situada junto a la carretera. Los aragonitos aparecen sueltos en la cuneta de la propia carretera, en las margas o dentro de masas de yeso granudo de color rojo o blanco. Son en todos los casos de color marrón rojizo, con hábito prismático corto o equidimensional, y aparecen frecuentemente como grupos de varios individuos. Las caras del prisma suelen ser brillantes, pero no así las bases, que suelen tener un aspecto terroso. Castro y Fernández (1916) indican también la presencia de aragonito en



Aragonito. Diámetro de la macla: 3,5 cm. Vega de la Estación, Velilla de Medinaceli, Arcos de Jalón (Soria). Colección: R. Jiménez. Foto: J. M. Sanchis.



Urex de Medinaceli (Soria). Bajo el puente del AVE se encuentran aragonitos, tanto en el Keuper como en el Terciario detrítico. Foto: R. Jiménez, 2005.

el talud de esta misma carretera, en dirección a la estación de Medinaceli, a una cota unos 85 metros más baja que la del yacimiento anterior, como maclas muy pequeñas agrupadas en forma de bolas de entre 1 cm y 3 cm de tamaño total. Aunque el Keuper aflora en varios puntos, no hemos podido localizar este yacimiento, que posiblemente ha quedado temporal o permanentemente oculto por alguna labor de arreglo de la carretera desde la época del hallazgo original.

ARBUJUELO

Aparecen maclas de aragonito en el cerro situado tras el pueblo de Arbujuelo, y a lo largo de unos 200 metros de niveles del Keuper aflorantes hacia el SE. Las maclas de aragonito de esta localidad se caracterizan por conservar en bastantes de ellas las terminaciones de los cristales individuales, sin que se llegue a formar una superficie plana para terminar el prisma geométrico. Tienen un desarrollo columnar, y son incoloras o de color blanco, las mayores con zonas rojizas por las inclusiones arcillosas.

FUENCALIENTE DE MEDINACELI

En la cuneta de la carretera entre Fuencaiente de Medinaceli y Torralba del Moral, a la altura del km 19, pueden encontrarse maclas de aragonito en la que las zonas correspondientes a las bases tienen un desarrollo extremadamente desi-



Jubera (Soria). Valle de Jubera visto desde el afloramiento. El Keuper se presenta bajo un potente banco de conglomerados terciarios. Foto: R. Jiménez, 2005.

gual, con un aspecto muy corroído. Sin embargo, esto es probablemente debido a defectos en el crecimiento y no a corrosión propiamente dicha, dado que las caras que forman el “prisma” son lisas y brillantes. Estas maclas tienen un tamaño en torno al centímetro, y aparecen de forma individual o como agrupaciones confusas de hasta 5 centímetros de tamaño total. Son de color marrón rojizo.

TORRALBA

En Torralba del Moral, pueblo perteneciente actualmente al término de Medinaceli, existe un afloramiento con aragonitos que fue descrito, como tantos otros, en las primeras décadas del

siglo XX (Fernández Navarro, 1924). Para acceder al yacimiento es necesario llegar al llamado “túnel de Horna” de la antigua vía del ferrocarril, que actualmente está clausurado, y ascender unos 200 m en dirección al “Cerro Santo”, hasta llegar a techo del Keuper, justo debajo de las carniolas y dolomías que constituyen el cerro. En este punto, encontraremos un importante nivel yesífero con pequeños “jacintos de Compostela” dentro de él. Los aragonitos presentan el típico hábito habitual de las maclas para este mineral, aunque las muestras recogidas están muy alteradas. Son rojizos y de pequeño tamaño, entre 1 cm y 3 cm.



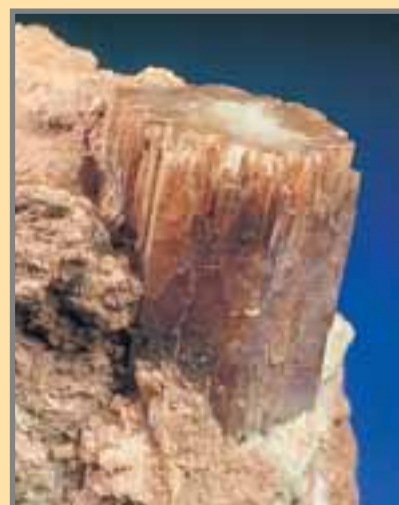
Aragonito. Altura de la macla: 2,6 cm. Morro Gorrino, Molina de Aragón (Guadalajara). Col: M. Calvo. Foto: J. M. Sanchis.



El yacimiento de aragonito de Aguilar de Campoo (Palencia) se encuentra bajo un potente banco de carniolas del Lías, en el Cerro de los Mártires. Los ejemplares no superan el centímetro. Foto: R. Jiménez, 2005.



Recogida de muestras en el yacimiento de Morro Gorrino, en Molina de Aragón (Guadalajara). Al fondo, las murallas y castillo del antiguo Señorío. Foto: R. Jiménez, 2005.



Aragonito. Altura de la macla: 2,5 cm. Río Gallo, Molina de Aragón (Guadalajara). Col: M. Calvo. Foto: J. M. Sanchis.

También aparecen pequeñas maclas de aragonito, procedentes de niveles del Triásico erosionados, entre los materiales detríticos del Cuaternario que forman el yacimiento prehistórico de Torralba (Castro, 1919).

VELILLA DE MEDINACELI

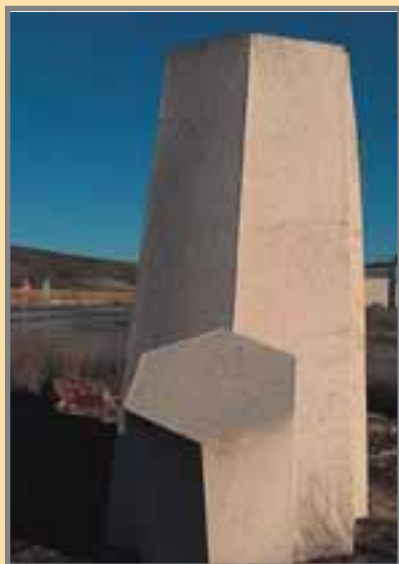
En el actual término de Arcos de Jalón pueden encontrarse maclas de aragonito en varios puntos situados en las proximidades de pueblos que, en tiempos, tuvieron término propio. Entre estos yacimientos de aragonito se encuentra el del paraje conocido como “Vega de la Esta-

ción”, situado junto a la carretera a Velilla de Medinaceli, a unos 200 metros de su inicio en el punto kilométrico 161 de la antigua carretera nacional, entre Arcos de Jalón y Medinaceli. Es un cerro coronado por terrenos del Jurásico, en el que en sus zonas bajas aflora el Keuper con abundantes aragonitos, que presentan distintas morfologías. Los mayores, de hasta 5 cm x 6 cm, y los más típicos del yacimiento, son de color negro o gris oscuro, de aspecto bastante tosco, con el contorno hexagonal habitual en las maclas de aragonito pero con las terminaciones basales extremadamente irregulares, con

desarrollo esquelético de las terminaciones de los cristales que forman las maclas. Con un tamaño menor, aparecen también maclas en forma de prisma hexagonal de unos 3 cm, así como piñas de un diámetro máximo también de unos 3 cm. En todos los casos es frecuente la presencia de pátinas calcáreas.

JUBERA

Junto a la carretera local de Jubera a Las Llanas y Valladares, a 1 km al este de Jubera y justo antes de pasar bajo la autopista A2, también en el actual término municipal de Arcos de Jalón, apa-



Escultura inspirada en las formas típicas de la macla del aragonito. Molina de Aragón (Guadalajara). Foto: R. Jiménez, 2005.



Aragonito. Altura de la macla mayor: 2,6 cm. Anquela del Ducado (Guadalajara). Col: R. Jiménez. Foto: J. M. Sanchis.



Aragonito. Altura de la macla: 1,8 cm. Río Gallo, Molina de Aragón (Guadalajara). Colección: M. Calvo. Foto: J. M. Sanchis.

recen los terrenos del Keuper bajo una estrecha franja de carbonatos de edad jurásica, en la parte más baja de un cerro coronado por un potente banco de conglomerados terciarios. En este afloramiento, con abundante yeso, se puede encontrar aragonito de color rojizo, bastante alterado, en forma de piñas de hasta 5 cm de diámetro con las maclas prismáticas muy apretadas. También aparece como asociaciones formadas de un grupo de maclas en paralelo o ligeramente inclinadas con respecto a una central de mayor tamaño, que llegan hasta 3 cm de longitud. Por último, también hay drusas de gran tamaño, compuestas por nume-

rosas maclas, muy alteradas y que se disgregan fácilmente.

UREX DE MEDINACELI

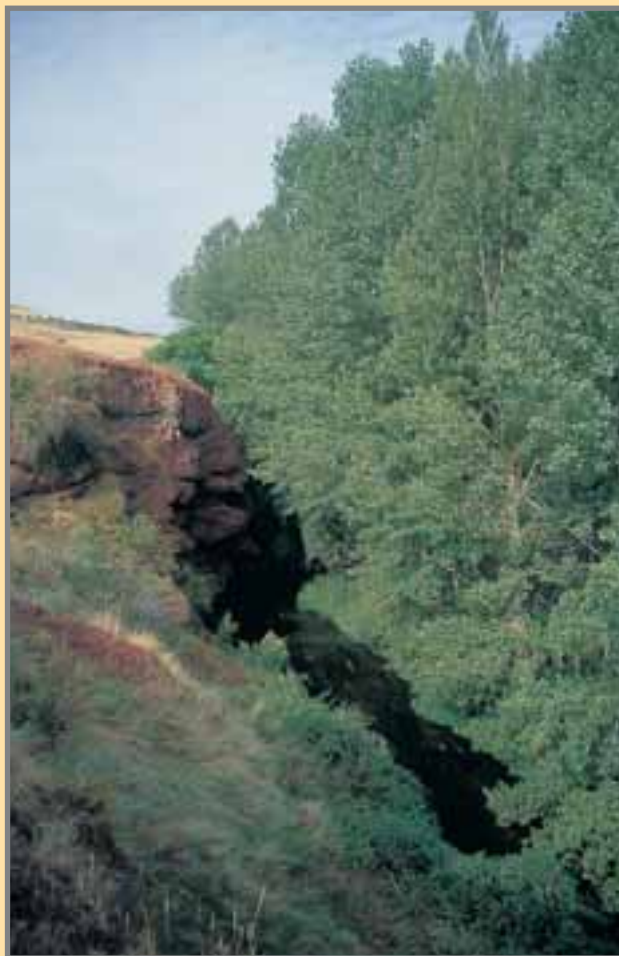
El yacimiento donde aparece el aragonito está enclavado en la caída hacia el este de los "Altos de Pilarrás", en el valle excavado por el río Blanco, muy cerca de los pilares que sustentan el puente de la vía férrea de alta velocidad, a unos 300 m al NO del pueblo, que pertenece como los anteriores al término municipal de Arcos de Jalón. Se trata de un coluvión a media ladera, delimitado por el Keuper hacia el Este y por las carniolas hacia el Oes-

te. Curiosamente, no encontramos aragonitos "in situ" en las arcillas y yesos del Keuper, apareciendo solamente sueltos, rodados y alterados. Las maclas tienen hábito equidimensional o algo alargado, con una longitud entre 1 cm y 3 cm, y son de color rojizo.

Palencia

AGUILAR DE CAMPÓO

Se han encontrado pequeñas maclas de aragonito en los alrededores de la antigua mina de yeso situada en el paraje de "La Setura", en la ladera oeste del Cerro de los Mártires, ya dentro del casco urba-



Garganta del río Gallo a su paso por el yacimiento de clásico aragonito. Foto: G. García, 2003.



En la bajada hacia el barranco de La Salcada, se observa un bonito Keuper, Anquela del Ducado (Guadalajara). Foto: R. Jiménez, 2005.



Aragonito meteorizado. Diámetro: 4 cm. Cerro Carrascalejo, Cobeta (Guadalajara). Col: R. Jiménez. Foto: J. M. Sanchis.

no de Aguilar de Campoo, en la zona situada al sur del vertedero cerca de la carretera comarcal P-212. La mayor concentración de aragonitos aparece cerca de las zonas edificadas, a techo del Keuper y por debajo de las carniolas del Lías, en un flanco del denominado anticlinal de El Portillo. Las maclas de aragonito son, o bien de morfología tabular con las caras basales lisas, o bien prismáticas alargadas con las caras basales muy irregulares, mostrando estas las terminaciones de los cristales individuales. Su tamaño habitual es de menos de 1 cm, y son de color rojizo, algo más transparentes los prismáticos. Generalmente se encuentran como maclas individuales, aunque también aparecen algunas maclas tabulares con otras menores creciendo sobre sus caras basales. Además de maclas de aragonito, aparecen también cristales de yeso y pequeños cristales de cuarzo, grises o rojos.

CASTILLA LA MANCHA

Guadalajara

MOLINA DE ARAGÓN

La localidad tipo, de donde proceden los ejemplares descritos por Torrubia (1754) y por los autores que trataron de este mineral en las décadas siguientes, está situada en el barranco que queda entre la carretera comarcal de Molina de Aragón a Ventosa y el río Gallo, en la primera curva tras pasar el km 1. En esta zona, el río Gallo secciona al Keuper en su formación evaporítica superior, donde los aragonitos aparecen implantados en el yeso. A medida que se asciende desde el río hacia la carretera se puede observar la enorme cantidad de aragonitos que se han desprendido del yeso o que afloran en la arcilla, donde también aparecen. También se encuentran en los talu-

des de la carretera, a ambos lados de ella.

Los aragonitos de este yacimiento no son muy grandes, ya que no suelen pasar de los 3 cm de longitud, siendo lo más normal un tamaño entre 1 cm y 2 cm. Los ejemplares más grandes suelen rodar con facilidad por la pendiente, llegando al lecho del río, donde en la época estival se pueden recoger ejemplares de hasta 5 cm. Aparecen principalmente formando maclas simples pseudohexagonales, con las caras basales planas, con una relación de longitud a anchura del prisma entre 1:2 y 2:1. También se pueden encontrar asociaciones varias maclas, normalmente 2, en las que una de ellos es de tamaño claramente mayor, y, más raramente, “piñas” de unos 2 cm de diámetro.

El color es predominantemente rojizo y es frecuente que la parte central del prisma tenga tonos violetas. También aparecen ocasionalmente de color gris.

ARAGONITOS



Ambas caras del mismo ejemplar de aragonito. Dimensión mayor: 1,7 cm. Olmeda de Cobeta (Guadalajara). Col: R. Jiménez. Foto: J. M. Sanchis.



Cobeta (Guadalajara). Afloramiento del Keuper a media ladera del Cerro Carrasca-lejo. Foto: R. Jiménez, 2005.



Cobeta (Guadalajara). Ermita de San Antonio, en la falda sur del Cerro Carrasca-lejo, visto desde uno de los afloramientos. Foto: R. Jiménez, 2005.

Habitualmente todas las caras, incluso las bases del prisma, son muy brillantes, sobre todo cuando se extraen de la arcilla, sin que se hayan alterado por meteorización. Los ejemplares menores pueden ser bastante traslúcidos. En este yacimiento es fácil encontrar también pequeños cristales de cuarzo de la variedad “jacinto de Compostela”, tanto blancos como rojos, en tamaños generalmente milimétricos, y a veces situados sobre las propias maclas de aragonito, tal como ya describió Romé de l'Isle (1767).

Dado el interés del yacimiento, y la difusión de los ejemplares procedentes de él, se ha estudiado extensamente. La composición química fue analizada ya por Stromeyer (1813) y por Llord (1909), encontrando siempre un contenido significativo de estroncio, resultados que fueron refrendados posteriormente por Galán, E. *et al.* (1974).

A poco más de 1 km al SO de Molina de Aragón, en el paraje conocido como “Morro Gorrino”, se encuentra un yacimiento de aragonitos que no aparece indicado específicamente en ningún trabajo publicado (de hecho, en los mapas geológicos ni siquiera se indica que en esa zona existan afloramientos de terrenos del Keuper) pero que indudablemente debe ser conocido desde antiguo. La razón de esta suposición es la presencia en la literatura científica, desde mediados del siglo XIX, de representaciones de maclas procedentes de “Molina de Aragón” en las que las terminaciones del prisma, que no tiene contorno hexagonal regular, no son planas, sino “dentadas”, con las caras terminales de cada cristal individual bien evidentes.

Junto con estas maclas aparecen también maclas de la morfología normal, con las caras basales lisas, pero claramente más alargadas que las que se encuentran en la zona del río Gallo, con desarrollo

columnar o incluso bacilar, muy brillantes, rojizas o grises, y en algunos casos casi incoloras y transparentes. Se han encontrado maclas de hasta 6 cm, de longitud, aunque normalmente no sobrepasen los 3 cm. Este yacimiento es accesible desde Molina de Aragón por un camino que parte de la plaza de toros. Se trata de un pequeño manchón triásico, en la falda NO del cerro de “Morro Gorrino”, que ha quedado al descubierto bajo el Terciario detrítico que ocupa el valle.

ANQUELA DEL DUCADO

El yacimiento de aragonito de Anque-la del Ducado es accesible siguiendo la pista que discurre paralela al arroyo de Anque-la, y que sube hacia el Oeste unos 3 km. Al coronar el monte gira a la izquierda, estando el yacimiento a unos 300 m, en plena bajada hacia el Barranco de la Salceda. Se encuentra en una zona cercana al frente de cabalgamiento que ha puesto al

ARAGONITOS



Original hábito de macla de aragonito. Dimensión mayor: 1 cm. Olmeda de Cobeta (Guadalajara). Colección: R. Jiménez. Foto: J. M. Sanchis.



Vista general del valle de Olmeda de Cobeta (Guadalajara), donde se encuentran unos aragonitos muy característicos, con los cristales de la macla individualizados. Foto: R. Jiménez, 2005.

descubierto los terrenos del Keuper a media ladera del cerro, llegando hasta el camino.

En este yacimiento aparecen diferentes tipos de aragonito. El más abundante es el formado por una macla individual, de hasta 5 cm de longitud y desarrollo aproximadamente equidimensional o algo alargado. Son tanto rojas como grises y éstas últimas suelen estar zonadas en tonos violetas hacia el centro del prisma y todo a su alrededor. Normalmente presentan pequeños prismas secundarios, de pocos milímetros, creciendo en perpendicular al prisma principal. Sus caras basales son lisas.

Menos comunes, pero también relativamente frecuentes, son las agrupaciones en forma de piña, elongadas, desarrolladas a partir de un prisma principal de entre 3 cm y 6 cm de longitud. Este prisma principal suele ser rojizo y con las caras basales lisas, mientras que los prismas menores, los que forman la piña, suelen tener las caras basales en forma de “cristales de hielo”.

Se encuentran también asociaciones de varios prismas creciendo en paralelo, interpenetrados entre sí y normalmente grises con zonados en tonos violetas. El conjunto presenta en este caso un aspec-



Piña de maclas de aragonito. Diámetro de la piña: 2,8 cm. Canales de Molina - Corduente (Guadalajara). Col: R. Jiménez. Foto: J. M. Sanchis.

to tabular, con hasta 3 cm de longitud y unos 6 cm en su eje mayor, perpendicular en este caso a la longitud. Finalmente, aparecen ocasionalmente una especie de “nódulos” formados por numerosos prismas creciendo desordenadamente y que se suelen romper al intentar extraerlos de la arcilla donde aparecen.

COBETA

En Cobeta aparecen maclas de aragonito al menos en dos parajes, los conocidos como “Peña Grande” y como “Cerro Carrascalejo”. Para acceder al primero de ellos es necesario tomar la pista forestal que se dirige desde Cobeta hacia Olmeda de Cobeta, y que discurre junto al Arroyo de la Vega. Unos 200 metros antes de llegar a la ermita de San Antonio, se ven al Este dos cerros semejantes, Peña Grande y Peña Chica, que es como se le conoce en la zona al que queda más alejado del camino a pesar de que sólo hay una diferencia de 2 m de altitud entre ellos. Para acceder al yacimiento, que queda a media ladera del cerro que está coronado por materiales carbonatados jurásicos, es necesario cruzar el arroyo. Las maclas de aragonito son pequeñas, no sobrepasando los 3 cm de longitud, presentan una morfología de prisma hexagonal sencilla, son de color rojizo y suelen estar alterados, incluso las que se encuentran dentro de la arcilla.

El acceso al Cerro Carrascalejo se lleva a cabo siguiendo el mismo camino que en el caso anterior, continuando en este caso hasta la ermita de San Antonio, situada en la falda sur del Cerro Carrascalejo. Se vuelve a encontrar el típico cerro coronado por rocas jurásicas que presenta el Keuper a media ladera y en cuyo techo aparecen abundantes aragonitos. Las maclas de aragonito son bastante grandes, de hasta 7 cm de longitud, y de un grosor del mismo orden, rojizos o grises, y se presentan en superficie bastante alterados, aunque lo más probable es que en profundidad aparezcan muestras más estéticas. En la zona es fácil encontrar también ejemplares de cuarzo del tipo “jacinto de Compostela”, de color rojo, y yeso tanto rojo como fibroso.

OLMEDA DE COBETA

Al E de esta localidad aflora el Keuper en una zona situada entre el arroyo del Valle y los cerros que quedan hacia el N, “el Tomillar” y “el Carrascalejo”. A pesar de pertenecer al mismo manchón triásico y distar menos de 500 metros, se puede considerar la existencia de dos yacimientos distintos, dadas las diferencias en las características de los ejemplares que aparecen en cada uno de ellos.

El primero está situado a aproximadamente a 1 km al E del pueblo y es accesible por un camino que discurre justo al N del arroyo del Valle, fácil de identificar porque el propio camino corta al Keuper. Los aragonitos se presentan en maclas sencillas de contorno hexagonal y caras basales planas, en colores rojizos y no suelen sobrepasar los 5 cm en su dimensión mayor, con desarrollo equidimensional. También aparecen una especie de “maclas en mariposa”, “aspas” y “cruces deformadas” de hasta 1 cm de longitud en su eje mayor, compuestas por varios cristales de aragonito, que parecen indicar que en un momento dado se detuvo el crecimiento de las maclas, constituyendo lo que ahora observamos, verdaderos núcleos de cristalización. Son siempre rojizos y representan una rareza dentro de los tipos morfológicos conocidos para este mineral.



Canales de Molina (Guadalajara). Por el camino que discurre paralelo al arroyo hay unos campos de labor en el Keuper, en los que se pueden encontrar abundantes piñas esféricas. Foto: R. Jiménez, 2005.



Agrupación de varias maclas de aragonito. Longitud de la macla mayor: 3,8 cm. Arroyo del Salobral, Canales de Molina (Guadalajara). Colección: R. Jiménez. Foto: J. M. Sanchis.

El otro afloramiento está situado a unos 500 m al NE del anterior, siguiendo el mismo camino hasta llegar a unas tierras de labor donde aparecen fragmentos de maclas de aragonito. Justo al norte, en el límite de esa zona de siembra con el monte, se puede observar el Keuper con aragonitos tabulares, cristalizados en prismas cortos, de hasta 6 cm de diámetro por 2 cm de altura, en colores rojizos, grises y excepcionalmente violáceos. En ocasiones presentan otras maclas menores, desarrollándose en el centro de las caras basales. En todo el Keuper de la zona es fácil encontrar “jacintos de Compostela”, tanto en cris-

tales biterminados como en pequeñas piñas de color rojo.

CANALES DE MOLINA

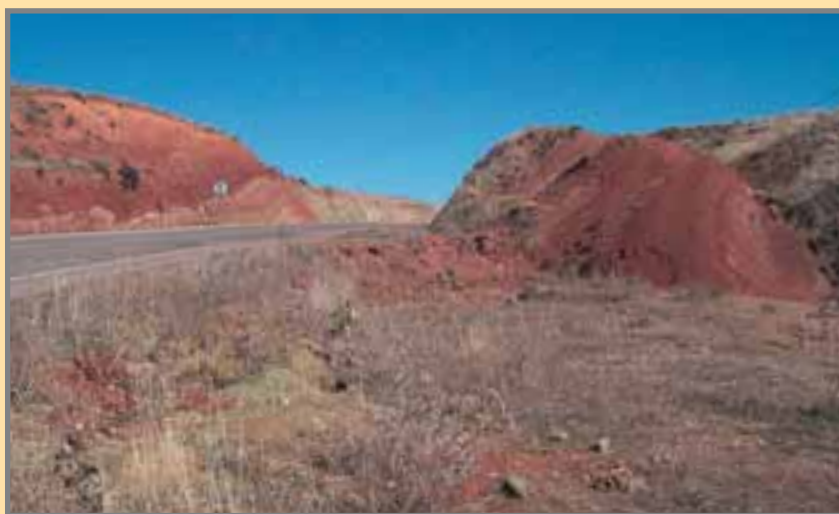
En esta localidad se van a considerar dos yacimientos distintos, aunque ambos se sitúan en el mismo afloramiento del Keuper. Lo que sí es común a ambos es que se encuentran situados al Oeste de un contacto mecánico producido mediante una falla de dirección N-S por donde discurre un arroyo y que ha seccionado a los materiales del Keuper, dejando una parte del mismo en el valle de Corduente y la otra en el valle de Canales de Molina. Los hábitos de cristalización encon-



Luzón (Guadalajara). Una gran superficie de la zona de estudio fue devastada por el fuego en julio de 2005. Foto: R. Jiménez, 2005.



Al oeste de la estación de Sigüenza, existe un yacimiento que fue descrito por Castro y Fernández (1916), que todavía hoy puede visitarse. Foto: R. Jiménez, 2005.



El nuevo trazado de la carretera, ha cortado un keuper con aragonitos. Valsalobre (Guadalajara). Foto: R. Jiménez, 2005.

trados en una y otra parte muestran notables diferencias, lo que nos ha llevado a tratarlos de forma separada como yacimientos independientes.

El primero de estos yacimientos se encuentra situado en el Arroyo del Salobre, a unos 3 km al sur de Canales de Molina. Siguiendo el camino que discurre paralelo al arroyo, hacia el Oeste aparece un sembrado realizado plenamente sobre los materiales arcillosos del Keuper. En esos campos de labor las zonas de mayor cota representan al techo de Keuper, y en ellos se pueden encontrar abundantes piñas esféricas, de unos 3 cm de diámetro, rojas y ocasionalmente grises.

El otro yacimiento se encuentra a escasamente 200 metros hacia el Norte, en el paraje de Las Hoyas. Allí los aragonitos son muy abundantes, en especial las maclas individuales y las piñas alargadas. Aparecen generalmente sueltos, pero a veces se pueden encontrar implantados en el yeso. Las maclas individuales aparecen como prismas largos, de color rojo o gris, estos últimos con zonados en tonos violetas en la parte central del prisma. Alcanzan una longitud de hasta 5 cm, y relaciones de longitud a anchura cercanas a 3. No suelen ser prismas totalmente aislados, sino que tienen otros muy pequeños creciendo perpendiculares a sus caras laterales. También se encuentran asociaciones desordenadas de dos o más prismas de un tamaño similar, formando ángulos agudos entre ellos y con las mismas características individuales que los prismas largos. Mucho menos comunes son las asociaciones desordenadas de numerosos prismas, en las que lo normal es que aparezcan varios de mayor tamaño y muchos pequeños, bien rodeando a uno mayor en forma de piña, bien creciendo anárquicamente a lo largo de las caras de un prisma mayor. Entre estos últimos aparecen algunos ejemplares que han crecido junto a docenas de pequeños cristales de cuarzo de color blanco, bastante deformados.

Además de estas formas se encuentran también asociaciones en forma de

piña, bien con desarrollo esférico formadas por maclas semejantes, normalmente rojizas, alteradas, y de unos 5 cm de diámetro, o bien piñas elongadas en las que un prisma alargado mucho más desarrollado hace las veces de eje de la piña, concentrándose el resto de prismas, muy pequeños, en la zona central del eje. Suelen ser rojizas y el tamaño del prisma principal alcanza en este caso los 6 cm de longitud.

VALSALOBRE

El yacimiento de aragonito de Valsalobre está situado en la falda Este del Cerro Pelado, quedando cortado por la carretera comarcal CM-210, entre los kilómetros 95 y 96. El Cerro Pelado está coronado por un paquete carbonatado de carniolas del Jurásico. La carretera corta a los materiales del Keuper a la altura de los niveles donde habitualmente aparecen los aragonitos. Así, en sus taludes se observa un nivel muy evidente donde aparecen maclas con hábito de prismas cortos o equidimensionales, pequeños, de entre 1 cm y 2 cm de longitud, normalmente rojizos y con sus caras basales muy corroídas. Dan lugar a formas de “cristales de hielo” incluso sin caras basales definidas, en cuyo caso se observan terminaciones apuntadas de cristales simples. También se encuentran asociaciones de maclas menores alrededor de la zona central de una macla mayor y muy raramente “nódulos” de cristales.



Vista de Sigüenza desde la carretera a Pelegrina. Foto: R. Jiménez, 2005.



Grupo de maclas de aragonito. Altura de la macla mayor: 4,5 cm. Luzón (Guadalajara). Colección: R. Jiménez. Foto: J. M. Sanchis.



Sigüenza (Guadalajara). Afloramientos del Keuper a la entrada de la localidad desde la N-II. Foto: R. Jiménez, 2005.

LUZÓN

El yacimiento de aragonito se encuentra a unos 500 metros al SO del pueblo. Para acceder a él hay que coger un camino que discurre por la vertiente norte del río Tajuña, en dirección a Anguita. Aproximadamente a 1 km se puede cruzar el río, y se vuelve a tomar dirección a Luzón, esta vez por la orilla S del río, que discurre por la falda N del Cerro de los Frailes, hasta llegar a una torrentera cuaternaria con gravas. En este punto es necesario remontar el arroyo hasta encontrar las arcillas del Keuper, negras y rojizas en la zona, que se observan en la orilla N del mismo. Este yacimiento es muy conocido, y consecuentemente se pueden ver numerosas excavaciones producidas por la actividad de buscadores o aficionados a la mineralogía, que afortunadamente dejan al descubierto, para disfrute general, los niveles más interesantes para la observación y recolección de las maclas de aragonito.

Los aragonitos de esta zona son rojizos, grises o negros, dependiendo de sus inclusiones de arcilla, que se presenta en estos colores según los niveles, y que en esta zona contiene en algunos de ellos abundante materia orgánica. Incluso algunas maclas aparecen con zonas de colores diferentes. El color negro de estos aragonitos se ha atribuido a la presencia de materia orgánica y de pirolusita (Galán *et al.*, 1974). Predominan las maclas pseudohexagonales aisladas, aunque son también comunes los agregados compuestos por un prisma principal y otros mucho más pequeños desarrollándose en la zona central de las caras del prisma principal. Las caras terminales de las maclas de color rojizo suelen presentar aspecto de “cristales de hielo”, mientras que en los prismas grises y negros, las caras basales son mucho más variadas, desde lisas, a agrupaciones de terminaciones apuntadas de los cristales individuales, pasando por los típicos “cristales de hielo”. En cuanto al tamaño, no suelen sobrepasar los 3 cm de longitud, siendo lo normal que oscile entre 1 cm y 2 cm. Hay dos poblaciones distintas en cuanto a las relaciones de longitud a anchura, y así, hay



En este yacimiento aparecen aragonitos en tonos oscuros, llegando a ser negros. Luzón (Guadalajara). Foto: R. Jiménez, 2005.



Moratilla de Henares. Detalle de pequeñas excavaciones para el muestreo de ejemplares inalterados. Foto: R. Jiménez, 2005.



Todos los terrenos de cultivos del suroeste de la localidad de Horna (Guadalajara) presentan amplias extensiones de Keuper donde los aragonitos se encuentran sueltos. Foto: R. Jiménez, 2005.