

ALGUNOS DATOS SOBRE EL TALCO

por E. Galán * y M. Rodas **

* Dpto. Cristalografía y Mineralogía. Facultad de Ciencias. Universidad. Zaragoza.

** Dpto. Cristalografía y Mineralogía. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense. Madrid.

DEFINICION, ESTRUCTURA, COMPOSICION QUIMICA, PROPIEDADES FISICAS Y MINERALOGIA

El talco es un filosilicato trioctraédrico de tipo 2:1, de fórmula teórica $\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2\text{Mg}_3$ y composición química porcentual:

SiO_2	63,36
MgO	31,89
H_2O	4,75

La estructura laminar del talco está compuesta de dos capas de tetraedros de sílice que forman dos redes hexagonales de extensión indefinida, unidas entre sí mediante sus vértices libres a través de iones de magnesio. Dos hidróxilos completan la coordinación octaédrica de cada ión magnesio. Por consiguiente, las dos láminas de sílice se unen entre sí por una capa brucítica, formando una estructura tipo sandwich. El enlace es fundamentalmente iónico y las cargas están neutralizadas dentro de cada unidad. Entre dos unidades tipo 2:1, las fuerzas de unión son pequeñas y se

producen apilamientos de secuencias, a veces de gran complejidad.

La estructura del talco fue sugerida por PAÜLING (1930) y establecida por GRUNER (1934) y HENDRICKS (1938). Pero más recientemente fue revisada por BROWN (1965) y por BAILEY (1966) que demostraron que las estructuras no son tan regulares como parecían. El talco es una de las estructuras más simples de silicatos y por ello pueden estudiarse estas irregularidades con más facilidad, ya que no hay que tener en cuenta las complicaciones que introducen los cationes interlaminares.

Los átomos de oxígenos de los tetraedros se desplazan ligeramente de las posiciones ideales para conseguir un mejor ajuste entre las capas tetraédricas y octaédricas. El aplastamiento de los oxígenos octaédricos paralelo a la capa conduce a una mayor separación de los cationes octaédricos.

HENDRICKS propuso para el talco una celdilla unidad monoclinica y grupo espacial $C2/c$ o Cc . Pero los estudios de RAYNER y BROWN

(1973) revisando las fotografías publicadas por HENDRICKS en 1940 dedujeron que al menos uno de los talcos era triclinico, si bien por este desplazamiento de los oxígenos, antes aludido, la muestra parecía más simétrica. Por otra parte, ROSS, SMITH y ASHTON (1968) han estudiado 14 cristales de talco y todos ellos eran triclinicos.

La celdilla unidad del talco es pues triclinica, con grupo espacial $C\bar{1}$ y con las siguientes constantes:

$$\begin{array}{ll} a = 5,293 \text{ \AA} & \alpha = 90,57^\circ \\ b = 9,179 \text{ \AA} & \beta = 98,91^\circ \\ c = 9,496 \text{ \AA} & \gamma = 90,03^\circ \end{array}$$

La estructura es casi de simetría monoclinica, pero los anillos, prácticamente hexagonales, de átomos de oxígeno de las superficies de las capas, formados por las bases de los tetraedros de sílice, no están mantenidos por iones interlaminares como en las micas, sino que están parcialmente desplazados de forma que el apilamiento de láminas forma un cristal triclinico. Los hexágonos de oxígenos están distorsionados por un giro de $3-4^\circ$ de los tetraedros, de forma que el eje b es 0,2 por ciento más corto que en una estructura con hexágonos regulares, y el giro hace que los iones oxígenos estén un poco más cerca de los iones magnesios.

En general, rara vez se analiza un talco que responda a la fórmula química estequiométrica dada al

principio, porque son frecuentes las sustituciones de Si por Al en la capa tetraédrica (hasta un 2-4 por ciento de Al_2O_3), los de Mg por Fe (2 por ciento) o menos frecuente por otros cationes pesados como Cr, Co, Ni, Zn, Mn, etc. El F puede a veces sustituir en pequeña extensión a los OH^- .

El talco es un mineral de tacto suave, blando (dureza 1), hojoso o compacto, blanco gris, verde pálido o rosáceo. En lámina delgada aparece como poco coloreado, gris o verde claro, biáxico negativo, $2V_a = 3-8^\circ$, pero normalmente $6-7^\circ$. La dispersión de los ejes ópticos es $r > v$. Los índices de refracción son $x = 1,538 \pm 0,002$, y , $z = 1,588 \pm 0,002$ y alta birrefringencia. En general las propiedades ópticas se afectan fácilmente por las sustituciones isomórficas. La densidad es de 2,58 pero aumenta con la sustitución de Mg por cationes pesados, pudiendo llegar hasta 2,83.

El material industrial definido como talco o esteatita, es normalmente una roca compuesta fundamentalmente por el mineral talco antes definido y otros silicatos ricos en magnesio. El talco considerado como mineral industrial puede variar su composición desde talco en sentido estricto, o sea talco puro, hasta tremolita. Los talcos comerciales suelen llevar las impurezas que los talcos presentan en la naturaleza y que son predominantemente serpentina, clorita, tremolita, antofili-

ta y diópsido, y en menores cantidades, cuarzo, calcita, dolomita y magnesita.

GEOLOGIA Y GENESIS DEL TALCO

Los depósitos de talco y esteatita de interés comercial aparecen asociados a tres tipos de rocas:

- dolomías afectadas por metamorfismo regional
- rocas ígneas ultramáficas alteradas
- dolomías afectadas por metamorfismo de contacto

En el primer caso, las dolomías asociadas con sedimentos silíceos pueden ser metamorfizadas y formar talco. Pero también el talco se forma como una fase final de retroceso de tipo hidrotermal a partir de silicatos magnésicos, tales como tremolita, forsterita y diópsido (que habían sido formados por metamorfismo de alto grado), con la adición de sílice y agua (en cantidad limitada). La alteración hidrotermal de estos minerales por retrometamorfismo origina talco, serpentina y clorita con calcita y CO_2 como subproductos, con una considerable disminución de volumen. Los más importantes yacimientos del mundo son de este tipo.

Los depósitos de talco asociados con rocas ultramáficas serpentinizadas aparecen en regiones metamorfizadas, con rocas sedimentarias fuertemente plegadas y, en ocasio-

nes, con manifestaciones volcánicas. Los depósitos aparecen sobre las serpentinas, reemplazándolas. Algunos depósitos están ligados a intrusiones pegmatíticas en la serpentina. La formación de la esteatita (esteatización) se produce o bien por el metasomatismo de soluciones acuosas más o menos ricas en CO_2 sobre la serpentina o por reacción metamórfica entre la serpentinita y la roca silícea de caja. Estos dos procesos que son independientes pueden darse juntos. Generalmente, los depósitos formados fundamentalmente por metasomatismo de CO_2 tienen abundancia de carbonatos, mientras donde la reacción de metamorfismo regional fue más importante abunda más el talco.

El talco asociado a rocas serpentínicas aparece generalmente como masas lenticulares a lo largo de fracturas y en zonas de cizallamiento. Esta fracturación es la que ha permitido la circulación de las soluciones acuosas y la alteración.

Normalmente, serpentina y talco se forman por la alteración de una roca ultrabásica y en la mayor parte de los depósitos el talco reemplaza a la serpentina. La serpentina suele formarse por alteración autometamórfica de la roca ultrabásica (o sea por acción de soluciones que provienen de la propia roca). El talco es subsecuente y puede no tener relación con el proceso de serpentinitización, sino atribuible a un metamorfismo regional posterior o a so-

luciones hidrotermales derivadas de rocas graníticas profundas o de otro origen.

Plutones graníticos y diques de diabasa que intruyen sedimentos dolomíticos pueden, mediante aporte de calor y de soluciones, dar lugar a la esteatitización de rocas sedimentarias, y en algunos lugares incluso, el propio granito se puede reemplazar por el talco.

PRINCIPALES YACIMIENTOS DE TALCO EN EL MUNDO Y PRODUCCION

Estados Unidos es el principal productor de talco en el mundo. Sus yacimientos se localizan en Nueva York, California, Montana, Georgia, Texas, Alabama, Carolina del Norte, Massachusetts, Pennsylvania y Virginia. La producción fue en 1970 de 850.000 t. Pero el consumo fue del orden del millón de toneladas. Se calcula una demanda para el año 2000 de 2,28 a 3,36 millones de toneladas, ya que en los últimos 20 años se ha duplicado la producción.

Los principales productores de talco, excluyendo a Estados Unidos, son China (especialmente Manchuria), Francia, Italia, Austria, Noruega, Alemania Occidental y la India. Hay además 17 países productores que superan al menos las 2.000 t por año, entre ellos se incluyen Argentina, Australia, Brasil, Canadá, Egipto, España, Finlandia, Formosa, Grecia, Japón, Korea, Perú, Sue-

cia, Sudáfrica, URSS, Uruguay y Yugoslavia.

En Estados Unidos, los yacimientos de Nueva York producen prácticamente el 50 por ciento del total. El yacimiento de St. Lawrence County, el más grande del mundo, está asociado a mármoles. Las zonas de talcos son unidades estratigráficas que han sido tectónicamente plegadas y metamorfozadas y en las que la fracturación de cizallamiento ha jugado un importante papel en el desarrollo de las zonas de talcoesquistos. Son depósitos del tipo primero, considerado en el apartado anterior.

La producción mundial de talco en 1973 fue de 5,5 millones de toneladas. Las reservas mundiales de talco han sido estimadas por el Bureau of Mines de Estados Unidos, en 1972, en 360 millones de toneladas, de los que 150 millones se encuentran en USA. Un estudio de CHIDESTER, ENGEL y WRIGHT (1964) más minucioso da como recursos identificados (recursos seguros) un mínimo de 89 millones de toneladas para USA.

EL TALCO EN ESPAÑA

Los yacimientos de talco actualmente en explotación se encuentran localizados en las provincias de León, Almería, Málaga y Gerona. Los datos oficiales más recientes (Estadística Minera de 1976) indican que la producción es próxima a las 50.000 t, con un valor del orden

de los 120 millones de pesetas, habiendo sido suministrado el 50 por ciento de este volumen por los depósitos de Puebla de Lillo (León).

Los principales yacimientos de talco se encuentran en Puebla de Lillo (León), Lucar, Somontín y Tijola (Almería), Serranía de Ronda (Mijas, Marbella, Ojén, Fuengirola, Benahavís, etc.) y La Bajol y Massanet de Cabrenys (Gerona). Con menor importancia se ha citado el talco en diversos puntos de la Sierra de Guadarrama, como en San Bartolomé y Pinares (Avila), Colmenar del Arroyo, Horcajuelos y Puerto de la Cruz Verde (Madrid), también en Meaño (Pontevedra), Villamor (Lugo), Peñaprieta (Santander), Sondica (Vizcaya), Sallent (Huesca), Argentona y Cabrera de Mataró (Barcelona), Argentera (Tarragona), Santa Olalla (Huelva), Orgiva (Granada), en las talcocitas de Sierra Morena, en Hellín (Albacete) y Valdelacasa (Cáceres), entre otros indicios.

El talco en España ha sido objeto de varios trabajos de investigación tanto desde el punto de vista geológico y mineralógico como desde el tecnológico. Los trabajos más modernos son el de GALAN y RODAS (1973) sobre los talcos de Puebla de Lillo, el de ACOSTA y otros (1974) sobre los talcos de Lucar y Somontín y la Tesis Doctoral de M. RODAS (1978) sobre los talcos de la Serranía de Ronda. Los talcos de Gerona fueron tratados en la Tesis Doctoral de A. ESTEVEZ (1973) pe-

ro sin la profundidad de los anteriores estudios porque no era esta su finalidad.

De estos estudios se deducen que los talcos de León y Almería se han producido esencialmente por un metasomatismo silíceo de dolomías a baja temperatura, mientras que los de la Serranía de Ronda se deben a un proceso de alteración hidrotermal silíceo, y en ciertas zonas rico en CO_2 , de rocas serpentínicas y los de Gerona se han producido como consecuencia de la intrusión de rocas graníticas en mármoles dolomíticos.

En cuanto a calidad, los talcos de León y Almería son los mejores y los de la Serranía de Ronda contienen gran cantidad de impurezas (clorita, tremolita, carbonatos, serpentina).

USOS DEL TALCO

El talco es usado industrialmente cuando se desea un producto que tenga una combinación de las siguientes propiedades: blancura en polvo (natural o después de calentado), suavidad, finura de grano, partículas con forma laminar o fibrosa, inercia ante los agentes químicos, fuerte absorción de aceites, alto punto de fusión, baja capacidad de absorción y resistencia mecánica semejante a la de un material cerámico cuando se cuece, baja conductividad eléctrica y térmica, buena retención como carga y fácil molienda.

El talco se usa como material cerámico para losas, tejas y ladrillos especiales; como carga de plásticos, papel, caucho, materiales textiles, pinturas, portado y diluyente de insecticidas, en cosmética y medicamentos, en barnices, abrillantadores e incluso en alimentos como el arroz o el salami, para blanquear, en lápices, papeles especiales para pinturas, como lubricante, impermeabilizante en aisladores cerámicos de alta frecuencia, etc.

Las industrias que más volumen consumen de talco actualmente son las de cerámica para la fabricación de losetas y materiales refractarios y en pinturas y barnices. Ha aumentado también últimamente el uso del talco para pelletización.

Al contrario que para otros minerales industriales, las impurezas mineralógicas del talco comercial (clorita, magnesita, tremolita, etc.) no son siempre desventajas para su utilización. En función de la aplicación, ciertas impurezas son deseadas.

EL TALCO Y LA SALUD

El talco ha sido acusado frecuentemente de tener efectos perniciosos para la salud de sus usuarios. Estas acusaciones se basan en hechos no comprobados, en informaciones erróneas y en afirmaciones gratuitas que suelen ser ampliamente difundidas por la prensa sensacionalista.

El usuario puede tomar contacto

con el talco por inhalación, por ingestión o a través de la piel.

El contacto por inhalación es particularmente efectivo en los obreros de las minas de talco y de sus industrias. En estas últimas, el talco es molido y este polvo es respirado junto con el aire por los obreros que realizan dicha molienda y por aquellos que lo utilizan como agente antiadhesivo en polvo. De este polvo, las partículas mayores de $10\ \mu$ son detenidas por la nariz y la tráquea, las partículas entre 3 y $10\ \mu$ son eliminadas por el sistema mucociliar y expulsadas y las partículas menores son capturadas por células especializadas móviles, conocidas como macrófagas, que las envuelven y las transforman para ser eliminadas también por el sistema mucociliar o por el sistema linfático.

Si la cantidad de talco respirada es muy grande no son suficientes estos sistemas de eliminación y se acumula en los pulmones disminuyendo su capacidad respiratoria. Pero el talco es químicamente muy estable e inerte por lo que no ejerce ninguna acción dañina sobre la materia viva ni induce a mutaciones en las células. Por tanto, sólo enfermos crónicos bronquiales y pulmonares y fumadores crónicos pueden tener problemas con el talco por disminución de su capacidad pulmonar.

De los minerales acompañantes del talco, la clorita y la dolomita tam-

poco son nocivas, pero en cambio la sílice y los asbestos sí son patógenos y pueden producir una progresiva fibrosis. El cuarzo no es muy abundante en los talcos y por su mayor dureza no se reduce a tamaños muy pequeños de partícula durante la molienda, por lo que es eliminado fácilmente y no llega a los alvéolos pulmonares. Los asbestos apenas existen en los talcos españoles (sólo están presente en los procedentes de la Serranía de Ronda) pero su porcentaje debe ser controlado, así como la persistencia en el trabajo de un mismo obrero, porque influye aún más el tiempo de inhalación que la cantidad inhalada en un momento determinado.

En un ambiente de trabajo sano la concentración de polvo de talco máxima por metro cúbico, es del orden de las 700 partículas, aunque este número varía según las normas de cada país. Si el talco contiene asbestos el número de fibras por metro cúbico permitido no debe exceder de 7 y en cualquier caso los enfermos bronquiales no deben trabajar en minas ni industrias de talco.

El contacto por ingestión se produce porque muchos alimentos llevan talco para su conservación y como protección y porque muchos productos farmacéuticos utilizan talco como vehículo. De forma particular, el talco se usa en Europa y en USA para el arroz. Pero en ningún

caso (aun entre personas que se alimentan esencialmente del arroz) ha podido ser demostrado que el talco ingerido pueda producir cáncer de estómago, a pesar de que sobre este asunto se ha especulado bastante en las revistas sensacionalistas, con una falta total de escrúpulos y sin rigor científico.

Finalmente, el talco usado en los cosméticos tampoco es dañino porque al ser un material inerte hidrofóbico, no puede servir de alimento a gérmenes y por otra parte no produce irritación. En este mismo sentido se comporta la clorita. Los carbonatos y la sílice no son irritantes pero reducen la suavidad del talco.

Cuando en 1972 ocurrió en Francia el caso de los niños muertos por polvos de talco, no se debió al talco sino al hexaclorofeno introducido por error en el bote de talco. Por otra parte, un niño puede morir asfixiado por polvos de talco, igual que con cualquier otro tipo de polvo si es sometido a una masiva inhalación, pero esto no depende de su naturaleza mineralógica.

En conclusión, el talco no es dañino para la salud humana y por el contrario es un material de grandes posibilidades industriales y deseable en la fabricación de numerosos productos. En este sentido, merece la pena consultar el trabajo de GRAN-GE (1978) escrito en defensa del talco, y basado en datos de gran rigor científico.

REFERENCIAS CITADAS

1. Acosta, A., Rodríguez Gallego, M. y García-Cervigón, A. (1974). Estudio mineralógico de los yacimientos de talco de Somontín y Lucar (Almería). *Estudios Geol.* **30**, 459-462.
2. Bailey, S.W. (1966). The status of clay mineral structures. *Clays and clay minerals.* **14**, 1-23.
3. Brown, G. (1965). Significance of recent structure determinations of layer silicates for studies. *Clay minerals.* **6**, 73-82.
4. Chidester, A.M., Engel, A.E.J. and Wright, L.A. (1964). Talc resources of the United States. *U.S. Geol. Survey Bull.* **1167**, 61 p.
5. Estévez, A. (1973). La variante meridional del Pirineo Catalán al Norte del curso medio del río Eluvía. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. n^o 44.
6. Galán, E. y Rodas, M. (1973). Contribución al estudio mineralógico de los depósitos de talco de Puebla de Lillo (León, España). *Bol. Geol. y Min.* **84**, 347-365.
7. Grange, J.P. (1978). Talc and health. *Third Industrial Minerals. Int. Congr. París.*
8. Gruner, J.W. (1934). Talc and pyrophyllite. *Z. Kristallog.* **80**, 312-419.
9. Hendricks, S.B. (1938). On the crystal structure of talc and pyrophyllite. *Z. Kristallog.* **99**, 264-274.
10. Hendricks, S.B. (1940). Variable structures and continuous scattering from layer silicate lattices. *Phys. Rev.* **57**, 448-454.
11. Pauling, L. (1930). The structure of micas and related minerals. *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.* **16**, 123-129.
12. Rayner, J.M. and Brown, G. (1973). The crystal structure of talc. *Clays and clay minerals.* **21**, 103-114.
13. Rodas, M. (1978). Estudio mineralógico y genético de los yacimientos de talco de la Serranía de Ronda (Málaga). Tesis Doctoral. F. Ciencias. Universidad Complutense. Madrid.
14. Ross, M.R., Smith, W.L. and Ashton, W.H. (1968). Triclinic talc and associated amphiboles from Gouverneur mining district, New York. *Amer. Mineral.* **53**, 751-769.