

Modelos cristalográficos en terracota de Jean Baptiste Romé de L'Isle (Siglo XVIII). Catálogo de la colección del Departamento de Cristalografía y Mineralogía de la Universidad Complutense de Madrid

The terracotta crystal models of Jean Baptiste Romé de L'Isle (18th century). The collection of the Department of Crystallography and Mineralogy of the Madrid Complutense University

M.^a Victoria López-Acevedo Cornejo

Departamento de Cristalografía y Mineralogía. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid. 28040 Madrid, vcornejo@geo.ucm.es

PALABRAS CLAVE: Romé de L'Isle, Sólidos cristalográficos, Modelos de terracota, Gabinetes mineralógicos.

KEY WORDS: Romé de L'Isle, Crystal models, Terracotta models, Mineralogical cabinets.

RESUMEN

En este trabajo se publica el catálogo de una colección de modelos cristalográficos de terracota, atribuidos a Jean Baptiste Romé de L'Isle. Este gran mineralogista del siglo XVIII, considerado como uno de los fundadores de la Cristalografía, realizó varias colecciones similares, para ofrecerlas como reclamo publicitario junto a su libro "Cristallographie", que publicó en 1783. En la actualidad se conoce la existencia de otras cinco colecciones más que se conservan en diferentes museos europeos. Todas ellas fueron moldeadas a mano, con arcilla, y cocidas en la Real Fábrica de Porcelana de Sèvres. La colección del Departamento de Cristalografía de la Universidad Complutense consta de 186 piezas y entre ellas hay reproducciones de minerales, maclas y representantes de los Sistemas Cristalinos. Es posible que en un principio fuera más numerosa, pero debido a las múltiples vicisitudes sufridas a lo largo de los años (robos, extraviados, ...) puede que se hayan perdido algunos ejemplares.

ABSTRACT

The beautiful polyhedral shapes sometimes found in natural crystals, together with their other qualities, such as transparency or brilliant colours, are probably the historic reasons why man took such an interest in these minerals and began to study them. This was the origin of the science of Crystallography, which in those early days was inextricably linked to Mineralogy. The main objective was to look for explanations for this external regularity and symmetry. This required detailed description and a suitable way of representing the greatest possible number of forms. As there is a relative scarcity of examples that are whole, well-crystallized, and of an acceptable size, it will be appreciated that larger, idealized artificial models are necessary in order to facilitate the measuring and testing required to establish the first laws of crystallography.

In this sense, the cutout models published by STENO in his *Prodromus* (1669), which were designed to make three-dimensional crystallographic models from paper, are worthy of mention. It was not until a century later, however, that this idea was put into practice by Romé de L'Isle, a self-taught genius born in Gray (France) in 1736. After studying Humanities in Paris, he became an officer in the Marine and was able to expand his collection of minerals by acquiring new specimens from the different places he visited. He returned to Paris in 1764, where he met Georges Baltazar Sage, founder of the Paris School of Mines, who helped him to find work classifying and editing catalogs for private mineral collections. This way, he was able to establish himself as an authentic expert on the subject (AMORÓS, 1978).

He was particularly interested in crystalline morphologies and realized, through his continuous research in this field, that three-dimensional models were essential for the purposes of description and measurement. His first models used sheets of metal, but these were difficult to make and not very accurate. He then came up with the idea of making clay molds and firing them in a kiln. To do this, he enlisted the help of one of his friends who had access to the Royal Porcelain Factory at Sèvres. The method was not simple, but, thanks to his efforts and those of his assistants, within a few years they had produced hundreds of models of crystals, up to a maximum of 3 cm, with forms and angles of great consistency and accuracy. It is not known exactly what processes they used to achieve such a degree of accuracy in such soft material, nor how they were able to prevent the figures from becoming misshapen during firing.

These models represented idealized minerals, deduced from their natural equivalents. The method was based on selecting a "primitive" form (for example, a prism or a cube) from which other "secondary" forms could be obtained by cutting their vertices and beveling their edges, without considering the presence or action of elements of symmetry. The resulting polyhedra were not related to the Crystal Systems until 30 years later, when they were recognized by WEISS (1815).

In 1783 he published his most important book *Cristallographie*, which contained hundreds of drawings and descriptions of minerals. As it was a very expensive book, he decided to offer each buyer a collection of 448 terracotta models, representing all the minerals described in the book, with the aim of improving and promoting sales. This proved to be a resounding success and in a few years many of these collections were sold throughout Europe. There were also smaller luxury collections that were presented in beautiful leather boxes. These were considered to be objects of value and were never used for teaching purposes. Thanks to this, many of these examples have been preserved and can be seen today in a number of European museums, including the Museum d'Histoire Naturelle in Paris, the Naturhistorisches Museum in Vienna, Teyler's Museum in Haarlem, the Uni-

versity Museum in Utrecht and the British Museum in London (TOURET, 2004). The present work consists of the cataloging of a collection of 186 terracotta pieces from the Department of Crystallography of the Complutense University, attributed to Romé de L'Isle. Originally there may have been more, but it is likely that some examples have been lost through the many misfortunes that have befallen them over time (theft, misplacement etc.). Classification has been carried out according to the following criteria:

(i) Respecting the original idea of Romé de L'Isle, the pieces are grouped according to the name of the mineral or compound they represent, provided that these are unmistakably recognizable. They are ordered alphabetically, the number of pieces is indicated (in brackets) and there is a description of the combination of crystalline forms present in each one.

(ii) Pieces that are difficult to recognize have been grouped in the Crystal System to which they belong. Each system contains subgroups according to Classes of Symmetry and the constituent crystalline forms are described, differentiating between "primitive" and "secondary", according to the criteria of Romé de L'Isle.

(iii) Finally, consideration is given to rare examples.

1. INTRODUCCIÓN

Las bellas formas poliédricas que a veces presentan los cristales naturales, unidas a otras cualidades como la transparencia o los brillantes colores, pudieron ser la causa histórica de que los hombres se interesaran por estos materiales e iniciaran su estudio, dando origen a la Cristalografía (indisolublemente unida a la Mineralogía, en aquellos primeros tiempos). Su objetivo principal, la búsqueda de explicaciones para esta regularidad y simetría externas, exigía la descripción exhaustiva y la representación adecuada del mayor número posible de formas. Además, si se tiene en cuenta que los ejemplares bien cristalizados, completos y de tamaño aceptable son relativamente escasos, se comprende la necesidad de tener modelos artificiales, grandes e idealizados, que facilitaran las medidas y comprobaciones necesarias para establecer las primeras leyes cristalográficas.

En este sentido, son dignos de mención los recortables publicados por STENO en su *Prodrromus* (1669) (AMORÓS, 1978), diseñados para construir modelos cristalográficos tridimensionales de papel. Esta idea, sin embargo, no se materializó hasta un siglo después, y fue Romé de L'Isle quien lo hizo. Este personaje, autodidacta genial, nació en Gray (Francia) en 1736, realizó sus estudios de Humanidades en París, y tras un período transcurrido como oficial de Marina, durante el cual aprovechó para incrementar su colección de minerales, a base de recoger nuevas especies en los diferentes lugares que visitaba, regresó a París en 1764. Entonces conoció a Georges Baltazar Sage, fundador de la Escuela de Minas de esta ciudad, quien le ayudó a encontrar empleo como conservador de algunas colecciones mineralógicas privadas, clasificando y publicando sus correspondientes catálogos. De esta manera se consagró como un auténtico experto en la materia (AMORÓS, 1978).

Estaba muy interesado en encontrar una explicación que justificara las variadas morfologías de los cristales y a raíz de su incesante investigación en este campo, comprendió que los mode-

los tridimensionales eran esenciales para sus descripciones y medidas. Sus primeros modelos, realizados a base de láminas metálicas, eran difíciles de fabricar y no eran muy precisos, por lo que tuvo que idear otra cosa: se le ocurrió moldearlos con arcilla y cocerlos después en un horno, para lo que recurrió a uno de sus amigos que tenía acceso a la Real Fábrica de Porcelana de Sèvres. El método no era sencillo, pero él y sus colaboradores pusieron tanto empeño en su realización que en pocos años habían producido cientos de modelos cristalinos, de unos 3 cm como máximo, con formas y ángulos muy constantes y precisos. En realidad se desconoce el procedimiento exacto mediante el cual se hicieron estas figuras, como alcanzaron tal precisión en un material tan blando y sobre todo, como evitaron que se deformaran durante su cocción.

Estos modelos representaban minerales idealizados, deducidos a partir de sus equivalentes naturales. El método se basaba en elegir una forma "primitiva" (ej. un prisma, un cubo, ...) a partir de la cual se generaban otras formas "secundarias", a base de truncar sus vértices y biselar sus aristas, sin considerar, en ningún caso, la presencia o actuación de los elementos de simetría. Los poliedros obtenidos tampoco se relacionaron con los Sistemas Cristalinos hasta 30 años después, en que éstos fueron reconocidos por WEISS (1815).

En 1783 publicó el libro más importante de su vida, *Cristallographie*, que contenía cientos de dibujos y descripciones de minerales. Este libro era muy caro así que, con idea de mejorar y activar las ventas, decidió ofrecer a cada comprador una colección de 448 modelos de terracota, que representarían a todos los minerales descritos en dicho libro. El éxito fue rotundo y en pocos años se vendieron muchas de estas colecciones por toda Europa. Además hicieron otras colecciones de lujo, menos numerosas, que presentaban en preciosas cajas de cuero. Estos pequeños modelos se consideraron como objetos de valor y no fueron utilizados nunca con fines docentes. Gracias a ello se han conservado muchos ejemplares, que se pueden contemplar actualmente en

numerosos museos europeos: Museum d'Histoire Naturelle de París, Naturhistorisches Museum de Viena, Teyler's Museum de Haarlem, University Museum de Utrecht, British Museum de Londres, etc. (TOURET, 2004).

2. CATÁLOGO DE LA COLECCIÓN DE TERRACOTAS DEL DEPARTAMENTO DE CRISTALOGRAFÍA DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE

La colección de modelos cristalográficos de terracota, atribuidos a Romé de L'Isle, del Departamento de Cristalografía y Mineralogía de la Universidad Complutense de Madrid, consta de 186 piezas. No se dispone de ningún documento relativo a su compra, ni del inventario de los ejemplares adquiridos, por lo que tampoco se sabe el número de piezas originales. Los resultados de la búsqueda del libro *Cristallographie*, ponen de manifiesto la existencia de un ejemplar completo, con dos tomos repetidos (2º y 3º), en la biblioteca del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Esta institución estuvo estrechamente ligada a la Facultad de Geológicas y al Departamento de Cristalografía y Mineralogía en sus primeros tiempos, por lo que no se descarta la posibilidad de que la colección del Departamento, pueda estar relacionada con la adquisición de dichos libros.

2.1. Características de las etiquetas y codificación de las piezas

Algunas piezas conservan una pequeña etiqueta adherida, con unas siglas mecanografiadas. Dichas etiquetas son de dos tipos:

1. Rectangulares, con un número romano seguido de otro arábigo, separados por un punto y con un punto final.

2. Cuadradas, con un solo número arábigo.

Otras llevan estas mismas siglas escritas a mano, directamente en la superficie y generalmente con tinta. En este caso pueden no llevar los puntos de separación ni final. También pueden llevar escrito a mano, generalmente a lápiz: el nombre del mineral que representan, una fórmula química o los índices de algunas caras cristalinas. Raramente llevan dos números arábigos, separados por un punto o un guión. Finalmente, también hay piezas con dos etiquetas o con varios códigos combinados.

Esta colección fue trasladada temporalmente al Jardín Botánico de Madrid, con motivo de una exposición. Al devolverla a su emplazamiento original, una mano inexperta inutilizó la mayoría de las etiquetas, al pegar sobre ellas una cinta adhesiva de doble cara. En las descripciones que

figuran en este catálogo, se transcriben textualmente los códigos que actualmente pueden verse en cada una de las piezas de la colección, resaltados en negrita. Con tres puntos suspensivos se indica la presencia de borrones o tachaduras que impiden ver el código completo

2.2. Criterios de clasificación

La falta de continuidad entre los códigos descritos, no permite deducir claramente los criterios seguidos en clasificaciones anteriores, por lo que ha sido necesario establecer criterios nuevos. Estos son los siguientes:

1.º Se respeta la idea original de Romé de L'Isle y se agrupan las piezas en función del nombre del mineral o del compuesto que representan, siempre que éste sea reconocible inequívocamente. Se ordenan alfabéticamente, se indica el número total de piezas (entre paréntesis) y se describen las formas cristalinas que se combinan en cada una.

2.º Las piezas que son difícilmente reconocibles se agrupan según el Sistema Cristalino al que pertenecen. Dentro de cada sistema se hacen subgrupos por Clases de Simetría y se describen las formas cristalinas constituyentes, diferenciando "primarias" y "secundarias", según el criterio de Romé de L'Isle. Entre paréntesis se indica el número total de piezas de cada sistema.

3.º Finalmente se consideran los casos singulares.

De esta forma se mantiene, además, la misma organización que ha tenido la colección, durante muchos años, en su emplazamiento del Departamento de Cristalografía y Mineralogía.

2.2.1. Minerales

Albita (2). Combinaciones de varios pinacoides (Lám. I, figs. 1,2) (1: **VI 9**, 2: **VII. ...**).

Analcima (1). cubo, octaedro y triaquisoctaedro. (Lám. I, fig. 3) (**19.**).

Arsenopirita (3). Combinaciones de varios prismas rómbicos (uno muestra un desarrollo desigual de sus caras) (Lám. I, figs. 4 a 6) (**III.69.**).

Azúcar (1). Prisma, pinacoides y esfenoides. (Lám. I, fig. 7) (**Azúcar**).

Azufre (2). Pinacoide y dos bipirámides rómbicas (Lám. I, fig. 8) y bipirámide y prisma rómbicos (Lám. I, fig. 9) (8: **Azufre**, 9: **V 5 y 169**).

Azurita (1). Prisma y pinacoides (Lám. I, fig. 10) (**V.17.**).

Calcita (19). Combinaciones variadas de romboedros con: otros romboedros, prismas hexagonales y trigonales, escalenoedros y pinacoides (Lám. I, figs. 11 a 20 y Lám. II, figs. 1 a

9) (Lám. I.- 11: **119-3**, 13: **105-...** y CO_3Ca , 14: **IV 25**, 16: **104**, 17: **112**, 18: **IV 31**, 20: **115-2...**) (Lám. II.- 1: **105-1**, 2: **106**, 6: **IV 34**, 8: **109**).

Calcopirita (1). Biesfenoide tetragonal, pinacoide y bipirámide (Lám. II, fig. 10) (**209**).

Celestina (4). Combinaciones variadas de prismas rómbicos entre si y con bipirámide rómbica (Lám. II, figs. 11 a 14) (11: **Glauberita**, 12: **Topacio**, 13: **201**).

Cerusita (1). Pinacoide y dos prismas rómbicos. (Lám. II, fig. 15) (índices: **010**, **110**).

Corindón (1). Pinacoide, bipirámide hexagonal y romboedro (Lám. II, fig. 16) (**VI 42**).

Cuarzo (4). Combinaciones de dos romboedros y prisma hexagonal. Dos ejemplares muestran un desarrollo muy desigual de sus caras (Lám. II, figs. 17 a 20) (17: **VI 4** y **6**, 20: SiO_2 y **VI.38**).

Dolomita (4). Combinación de dos romboedros (Lám. III, figs. 1, 2) y combinación de tres romboedros y pinacoide (Lám. III, figs. 3, 4) (2: **III.9**., 3: **102**, 4: **101** y **4 19**).

Epidota (1). Combinación de varios prismas y un pinacoide con estrías (Lám. III, fig. 5) (**V 31** y **202**).

Esfalerita (3). Combinación de dos tetraedros (positivo y negativo) (Lám. III, fig. 6). Combinación de dos tetraedros (positivo y negativo) y cubo (Lám. III, fig. 7). Macla de contacto según {111} (Lám. III, fig. 8) (6: **29**, 7: **31** y **I 20**, 8: **III 16**).

Estauroлита (4). Combinación de pinacoide con tres prismas rómbicos, y tres maclas cruciformes, una cruz de San Andrés y dos rectangulares (Lám. III, figs. 9 a 12) (9 y 10: **VII 38**, 10: **Estauroлита**, 11: **VII.9**, 12: **VII.41**).

Hematites (4). Combinaciones variadas de romboedro con: otros romboedros, prisma hexagonal, y escalenoedro (Lám. III, figs. 13 a 16) (13: **II 40**, 14: $\text{¿Fe}_2\text{O}_3\text{?}$, 15: **II.36**., 16: Fe_2O_3).

Ortosa (6). Combinaciones de varios prismas y pinacoides (Lám. III, figs. 17 a 21) y una macla de Baveno (Lám. III, fig. 22) (20: **III 84**, 22: **V 26**).

Pirita (1). Cubo de caras estriadas (Lám. IV, fig. 1) (**V 11** y **65-1**).

Teruelita (1). Forma tabular según {0001}, compuesta por dos romboedros y un prisma estriado horizontalmente (Lám. IV, fig. 2) (**VI 25**).

Tetraedrita (1). Triaquistetraedro (Lám. IV, fig. 3).

Turmalina (1). Combinación de dos romboedros y dos prismas (Lám. IV, fig. 4) (**Turmalina**).

Yeso (6). Combinaciones de prisma y pinacoide (Lám. IV, figs. 5 a 9) y una macla en cola de golondrina (Lám. IV, fig. 10) (5: **IV 2**, 6: **V.37**., 7: **V.43** y **Natron**, 8: **V 27**, 9: **V.35**., 10: **V.41**).

2.2.2. Sistemas

Triclínico (8). Clase pinacoidal (-1). (Lám. V, figs. 1 a 8). Dos formas primitivas (Lámina V, figs. 1 y 5) (1: **IV.70**, 4: **IV.75**., 6: **IV.73**., 8: **IV.76**).

Monoclínico (16). Trece de la clase prismática (2/m) (Lám. V, figs. 9 a 13, 15 y 17 a 23), dos de la clase esfenoédrica (2) (Lám. V, figs. 16 y 24) y una de la clase domática (m) (Lám. V, fig. 14). Tres formas primitivas (Lám. V, figs. 9 a 11) (16: **VII.24**., 17: **V.28**., 20: **V 10**, 21: **V.11**., 22: **V.34**).

Rómbico (17). Dieciséis de la clase bipiramidal rómbica (mmm) (Lám. VI, figs. 1 a 16) y una de la clase piramidal rómbica (2mm) (Lám. VI, fig. 17). Una forma primitiva (Lám. VI, fig. 1) (2: **V.2**, 4: **164**, 7: **III.63**, 8: **158**, 11: **VII.18**, 12: **VII.14**, 13: **V.39**, 14: **VII.6**, 15: **III.81**., 16: **II.2**).

Tetragonal (6). Tres de la clase bipiramidal ditetragonal (4/mmm) (Lám. VII, figs. 4 a 6) y tres de la clase escalenoédrica tetragonal (-42m) (Lám. VII, figs. 1 a 3), una de ellas incompleta. (Lám. VII, fig. 3). Una forma primitiva (Lám. VII, fig. 4).

Cúbico (24). Doce de la clase hexaquisoédrica (m3m) (Lám. VII, figs. 7 a 13 y Lám. VIII, figs. 1 a 5) y doce de la clase tetraédrica (-43m) (Lám. VIII, figs. 6 a 17). Dos formas primitivas (Lám. VII, fig. 13 y Lám. VIII, fig. 10) (Lám. VII.- 7: **1-II**, 8 y 10: **65 2**, 12: **= 5**, 13: **11** e índices **111**) (Lám. VIII.- 1: **19** y **II.73**, 2 y 5: **14**, 3: **10** y **IV.69**, 4: **108**, 6: **54**, 7: **1 14**, 8: **1 13** y **39**, 9: **48**, 10: **1 25** y **33**, 11: **1.27**, 12: **50**, 14: **42**, 15: **31**, 16: **I ...**).

Hexagonal (10). Cinco de la clase bipiramidal dihedral (6/mmm) (Lám. IX, figs. 1 a 5), dos de la clase piramidal dihedral (6mm) (Lám. IX, figs. 6 y 7) y tres de la clase bipiramidal ditrigonal (-62m) (Lám. IX, figs. 8 a 10). (1: **94-1** y **VI 39**, 2: **87.5** y **538**, 4: **110**, 5: **89**, 6 y 7: **VI.36**, 8: **VI.11** y **136**, 9: **35**).

Trigonal (31). Veintisiete de la clase escalenoédrica trigonal (-3m) (Lám. IX, figs. 11 a 14 y 17 a 22 y Lám. X, figs. 1 a 17) y cuatro de la clase piramidal ditrigonal (3m) (Lám. IX, figs. 15, 16 y Lám. X, figs. 18, 19). Una forma primitiva (Lám. IX, fig. 11) (Lám. IX.- 11: **.66**, 12: **IV 6**., 13: **105-3**, 14: **IV 61**, 15: **3**, 19: **128**) (Lám. X.- (3: **IV 59**, 4: **108-4**, 6: **108-3**, 7: **IV 51**, 9: **102-2**, 11: **101**, 13: **120**, 16: **484**, 17: **105**)).

2.2.3. Casos Singulares

Pieza cruciforme. Combinación de bipirámide y prisma tetragonales, con cuatro profundas hendiduras "dihédricas", según las aristas <001> (Lám. IV, figs. 11 a, b) (**IV 110**).

Simetría pentagonal. Combinación de bipirámide pentagonal y pinacoide (Lám. IV, figs. 12 a, b) (**56**).

3. DISCUSIÓN

La colección de terracotas objeto de este trabajo presenta un etiquetado complejo que indica la existencia de procesos de reorganización, reestructuración y revisiones posteriores a la formación inicial de la colección. Es frecuente encontrar piezas con dos etiquetas o con varios códigos combinados.

El estudio de dicho etiquetado se ve dificultado por su falta de continuidad, motivada en parte por la inutilización de algunas etiquetas, sufrida como consecuencia de su traslado temporal a una exposición y sobre todo, motivada por la pérdida de muchas piezas. Esta colección podría estar ligada a los ejemplares del libro de Romé de L'Isle que se encuentran actualmente en la biblioteca del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Si se tiene en cuenta que las colecciones iniciales estaban integradas por 438 piezas, faltarían 362. Por otra parte, la existencia de piezas repetidas (Lám. IX, figs. 12, 13), etiquetadas a veces con los mismos códigos (Lám. III, figs. 9, 10: **VII 38**, Lám VII, figs. 8, 10: **65.2** y Lám. VIII, figs. 2, 5: **14**), podrían indicar que hubo dos colecciones iniciales. Esta posibilidad se vería apoyada por los dos ejemplares del libro (uno incompleto) que se encuentran en la citada biblioteca.

En relación a los diferentes tipos de códigos que presentan, el más importante es el que muestra un número romano seguido de otro arábigo, ya que hace referencia a la misma clasificación empleada en el libro. Se han comparado todos los poliedros de la colección cuyo código aparece encabezado por un **VI**, ocho en total, con los dibujos de la "planche 6" del libro, titulada "*LE DODECAEDRE A PLANS TRIANGULAIRES et ses Modifications*", y se tiene un 100% de coincidencia. Es decir, los ocho modelos están representados y además, el número arábigo que sigue al **VI** romano, coincide en todos ellos con el número de la figura correspondiente (Lám. I, fig. 1: **VI 9**, Lám. II, figs. 16: **VI 42**, 17: **VI 4**, 20: **VI 38**, Lám. IV, fig. 2: **VI 25**, Lám. IX, figs. 1: **VI 39**, 7: **VI.36**, 8: **VI 11**).

En el caso de los códigos consistentes en un único número arábigo, no se deducen relaciones ni secuencias claras. La presencia de valores superiores a 180 (piezas actuales), indica que esta numeración debió realizarse, cuando la colección era más numerosa. Incluso, la presencia de dos ejemplares con un número superior a 448 (Lám. IX, fig. 2: **538** y Lám. X, fig. 16: **484**), apoya la hipótesis expuesta de que inicialmente hubiera

dos colecciones. En este sentido, cabe destacar que de ser así, la pérdida de piezas sería mucho más importante que la calculada anteriormente (ascendería a 810).

Los demás códigos son minoritarios en relación a estos dos tipos y posiblemente, sean posteriores a ellos (incluyen nombres de minerales en castellano e incluso fórmulas químicas y los índices de algunas caras).

Finalmente, resaltar que, por razones obvias las etiquetas macanografiadas no son originales y que las inscripciones realizadas a mano, deben ser posteriores al etiquetado, ya que por una parte no figuran en todas las piezas de la colección y además, muestran una caligrafía fea y descuidada, realizada posiblemente al despegarse la etiqueta, como medida definitiva para evitar que se perdiera su código.

AGRADECIMENTOS

Este trabajo ha sido financiado con la ayuda concedida por la UCM y la CAM, al Grupo de Investigación, nº 910386. Las observaciones, sugerencias y el apoyo técnico de los Drs. Rafael Lozano, José M^a Martín Pozas, Marisa García Romero y Cristóbal Viedma, así como la inestimable ayuda de M^a Victoria Romero en la búsqueda bibliográfica, han contribuido a mejorar este trabajo.

Recibido el día 25 de abril de 2006

Aceptado el día 5 de junio de 2006

BIBLIOGRAFÍA

- AMORÓS, J. L. 1978. *La gran aventura del cristal. Naturaleza y evolución de la Ciencia de los cristales*. 327 págs. Editorial de la Universidad Complutense. Madrid.
- STENO, N. (STENONIS, N.) 1669. *De Solido intra Solidum Naturaliter Contento. Dissertationis Prodromus*. Firenze.
- ROMÉ DE L'ISLE, J. B. 1783. *Cristallographie, ou Descriptions des formes propres à tous les corps du Règne mineral, Dans l'état de Combinaison saline, pierreuse, ou métallique*. 4 vols. Paris.
- TOURET, L. 2004. Crystal models: milestone in the birth of Crystallography and Mineralogy as Sciences. In: *Dutch Pioneers of the Earth Sciences*. J. L. R. TOURET & R. P. W. VISSER, Eds. *Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen*, págs. 43-58. Amsterdam.
- WEISS, C. S. 1815. Uebersichtliche Darstellung der verschiedenen natürlichen Abteilungen der Kristallisationssystemen. *Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, págs. 289-344.

 LÁMINA I/PLATE I

- Figs. 1, 2.—Albíta: combinaciones de varios pinacoides.
 —Albite: combinations of various pinacoids.
- Fig. 3.—Analcima: cubo, octaedro y triaquisoctaedro.
 —Analcime: cube, octahedron and trisoctahedron.
- Figs. 4-6.—Arsenopirita: combinaciones de varios prismas rómbicos (6: muestra un desarrollo desigual de sus caras).
 —Arsenopyrite: combinations of various orthorhombic prisms (6: showing the uneven development of their faces).
- Fig. 7.—Azúcar: prisma, pinacoides y esfenoides.
 —Sugar: prism, pinacoids and sphenoids.
- Figs. 8, 9.—Azufre (8: pinacoide y dos bipirámides rómbicas. 9: bipirámide y prisma rómbicos).
 —Sulfur (8: pinacoid and two orthorhombic dipyrramids. 9: orthorhombic dipyrmaid and prism).
- Fig. 10.—Azurita: prisma y pinacoides.
 —Azurite: prism and pinacoids.
- Figs. 11-20.—Calcita (11: dos romboedros. 12: romboedro. 13: romboedro y prisma hexagonal. 14: escalenoedro. 15, 16: pinacoide, romboedro y prisma. 17: romboedro, escalenoedro y dos prismas. 18: escalenoedro y prisma. 19: escalenoedro y dos prismas. 20: dos romboedros, escalenoedro y prisma trigonal).
 —Calcite (11: two rhombohedra. 12: rhombohedron. 13: rhombohedron and hexagonal prism. 14: trigonal scalenohedron. 15, 16: pinacoid, rhombohedron and prism. 17: rhombohedron, trigonal scalenohedron and two prisms. 18: trigonal scalenohedron and prism. 19: trigonal scalenohedron and two prisms. 20: two rhombohedra, trigonal scalenohedron and trigonal prism).

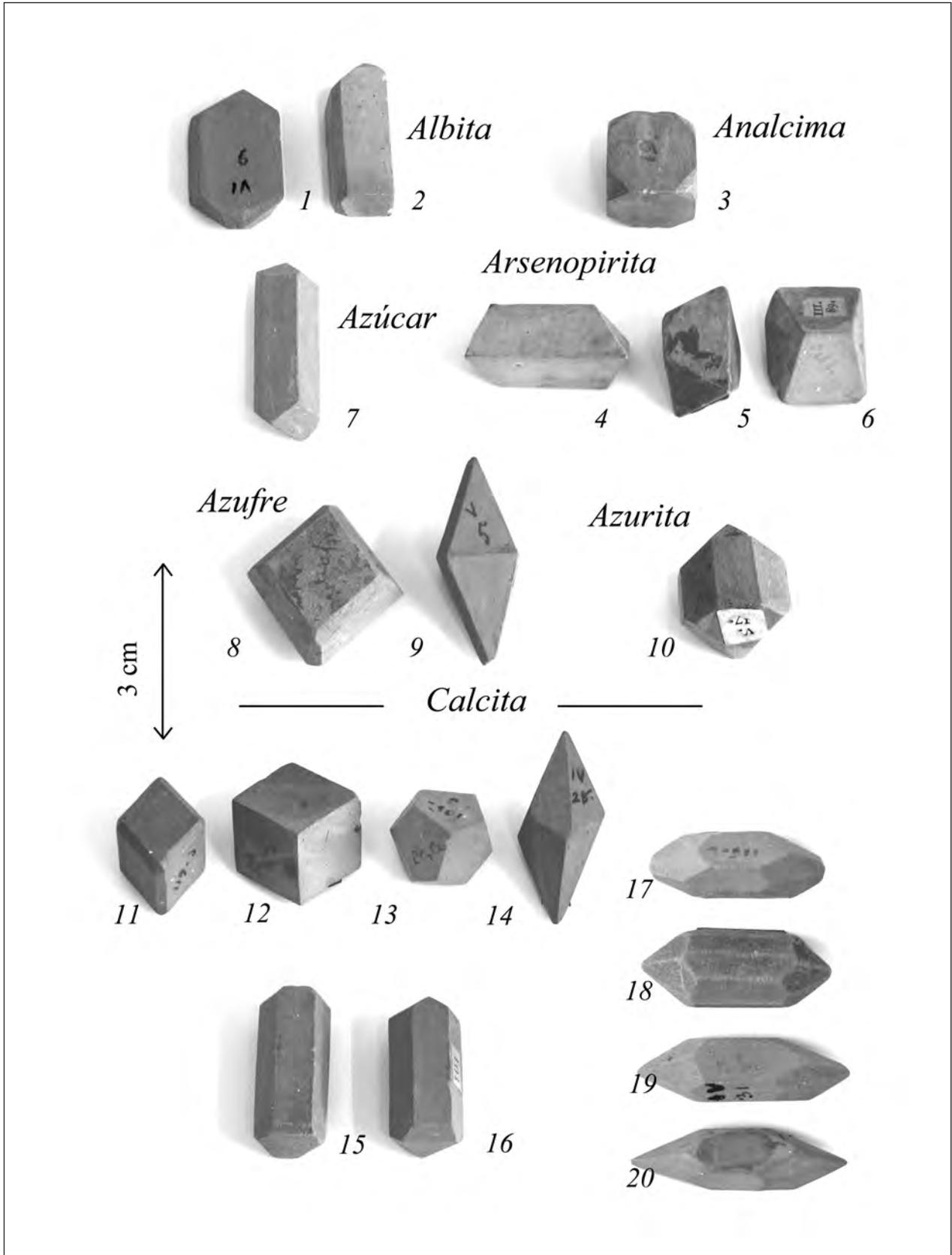


LÁMINA II/PLATE II

Figs. 1-9.—Calcita (1, 2: romboedro y prisma hexagonal. 3: tres romboedros. 4: dos romboedros, prisma y escalenoedro. 5, 6: romboedro, escalenoedro y prisma hexagonal. 7-9: escalenoedro y dos prismas trigonales).

—Calcite (1, 2: rhombohedron and hexagonal prism. 3: three rhombohedra. 4: two rhombohedra, hexagonal prism and trigonal scalenohedron. 5, 6: rhombohedron, hexagonal prism and trigonal scalenohedron. 7-9: trigonal scalenohedron and two prisms).

Fig. 10.—Calcopirita: biesfenoide tetragonal, pinacoide y bipirámide.

—Chalcopyrite: tetragonal disphenoid, pinacoid and tetragonal dipyramid.

Figs. 11-14.—Celestina (11-13: combinaciones de prismas rómbicos. 14: prisma rómbico y bipirámide rómbica).

—Celestite (11-13: combinations of orthorhombic prisms. 14: orthorhombic prism and orthorhombic dipyramid).

Fig. 15.—Cerusita: pinacoide y dos prismas rómbicos.

—Cerussite: pinacoid and two orthorhombic prisms.

Fig. 16.—Corindón: pinacoide, bipirámide hexagonal y romboedro.

—Corundum: pinacoid, hexagonal dipyramid and rhombohedron.

Figs. 17-20.—Cuarzo: dos romboedros y prisma hexagonal (19, 20: muestran un desarrollo muy desigual de sus caras).

—Quartz: two rhombohedra and hexagonal prism (19, 20: showing a very uneven development of their faces).

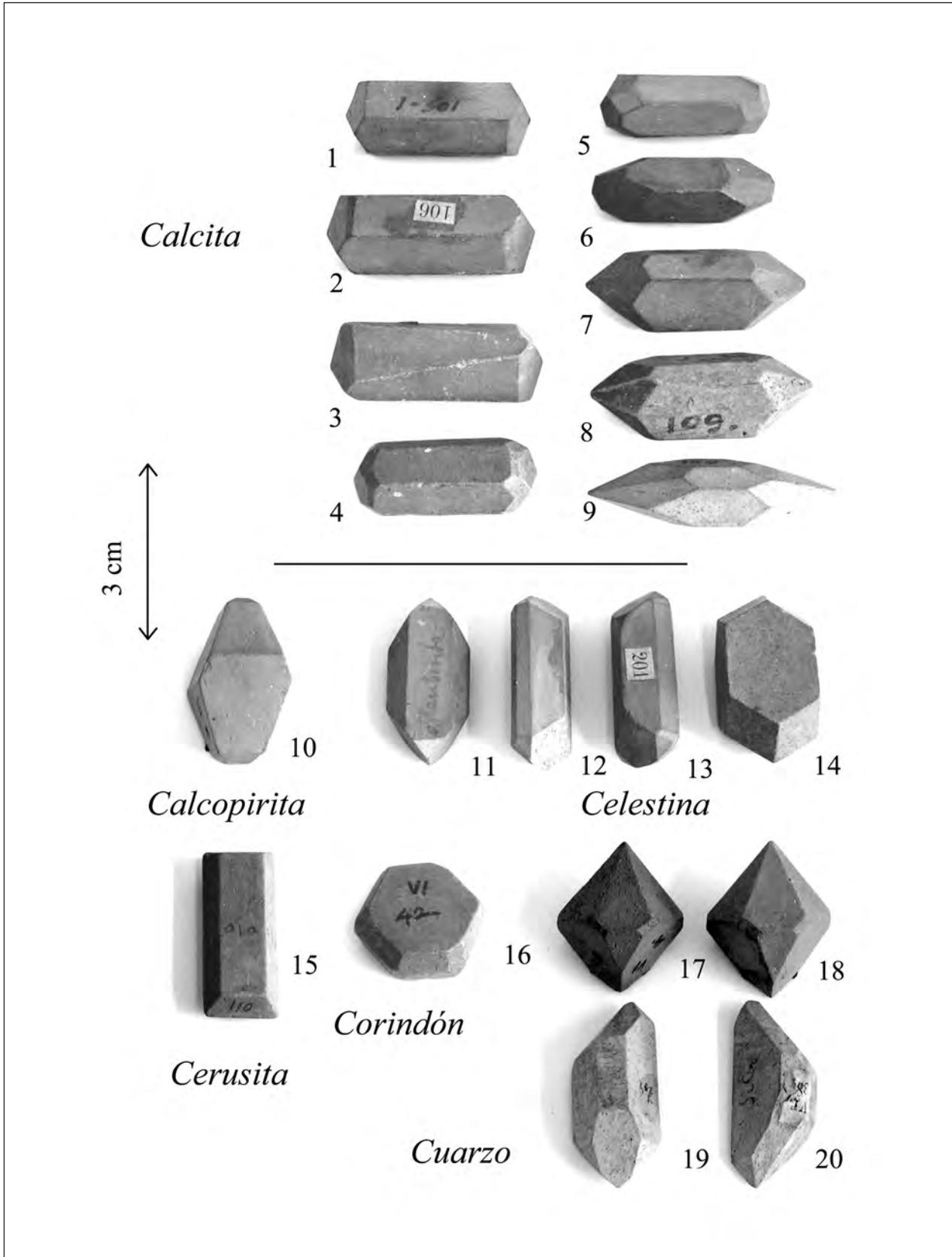


LÁMINA III/PLATE III

Figs. 1-4.—Dolomita (1, 2: dos romboedros. 3, 4: tres romboedros y pinacoide).

—Dolomite (1, 2: two rhombohedra. 3, 4: three rhombohedra and pinacoid.

Fig. 5.—Epidota: varios prismas y un pinacoide con estrías.

—Epidote: various prisms and a pinacoid with striations.

Figs. 6-8.—Esfalerita (6: dos tetraedros (positivo y negativo). 7: dos tetraedros (positivo y negativo) y cubo. 8: macla de contacto según {111}).

—Sphalerite (6: two tetrahedra (positive and negative). 7: two tetrahedra (positive and negative) and a cube. 8: contact twin with {111} as composition plane.

Figs. 9-12.—Estaurolita (9, 10: maclas cruciformes rectangulares. 11: pinacoide con tres prismas rómbicos. 12: macla en cruz de San Andrés).

—Staurolite (9, 10: rectangular cruciform twins. 11: pinacoid and three orthorhombic prisms. 12: St. Andrew's cross twin).

Figs. 13-16.—Hematites (13: tres romboedros y escalenoedro. 14: dos romboedros. 15: romboedro (de caras estriadas) y prisma hexagonal. 16: dos romboedros (uno de caras estriadas) y escalenoedro).

—Hematite (13: three rhombohedra and trigonal scalenohedron. 14: two rhombohedra. 15: rhombohedron (with striated faces) and hexagonal prism. 16: two rhombohedra (one with striated faces) and trigonal scalenohedron).

Figs. 17-22.—Ortosa: combinaciones de varios prismas y pinacoides (22: macla de Baveno).

—Orthoclase: combinations of various prisms and pinacoids (22: Baveno twin).

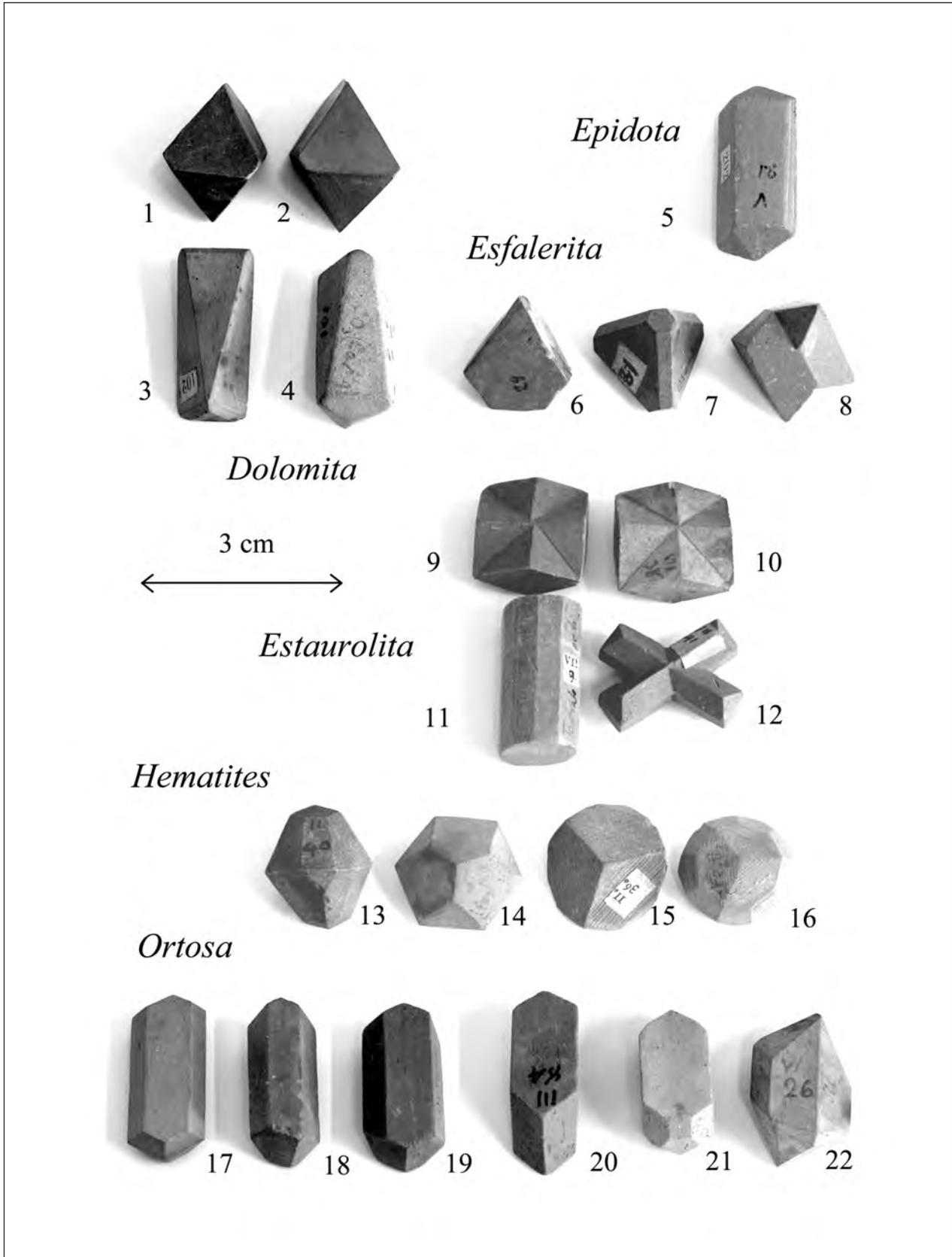


LÁMINA IV/PLATE IV

Fig. 1.–Pirita: cubo de caras estriadas.

–Pyrite: cube with striated faces.

Fig. 2.–Teruelita: forma tabular según {0001}, compuesta por dos romboedros y un prisma estriado horizontalmente.

–Dolomite with ferrous oxide (from Teruel): tabular form with respect to {0001}, composed of two rhombohedra and a horizontally-striated prism.

Fig. 3.–Tetraedrita: triaquistetraedro.

–Tetrahedrite: tristetrahedron.

Fig. 4.–Turmalina: dos romboedros y dos prismas.

–Tourmaline: two rhombohedra and two prisms.

Figs. 5-10.–Yeso: combinaciones de prisma y pinacoide (10: macla en cola de golondrina).

–Gypsum: combinations of prism and pinacoid (10: swallow-tail twin).

Figs. 11 a, b.–Pieza cruciforme: combinación de bipirámide y prisma tetragonales, con cuatro profundas hendiduras “dihédricas”, según las aristas $\langle 001 \rangle$.

–Cruciform piece: combination of tetragonal dipyrmaid and prism, with four deep “dihedral” cleavages, with respect to the $\langle 001 \rangle$ edges.

Figs. 12 a, b.–Simetría pentagonal: combinación de bipirámide pentagonal y pinacoide.

–Pentagonal symmetry: pentagonal dipyrmaid and pinacoid.

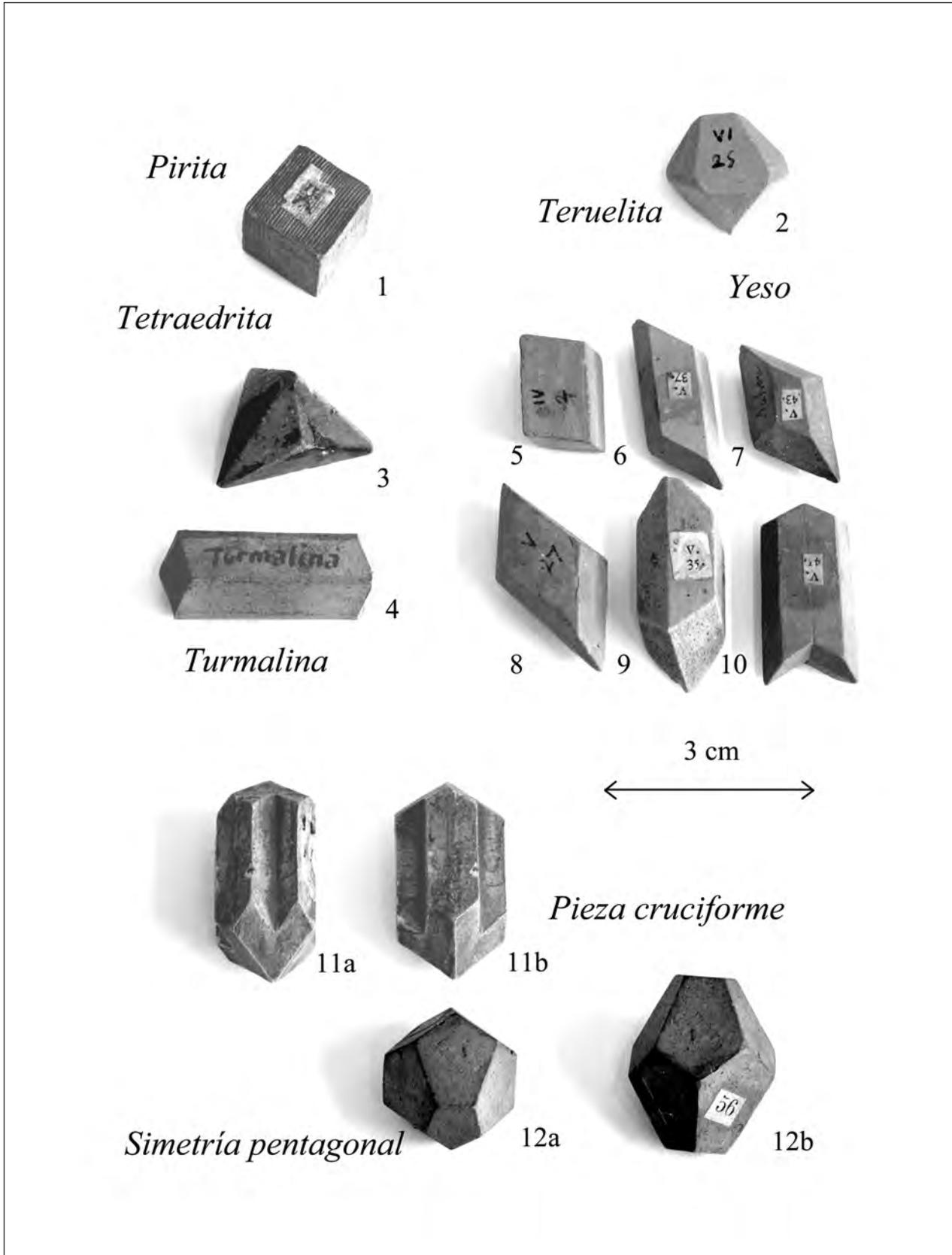


LÁMINA V/PLATE V

Figs. 1-8.—Triclínico, clase –1.

–Triclinic, class –1.

Figs. 1, 5.—Formas primitivas (pinacoides {100}, {010} y {001}).

–Primitive forms (pinacoids {100}, {010} and {001}).

Figs. 2-4 y 6-8.—Formas secundarias (combinaciones de más de tres pinacoides).

–Secondary forms (combinations of more than three pinacoids).

Figs. 9-24.—Monoclínico.

–Monoclinic.

Figs. 9-15 y 17-23.—Clase 2/m (9-11: formas primitivas [9, 10: pinacoide {100} y prisma {110}. 11: pinacoides {100}, {010} y {001}]. 12, 13, 15 y 17-23: formas secundarias [combinaciones de varios pinacoides y prismas]).

–Class 2/m (9-11: primitive forms [9, 10: pinacoid {100} and prism {110}. 11: pinacoids {100}, {010} and {001}]. 12, 13, 15 and 17-23: secondary forms [combinations of various pinacoids and prisms]).

Fig. 14.—Clase m (pedión, pinacoide y domos).

–Class m (pedion, pinacoid and domes).

Figs. 16, 24.—Clase 2 (combinaciones de varios esfenoides y prismas).

–Class 2 (combinations of various sphenoids and prisms).

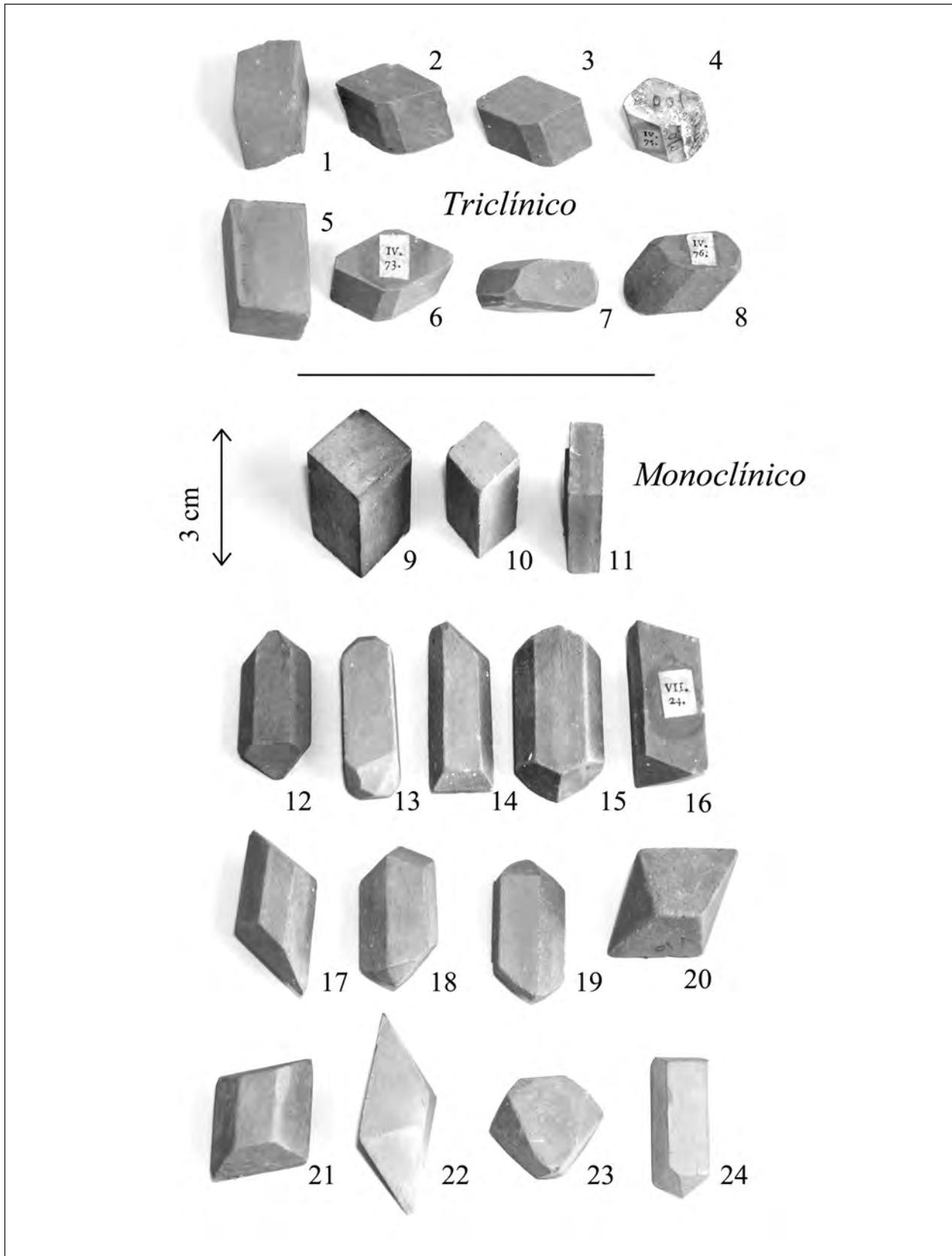


LÁMINA VI/PLATE VI

Figs. 1-17.—Rómbico.

—Orthorhombic

Figs. 1-16.—Clase mmm (1: forma primitiva [pinacoide {100} y prisma rómbico {011}]. 2-16: formas secundarias (combinaciones de pinacoides, prismas y bipirámides rómbicas).

—Class mmm (1: primitive form [pinacoid {100} and orthorhombic prism {011}]. 2-16: secondary forms (combinations of pinacoids, prisms and orthorhombic dipyramids).

Fig. 17.—Clase 2mm: pinacoide, prisma (ambos con estrías horizontales) y pirámides rómbicas.

—Class 2mm: pinacoid, prism (both with horizontal striations) and orthorhombic pyramid.

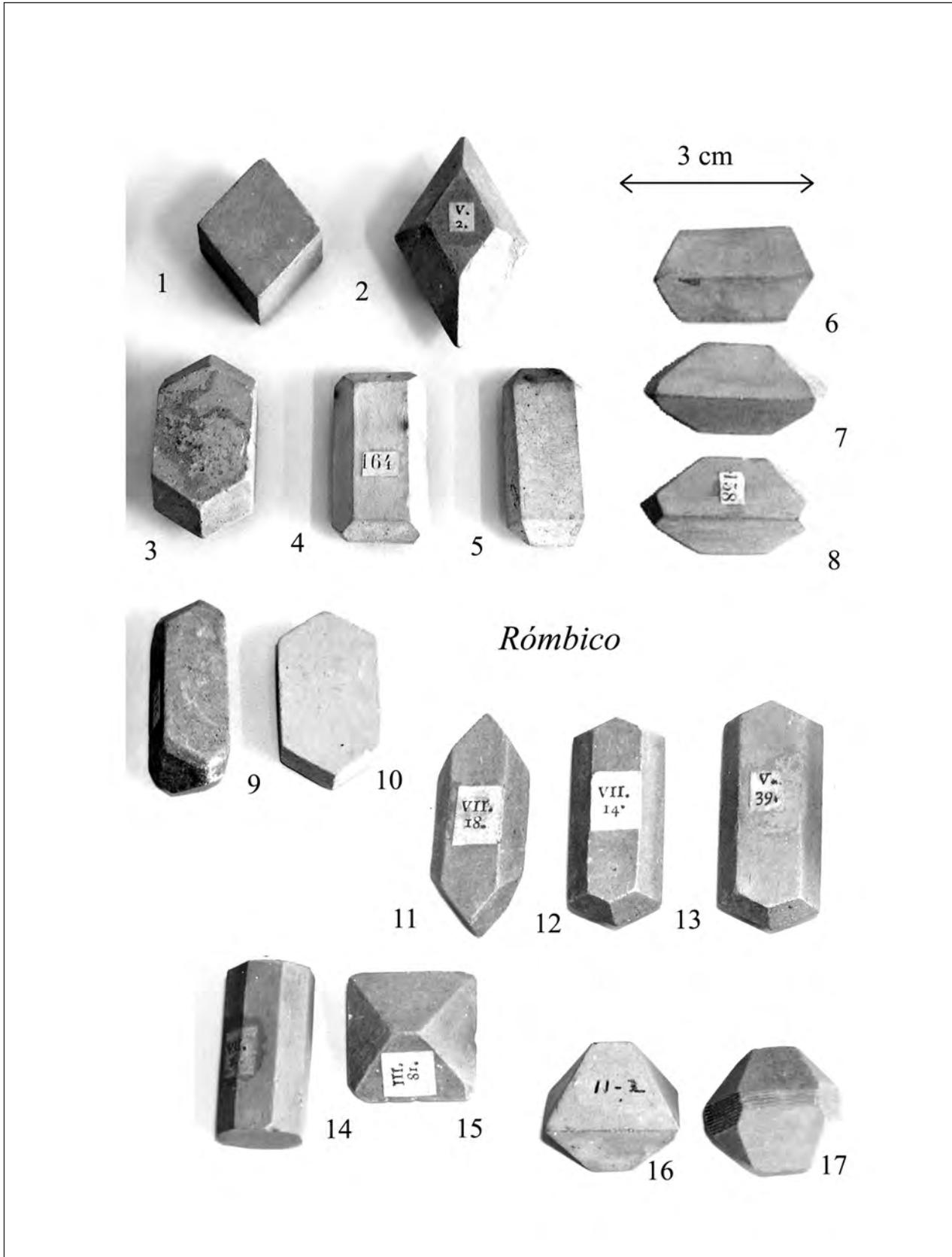


LÁMINA VII / PLATE VII

Figs. 1-6.—Tetragonal.

—Tetragonal.

Figs. 1-3.—Clase $-42m$ [1, 2: dos biesfenoides. 3: biesfenoide $\{101\}$, prisma $\{100\}$ y “medio esfenoide” (011) y $(10-1)$ y “medio prisma” (110) y $(-1-10)$].

—Class $-42m$ [1, 2: two tetragonal disphenoids. 3: tetragonal disphenoid $\{101\}$, tetragonal prism $\{100\}$ and “half disphenoid” (011) and $(10-1)$ and “half prism” (110) and $(-1-10)$].

Figs. 4-6.—Clase $4/mmm$ (4: forma primitiva (prisma tetragonal $\{100\}$ y pinacoide $\{001\}$). 5, 6: formas secundarias [5: dos prismas y dos bipirámides. 6: pinacoide, bipirámide y dos prismas])

—Class $4/mmm$ (4: primitive form (tetragonal prism $\{100\}$ and pinacoid $\{001\}$). 5, 6: secondary forms [5: two tetragonal prisms and two tetragonal dipyramids. 6: pinacoid, tetragonal dipyramids and two tetragonal prisms]).

Figs. 7-13.—Cúbico, clase $m3m$.

—Isometric, class $m3m$.

Figs. 7-12.—Formas secundarias (7: cubo y triquisoedro. 8, 10: cubo, octaedro y triquisoedro. 9: cubo, octaedro y rombododecaedro. 11, 12: cubo y octaedro).

—Secondary forms (7: cube and trisoctahedron. 8, 10: cube, octahedron and trisoctahedron. 9: cube, octahedron and ecahedron. 11, 12: cube and octahedron).

Fig. 13.—Forma primitiva (octaedro).

—Primitive form (octahedron).

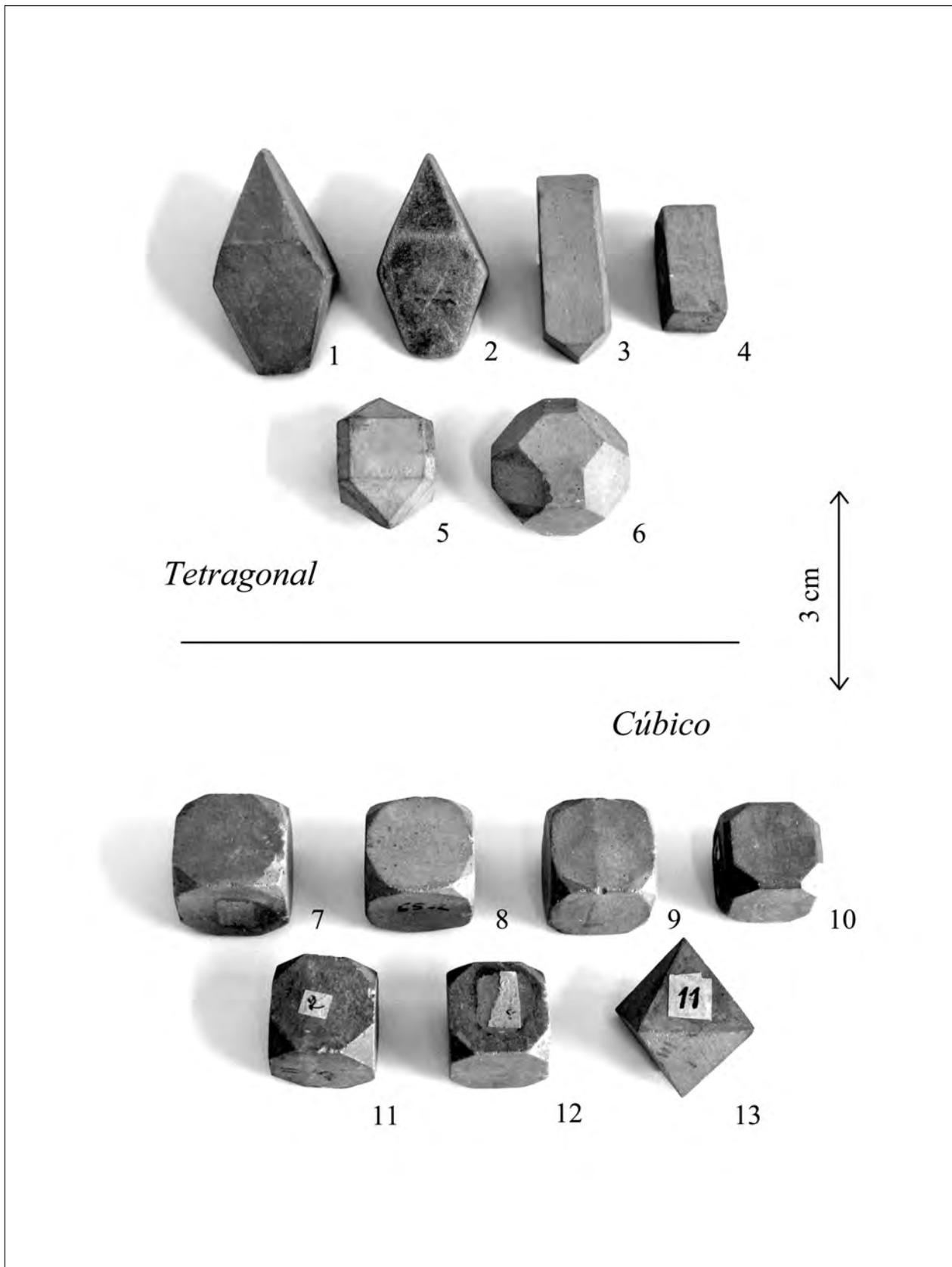


LÁMINA VIII/PLATE VIII

Figs. 1-17.—Cúbico.

—Isometric.

Figs. 1-5.—Clase $m\bar{3}m$ (1: cubo, octaedro y triaquisoctaedro. 2, 5: cubo, octaedro y rombododecaedro. 3: octaedro y rombododecaedro. 4: rombododecaedro y trapezoedro).

—Class $m\bar{3}m$ (1: cube, octahedron and trisoctahedron. 2, 5: cube, octahedron and dodecahedron. 3: octahedron and dodecahedron. 4: dodecahedron and trapezohedron).

Figs. 6-17.—Clase $\bar{4}3m$. (6-9 y 11-17: formas secundarias [6, 9: tetraedro y triaquistetraedro. 7: tetraedro y cubo. 8: tetraedro, triaquistetraedro y deltoedro. [9 = 6]. 11: hexaquistetraedro y deltoedro. 12: dos deltoedros. 13: hexaquistetraedro y triaquistetraedro. 14: deltoedro y dos tetraedros. 15: dos tetraedros y cubo. 16: dos tetraedros y triaquistetraedro. 17: tetraedro y dos triaquistetraedros]. 10: forma primitiva [hexaquistetraedro]).

—Class $\bar{4}3m$. (6-9 and 11-17: secondary forms [6, 9: tetrahedron and tristetrahedron. 7: tetrahedron and cube. 8: tetrahedron, tristetrahedron and deltoed dodecahedron. [9 = 6]. 11: hextetrahedron and deltoed dodecahedron. 12: two deltoed dodecahedra. 13: hextetrahedron and tristetrahedron. 14: deltoed dodecahedra and two tetrahedra. 15: two tetrahedra and cube. 16: two tetrahedra and tristetrahedron. 17: horizontallytetrahedron and two tristetrahedra]. 10: primitive form [hextetrahedron]).

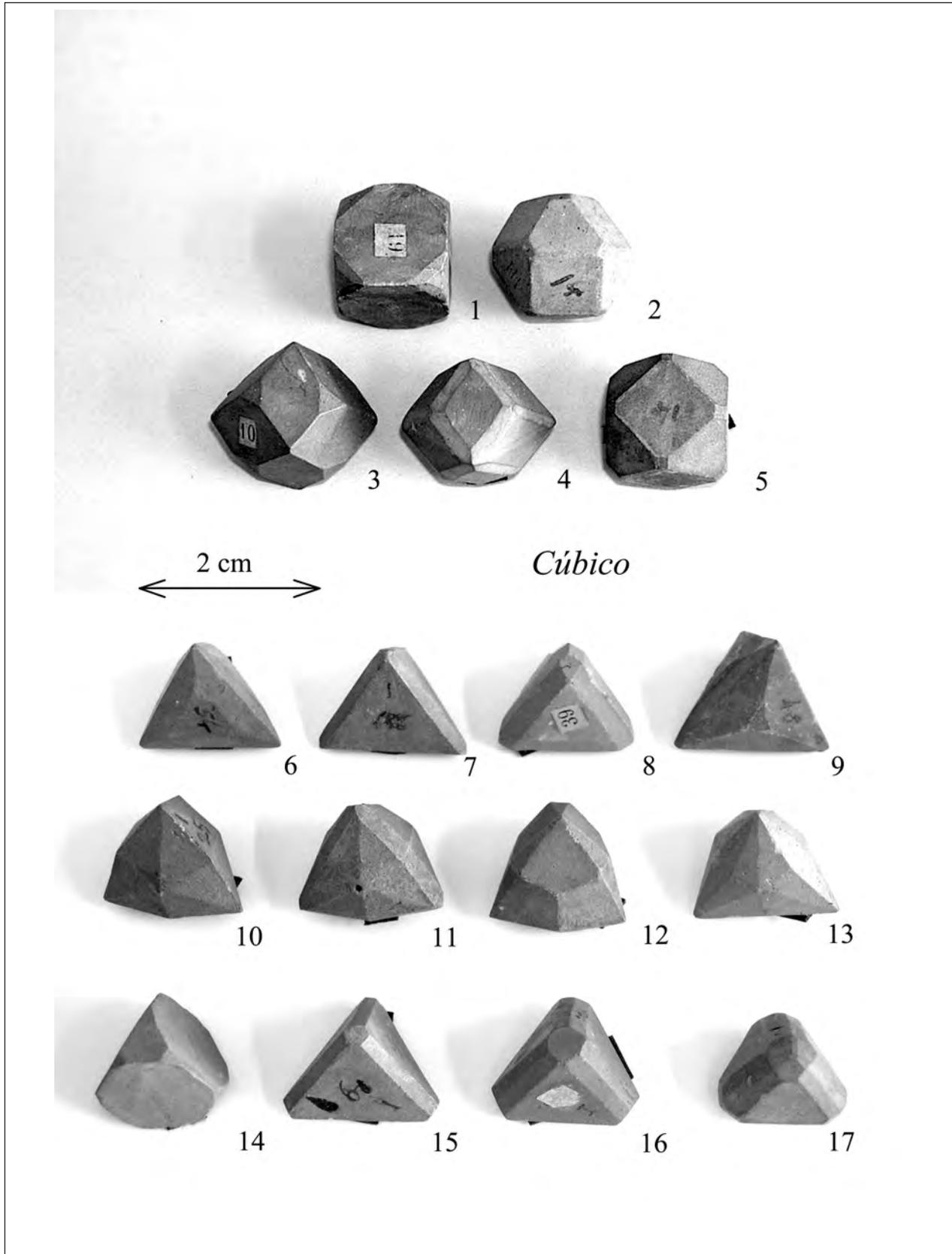


LÁMINA IX/PLATE IX

Figs. 1-10.—Hexagonal.

—Hexagonal.

Figs. 1-5.—Clase 6/mmm (1, 2: bpirámides. 3, 4: bpirámide, prisma y pinacoide. 5: bpirámide y dos prismas).

—Class 6/mmm (1, 2: hexagonal dipyramids. 3, 4: pinacoid and hexagonal dipyramid and prism. 5: hexagonal dipyramid and two prisms).

Figs. 6, 7.—Clase 6mm (pedión y pirámide hexagonal, con caras curvas y estriadas horizontalmente).

—Class 6mm (pedion and hexagonal pyramid, with curved horizontally- striated faces).

Figs. 8-10.—Clase -62m (8: bpirámide y prisma hexagonales y prisma trigonal. 9: bpirámide trigonal. 10: pinacoide, bpirámide trigonal y prisma trigonal).

—Class -62m (8: hexagonal dipyramid and prism and trigonal prism. 9: trigonal dipyramid. 10: pinacoid, trigonal dipyramid and trigonal prism).

Figs. 11-22.—Trigonal.

—Trigonal.

Figs. 11-14 y 17-22.—Clase -3m (11: forma primitiva (romboedro). 12-14 y 17-22: formas secundarias (12, 13: romboedro y prisma hexagonal. 14: dos romboedros y prisma hexagonal. 17: dos romboedros y escalenoedro. 18: romboedro y escalenoedro. 19, 22: dos romboedros (uno con estrías) y escalenoedro. 20: tres romboedros (uno con estrías) y escalenoedro. 21: dos romboedros (uno con estrías). [22 = 19]).

—Class -3m (11: primitive form (rhombohedral). 12-14 and 17-22: secondary formas (12, 13: rhombohedron and hexagonal prism. 14: two rhombohedra and hexagonal prism. 17: two rhombohedra and trigonal scalenohedron. 18: rhombohedron and trigonal scalenohedron. 19, 22: two rhombohedra (one with striations) and trigonal scalenohedron. 20: three rhombohedra (one with striations) and trigonal scalenohedron. 21: two rhombohedra (one with striations). [22 = 19]).

Figs. 15, 16.—Clase 3m (15: dos romboedros, escalenoedro y pirámide trigonal. 16: prisma y pirámide ditrigonales y escalenoedro).

—Class 3m (15: two rhombohedra, trigonal scalenohedron and trigonal pyramid. 16: ditrigonal prism and pyramid and trigonal scalenohedron).

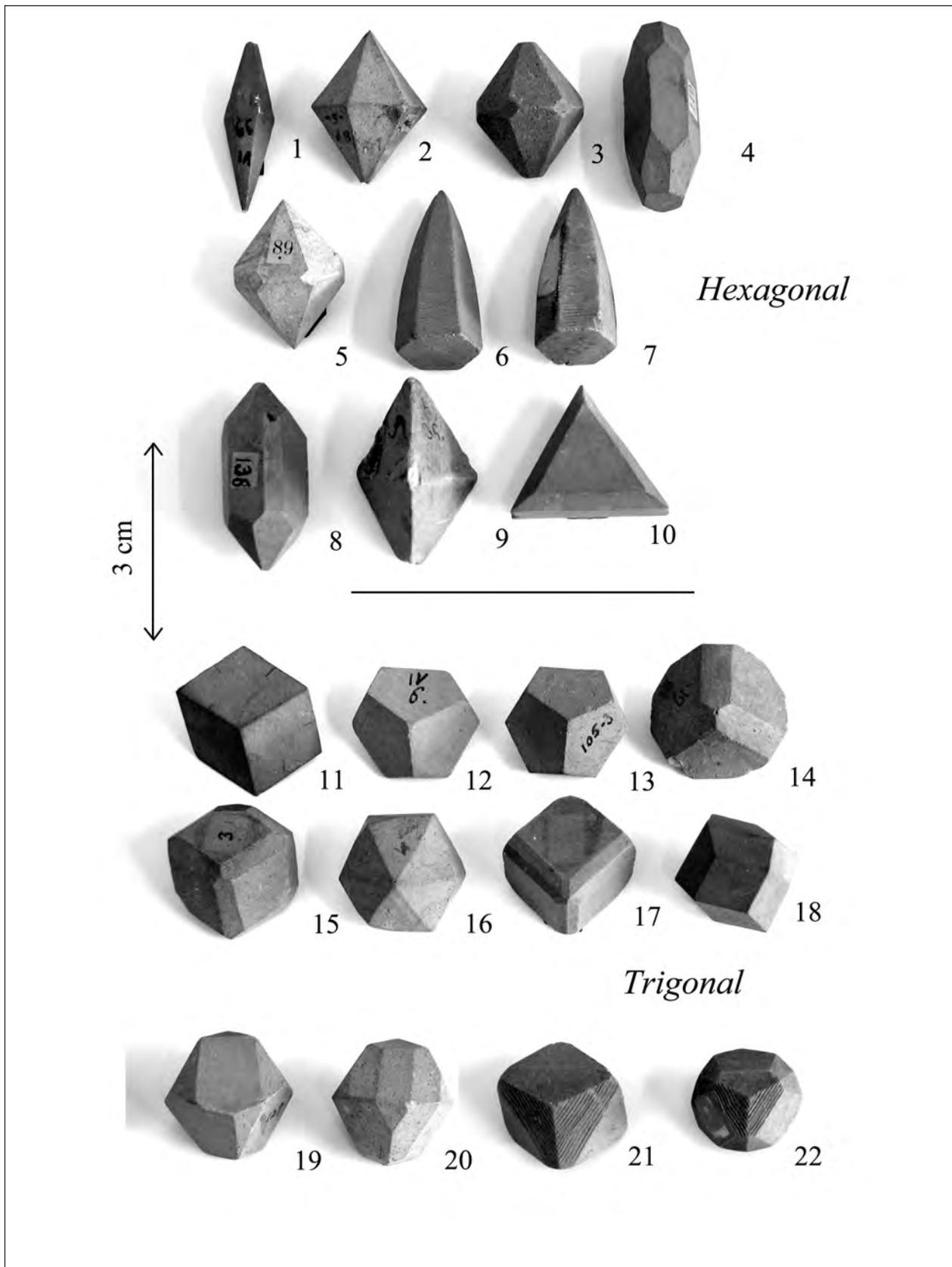


LÁMINA X/PLATE X

Figs. 1-19.—Trigonal.

—Trigonal.

Figs. 1-17.—Clase -3m (1: pinacoide, dos romboedros, escalenoedro y prisma hexagonal. 2: pinacoide, dos romboedros y escalenoedro. 3: pinacoide, romboedro, escalenoedro y prisma hexagonal. 4, 10: pinacoide y dos romboedros. 5-7, 11, 12: dos romboedros. 8: dos romboedros (uno con caras estriadas), escalenoedro y prisma hexagonal). 9: escalenoedro y romboedro. [10 = 4. 11, 12 = 5-7]. 13: dos romboedros y dos prismas hexagonales. 14: pinacoide, dos romboedros y prisma hexagonal. 15: pinacoide, romboedro y prisma hexagonal. 16: dos romboedros y dos prismas hexagonales. 17: romboedro y prisma hexagonal.

—Class -3m (1: pinacoid, two rhombohedra, trigonal scalenohedron and hexagonal prism. 2: pinacoid, two rhombohedra and trigonal scalenohedron. 3: pinacoid, rhombohedron, trigonal scalenohedron and hexagonal prism. 4, 10: pinacoid and two rhombohedra. 5-7, 11, 12: two rhombohedra. 8: two rhombohedra (one with striated faces), trigonal scalenohedron and hexagonal prism). 9: trigonal scalenohedron and rhombohedron. [10 = 4. 11, 12 = 5-7]. 13: two rhombohedra and two hexagonal prisms. 14: pinacoid, two rhombohedra and hexagonal prism. 15: pinacoid, rhombohedron and hexagonal prism. 16: two rhombohedra and two hexagonal prisms. 17: rhombohedron and hexagonal prism.

Figs. 18, 19.—Clase 3m (18: romboedro, pirámide ditrigonal y prisma trigonal y prisma ditrigonal. 19: romboedro, prisma ditrigonal y pirámide trigonal).

—Class 3m (18: rhombohedron, ditrigonal pyramid, trigonal prism and ditrigonal prism. 19: rhombohedron, ditrigonal prism and trigonal pyramid).

