

#### I. DESCRIPCIÓN

##### Generalidades

El grafito es una de las dos formas cristalinas que puede adoptar el carbono (la otra es el diamante). También se le conoce como plumbagina y plomo negro. Es un tipo de carbón suave del que se conocen tres clases y diversos grados. Su tamaño varía del polvo extremadamente fino (plumbagina) a terrones de una pulgada. Su contenido de carbón va de 75 a 100 por ciento. Es un excelente conductor del calor y de la electricidad; se funde aproximadamente a 3 500°C y se sublima a 4 500°C. Se inflama en presencia de oxígeno a los 620-670°C; empero, a temperaturas ordinarias es estable y químicamente inerte.

El grafito natural se encuentra en tres formas: hojuelas diseminadas, vetas cristalinas y amorfo. (Es común que se le clasifique erróneamente como amorfo o cristalino, ya que todo el grafito es cristalino, sólo que el denominado amorfo está constituido por cristales muy finos que únicamente pueden distinguirse con microscopio.)

El grafito en hojuelas se presenta en forma de láminas y se encuentra en algunas rocas metamórficas como mármol, gneis y esquistes. El cristalino se encuentra en vetas bien definidas o como bolsas de acumulación. El amorfo se localiza comúnmente como partículas distribuidas en forma más o menos uniforme en rocas esquistosas, o en escamas consistentes casi exclusivamente en grafito.

##### Usos

Este mineral es muy resistente a los agentes químicos ordinarios y su punto de fusión y vaporización es muy elevado. Además de las propiedades físicas señaladas, se emplea como lubricante, como ingrediente en ciertas pinturas antioxidantes, para recubrir hornos y para revestir los moldes de fundición. Debido a su alta conductibilidad eléctrica, suavidad y propiedades de autolubricación, se usa mucho en la elaboración de las escobillas de carbón para motores eléctricos. Por esta misma propiedad también se utiliza en la fabricación de baterías (acumuladores). Hay otras muchas industrias que emplean grafito, pero la mayoría sólo consume pequeñas cantidades y sus aplicaciones son generalmente muy especializadas.

Se estima que en Estados Unidos 70% de la producción de grafito la consume la industria metalúrgica, que lo mezcla con otros materiales para fabricar crisoles, moldes, retortas, ladrillos refractarios y otros artículos similares; 10% se destina a la elaboración de lubricantes, y el restante 15% lo consumen los fabricantes de lápices, de escobillas para motor, de balatas para frenos de vehículos y, en menor grado, los de pinturas y limpiadores.

Cada industria requiere de un grafito particular y, aunque hay cierta intercambiabilidad entre algunos grados de pureza, ninguno es bueno para todas las aplicaciones. Esto se debe a la naturaleza del grafito, en la cual hay una amplia gama de propiedades como durabilidad, porcentaje de escamas y pesadez de las partículas, aparte de la pureza del carbón.

Este trabajo fue elaborado por Ramiro Gómez.

Además del grafito natural industrialmente también se utiliza el artificial que se sintetiza de materiales carbonosos, sobre todo el coque de petróleo. Se usa como electrodo en hornos eléctricos de arco, como resistor en hornos de resistencia y como molde permanente en fundición. La producción de grafito artificial es considerablemente mayor que la del natural; los principales productores son Estados Unidos, Europa Occidental y Japón.

#### II. PRODUCCIÓN NACIONAL

Históricamente México ha figurado entre los primeros cinco productores mundiales de grafito natural. Ello ha sido una respuesta tanto al estímulo de la demanda externa, como resultado de las exploraciones e inversiones que promovieron sobre todo empresas extranjeras. Se trata básicamente de un mineral que se destina a la exportación, en la cual ha tenido un lugar relevante el mercado estadounidense.

El yacimiento más importante se localiza en el estado de Sonora, el cual fue explotado por primera vez en 1891. Desde que se inició la extracción del grafito, la producción mexicana mantuvo un fuerte crecimiento. Sin embargo, en los últimos cinco años ha registrado una contracción constante, al descender de 52 264 ton en 1978 a 34 470 ton en 1982 (34%) (véase el cuadro 1). Esta difícil situación, que se agudizó en el último año, se originó en la combinación de bajos precios de los productos minerometalúrgicos y las elevadas tasas de inflación. La contracción económica mundial propició el debilitamiento de la demanda de los productos mineros, provocando la caída de los precios.

En México, la empresa productora más importante es Grafitos Mexicanos, S.A. (30 000 ton al año), subsidiaria de Asbury Graphite Mills Inc. de New Jersey. Cerca de 85% de su producción la exporta a Estados Unidos, para atender las necesidades de la empresa matriz. El resto se consume internamente.

Grafitos Industrializados Mexicanos, S.A. de C.V. es otro importante productor. Inició sus operaciones en Sonora en 1967, y produce grafito de varios grados. Otras tres empresas complementan la producción; Grafito Superior, S.A. (filial de Superior Graphite Co. de Chicago), con una capacidad diaria de 40 ton; Cía. Minera Moraguirre, S.A. de C.V. (filial de Wickes Engineered Materials, división de Wickes Corp. de Saginaw, Michigan)

CUADRO 1

México: producción de grafito natural (Toneladas)

Años	Volumen
1978	52 264
1979	50 880
1980	44 506
1981	41 142
1982	34 470

Fuente: Consejo de Recursos Minerales.

con capacidad de 150 ton por día y Explotadora Sonorense de Grafito.

Hace poco tiempo México empezó a producir grafito cristalino, gracias al descubrimiento de un importante yacimiento en Tlaxiahuaca, Oaxaca. La empresa Grafito de México, S.A. de C.V., subsidiaria del Fideicomiso Minerales no Metálicos Mexicanos, a cargo de Nacional Financiera, inició sus operaciones en este yacimiento en 1980, con una producción de 252 ton. Al año siguiente, trabajando a 64% de su capacidad, alcanzó una producción de 1 280 ton, con una ley de 92.52% de contenido de carbón. En 1982 la empresa incrementó su productividad y aprovechando 90% de su capacidad instalada, obtuvo una producción de 1 804 ton, con una ley de 93.88% de contenido de carbón.

Grafito de México es la única empresa que beneficia grafito cristalino en el país; su capacidad de producción de concentrados de alta pureza es de 2 000 ton anuales. Aunque ésta puede duplicarse, se incrementará paulatinamente, de acuerdo con las demandas interna y externa.

Actualmente, en la planta de beneficio se obtienen dos concentrados de grafito: cristalino tipo "A" (hojuelas), con 86.7% de

contenido de carbón fijo, y cristalino tipo "B" (polvos), con 94.6% de contenido de carbón fijo.

### III. IMPORTACIONES

Las importaciones mexicanas de grafito natural se realizan bajo el amparo de la fracción arancelaria 2504A01, la cual no específica si se trata de amorfo o cristalino. Sin embargo, dado que México es uno de los principales productores mundiales de amorfo y que además se inicia como productor de cristalino, se deduce que las compras externas deben haber sido de este último tipo.

Las adquisiciones mexicanas crecieron considerablemente de 1978 a 1981, al pasar de 114 ton (con valor de 125 000 dólares) a 1,013 ton (con valor de 791 000 dólares). Ello revela la creciente demanda de las distintas industrias. Sin embargo, con el desplome de la actividad económica nacional en 1982, y con la presencia del grafito cristalino mexicano en el mercado, los requerimientos de grafito del exterior disminuyeron. En efecto en ese año las compras externas de este producto se situaron en 363 ton, con valor de 560 000 dólares, niveles inferiores en 64% en volumen y en 29% en valor a los del año inmediato anterior (véase el cuadro 2).

#### CUADRO 2

México: importación de grafito natural  
(Toneladas y miles de dólares)

Países de origen	1978		1979		1980		1981		1982	
	Volumen	Valor	Volumen	Valor	Volumen	Valor	Volumen	Valor	Volumen	Valor
Total	114	125	310	261	380	465	1 013	791	363	560
Estados Unidos	111	116	302	232	365	424	940	659	277	467
Canadá	—	—	—	—	—	—	35	42	54	66
RFA	1	6	8	29	11	30	18	50	29	23
Suiza	2	3	—	—	3	8	6	14	3	4
Japón	—	—	—	—	(22)	(78)	11	14	—	—
Reino Unido	—	—	—	—	(12)	(191)	1	6	—	—
Finlandia	—	—	(260)	(697)	1	3	2	6	—	—

( ) Kilogramos y dólares.

Fuente: IMCE, Dirección de Servicios al Comercio Exterior.

#### CUADRO 3

México: exportaciones de grafito natural  
(Toneladas y miles de dólares)

Países de destino	1978		1979		1980		1981		1982	
	Volumen	Valor	Volumen	Valor	Volumen	Valor	Volumen	Valor	Volumen	Valor
Total	47 136	2 451	36 694	1 990	36 705	2 488	34 096	3 606	28 427	3 705
Estados Unidos	47 108	2 446	36 581	1 969	36 613	2 469	34 009	3 561	28 078	3 373
Bélgica-Luxemburgo	—	—	—	—	—	—	—	—	126	142
España	—	—	—	—	—	—	—	—	162	170
Guatemala	28	5	110	20	68	12	51	5	17	14
Venezuela	—	—	3	1	10	3	36	40	11	3
Honduras	—	—	—	—	—	—	—	—	8	2
El Salvador	—	—	—	—	—	—	—	—	25	1
Nicaragua	—	—	—	—	14	4	—	—	—	—

Fuente: IMCE, Dirección de Servicios al Comercio Exterior.

Estados Unidos es el principal abastecedor, con una participación promedio en el período 1978-1982 de 92%. En diversos años México ha adquirido grafito de Canadá, la RFA, Suiza, Japón, el Reino Unido y Finlandia, entre otros.

#### IV. EXPORTACIONES

Las exportaciones de grafito natural representan poco más de las cuatro quintas partes de la producción nacional y, al igual que ésta, en los últimos cinco años se han contraído considerablemente. Esto se debe a las condiciones desfavorables imperantes en los mercados internacionales, fundamentalmente el estadounidense, donde la recesión económica ha disminuido la demanda de productos minerales. En la medida en que se recupere la economía de ese país y, consecuentemente, la de los países industrializados, la demanda del grafito, como de muchas otras materias primas, se expandirá.

En el cuadro 3 se aprecia la tendencia a la baja que han registrado las exportaciones de grafito en los últimos cinco años. Así, mientras en 1978 se enviaron 47 136 ton con valor de 2.5 millones de dólares, en 1982 solamente se embarcaron 28 427 ton, por 3.7 millones de dólares.

La contracción se refleja principalmente en los envíos a Estados Unidos, el cual absorbe 99% del total. En diferentes años México ha vendido grafito natural a Bélgica-Luxemburgo, España, Guatemala, Venezuela, Honduras, El Salvador y Nicaragua.

De acuerdo con los datos proporcionados por Grafito de México, desde 1980 se han realizado exportaciones de grafito cristalino. En dicho año se vendieron 148 ton, 58.7% de su producción. En el año siguiente, la mayor productividad de la empresa le permitió enviar a sus clientes en Estados Unidos 1 360 ton. En 1982 las ventas a ese país se contrajeron 33.4%. Sin embargo, se realizó un significativo embarque de 288 ton a España (véase el cuadro 4).

#### V. CONSUMO APARENTE

El consumo nacional aparente de grafito cristalino ha crecido en los últimos años en forma importante, de 148 ton en 1978 a 973 ton en 1982 (véase el cuadro 5). Sin embargo, en este último año disminuyó considerablemente la tasa de crecimiento, debido a la retracción de la actividad económica.

En México, la industria lapicera absorbe, aproximadamente 60% del consumo aparente. Las empresas consumidoras son: Berol, S.A. de C.V., Lapicera Mexicana y Joseph Dixon Crucible Co.

CUADRO 4

México: exportaciones de grafito cristalino (Toneladas)

Países	1980	1981	1982
	<i>Total</i>	148	1 360
Estados Unidos	148	1 360	906
España	—	—	288

Fuente: Grafito de México, S.A.

de México, S.A. El grafito cristalino que utilizan en la elaboración de lápices para escritura y dibujo es importado casi en su totalidad.

A la elaboración de grasas y lubricantes se destina alrededor de 20% del consumo. Las empresas consumidoras más importantes son: Manufacturas y Procesos Industriales, Catalizadora Industrial Lubdeco, Pamex, General de Aditivos, PLU, Elizarrarás Hnos., Petroil, y Cía. General de Lubricantes. Todas ellas utilizan grafito amorfo, coloidal y cristalino, pero cada vez es mayor el uso de este último, en virtud de que proporciona una lubricación mayor y tiene mas resistencia a las altas temperaturas. Todo el grafito que utilizan es mexicano, excepto el cristalino, que se importa.

Las otras actividades industriales consumidoras de grafito cristalino son la de equipos eléctricos y la de empaques y sellos industriales, que absorben 12 y 8 por ciento, respectivamente. También estos sectores usan grafito cristalino importado, casi en su totalidad. Algunas de las empresas pertenecientes a estos sectores que lo utilizan son: Electro Carbón, UTP, Industria Mexicana, Messer Griesheim de México, Garlock de México, John's Mansville Mexicana, y Tecno Carbón, entre otras.

#### VI. MERCADO DE ESTADOS UNIDOS

Estados Unidos es un productor marginal de grafito, ya que no cuenta con yacimientos importantes para ser explotados comercialmente. Algunas empresas, como la South Western Graphite Co., Joseph Dixon Crucible Co. y Alabama Flake Co., han realizado exploraciones y explotaciones en Texas, New Jersey y Alabama, entre otras entidades. Sin embargo, sus volúmenes de producción son considerablemente bajos. Por lo tanto, para cubrir sus necesidades Estados Unidos recurre a las importaciones.

La demanda estadounidense de grafito cristalino registró una tendencia opuesta a la del natural, crudo o refinado (amorfo), probablemente por los usos específicos de aquél como insumo para elaborar determinados productos industriales. En efecto, las importaciones de amorfo se contrajeron en poco más de la mitad, al pasar de 80 320 ton a 38 409 ton entre 1978 y 1982. En cambio, los requerimientos de grafito cristalino del exterior durante 1982 fueron del orden de 9 807 ton, cuyo valor alcanzó más de 8 millones de dólares, cifras superiores en 32.7 y 158 por ciento en volumen y valor, respectivamente, a las de 1978.

Entre sus principales abastecedores destaca China, que se colocó en el primer sitio en 1982, que incrementó notablemente su participación durante los últimos cinco años (de 3.4% en 1978

CUADRO 5

México: consumo aparente de grafito cristalino (Toneladas)

Años	Producción	Importación	Exportación	Consumo aparente
1978	—	114	—	114
1979	—	310	—	310
1980	252	380	148	484
1981	1 280	1 013	1 360	933
1982	1 804	363	1 194	973

Fuente: Grafito de México, S.A., e IMCE, Dirección de Servicios al Comercio Exterior.

CUADRO 6

Estados Unidos: importaciones de grafito natural  
(Toneladas y miles de dólares)

Países de origen	1978		1979		1980		1981		1982	
	Volumen	Valor	Volumen	Valor	Volumen	Valor	Volumen	Valor	Volumen	Valor
Grafito natural, crudo o refinado	80 320	9 091	69 273	9 505	45 671	7 583	49 594	13 200	38 409	9 655
China	2 513	1 006	2 445	965	2 015	1 123	4 574	2 760	4 963	2 657
México	45 317	1 738	46 290	1 961	36 539	1 678	35 548	2 631	28 385	2 358
Brasil	207	85	1 134	537	313	214	1 592	1 430	937	821
RFA	1 262	874	844	766	725	760	912	749	739	746
Madagascar	611	282	1 617	755	420	188	1 028	723	1 114	671
Hong Kong	—	—	—	—	150	104	—	—	500	250
Sri Lanka	1 701	1 043	1 491	1 144	940	1 203	1 058	1 974	660	1 207
India	85	95	—	—	—	—	107	126	146	185
Japón	198	113	217	280	314	341	288	371	62	166
Canadá	—	—	—	—	410	136	2 834	1 277	—	—
URSS	3 319	1 043	3 306	1 252	3 260	1 363	310	158	—	—
República de Corea	23 661	2 206	10 500	1 120	—	—	—	—	—	—
Otros	1 446	606	1 429	725	585	473	1 343	1 001	903	594
Grafito natural en bloques o trozos cristalinicos	7 391	3 235	5 811	3 118	6 612	4 992	9 971	8 412	9 807	8 345
Brasil	236	99	1 424	729	2 650	2 015	4 178	3 807	3 442	3 438
China	250	136	171	95	206	173	1 394	922	3 631	2 609
Madagascar	3 802	1 486	3 065	1 674	1 825	1 255	1 774	1 707	2 238	1 712
RFA	201	204	162	129	145	148	61	91	99	215
India	—	—	—	—	—	—	350	296	228	208
Sri Lanka	387	197	412	230	612	650	276	469	—	—
Canadá	—	—	—	—	500	167	1 021	442	—	—
México	—	—	—	—	124	111	260	241	—	—
Otros	2 515	1 113	577	261	550	443	657	437	169	163

Fuente: U.S. Department of Commerce, FT. 135 U.S. General Imports.

a 37% en 1982). Esto se debe fundamentalmente a la política comercial de China que, urgida de divisas, vende a precios muy inferiores a los demás abastecedores. Brasil es otro destacado participante en el mercado estadounidense de grafito cristalino. En 1982 contribuyó con 35% del total, mientras que en 1978 solamente participó con 3.2%. Madagascar ocupó el tercer sitio, luego de reducir sus envíos a ese mercado, de tal manera que su participación cayó de 51 a 22.8 por ciento de 1978 a 1982.

Otros abastecedores menos importantes son la RFA, India, Sri Lanka, Canadá y México, entre otros (véase el cuadro 6).

Los precios medios de importación en el mercado estadounidense, durante el período 1978-1982, casi se duplicaron, al pasar de 437.69 a 850.92 dólares la tonelada. Este incremento (94%) se deriva de la cada vez mayor demanda del grafito cristalino de alto contenido de carbón que, obviamente, creció a un ritmo mayor que la oferta.

Si consideramos los precios medios de importación del grafito cristalino procedente de Brasil, China y Madagascar, los cuales aportaron 95% del total de las importaciones de Estados Unidos en 1982, se observa que el de China ingresa al mercado a 718.53 dólares la tonelada; el de Madagascar a 764.96 y el de Brasil a 998.83 dólares.

De acuerdo con los datos proporcionados por Grafito de México, el precio promedio del grafito cristalino mexicano FOB puerto de embarque o frontera, fue de 996 dólares la tonelada en 1982, muy similar al del grafito brasileño.

## VII. CONCLUSIONES

En México existe un mercado potencial muy importante para el grafito cristalino, que la empresa Grafito de México está en condiciones de cubrir si se ajusta a los requerimientos de calidad que los diferentes sectores industriales del país demandan.

Esto es factible, ya que la característica fundamental del grafito cristalino en su alto contenido de carbón; así el del grafito mexicano tipo A es de 86.7% y el del tipo B de 94.6 por ciento.

Todavía en 1982 las necesidades internas de grafito cristalino se cubrieron en un alto porcentaje con importaciones. Sin embargo, la actual paridad peso-dólar otorga al producto mexicano una considerable ventaja competitiva. Además, la disponibilidad de divisas para la importación de materias primas sigue siendo estrecha.

En el mercado estadounidense las condiciones también son promisorias, en virtud de que no es un productor destacado de grafito cristalino. De ahí que sus importaciones en los últimos cinco años hayan crecido 32.7%. Además, si la recuperación de la economía de Estados Unidos continúa, como parecen señalar los indicadores económicos correspondientes al segundo trimestre de 1983 crecerá la demanda de este producto, de usos tan específicos.

Desde luego la empresa Grafito de México deberá multiplicar sus esfuerzos promocionales y adoptar una política más agresiva de ventas para lograr una mayor penetración en el mercado estadounidense. □