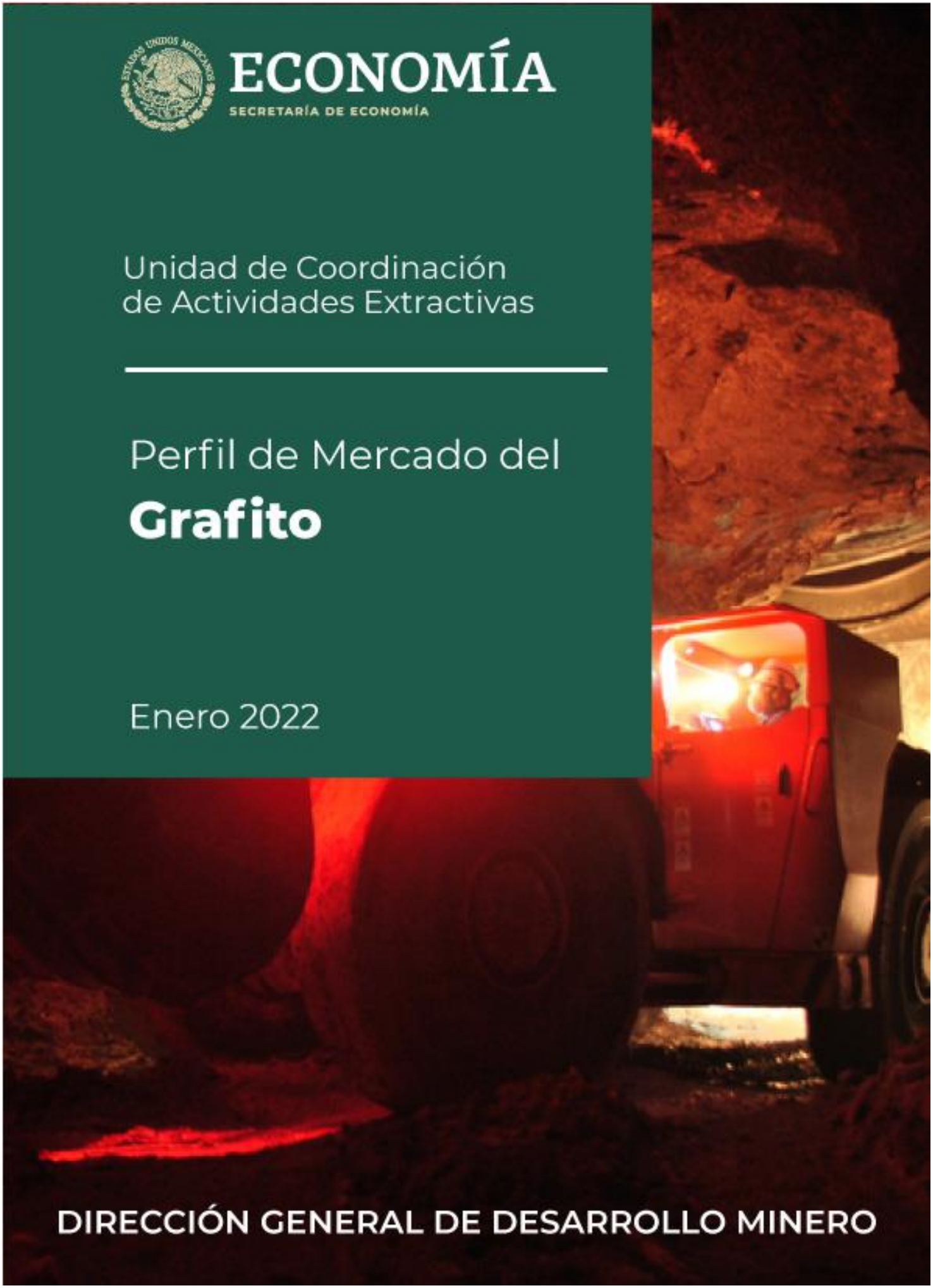
ECONOMÍA
SECRETARÍA DE ECONOMÍA

Unidad de Coordinación
de Actividades Extractivas

Perfil de Mercado del **Grafito**

Enero 2022



DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO MINERO

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN EJECUTIVO	3
I. CARACTERÍSTICAS GENERALES	
I.1 FICHA TÉCNICA	4
I.2 VARIEDADES	8
I.3 POTENCIAL GEOLÓGICO MINERO	11
I.4 PROCESOS DE OBTENCIÓN	16
I.5 PRINCIPALES USOS	20
I.6 MARCO LEGAL NORMATIVO	27
I.7 NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES	27
I.8 SITUACION DEL IMPUESTO ARANCELARIO APLICADO EN EL MARCO DE LOS TRATADOS DE LIBRE COMERCIO SUSCRITOS POR MEXICO	29
II. MERCADO	
II.1 PANORAMA DEL MERCADO INTERNACIONAL	30
II.2 MERCADO NACIONAL	33
II.3 COMERCIO EXTERIOR	34
II.4 CANALES DE COMERCIALIZACIÓN	37
BIBLIOGRAFÍA	38
ANEXO ESTADÍSTICO	39

RESUMEN EJECUTIVO

Este perfil de mercado muestra un panorama general de las características técnicas del Grafito y del comportamiento de su mercado, proporcionando un resumen de sus características principales en el año 2019, el cual pueda servir como base a las empresas del sector o a los nuevos inversionistas en los estudios que elaboren conforme a sus necesidades particulares.

El grafito natural es una forma alotrópica del carbón. Es un mineral suave, de color gris a negro, brillo metaloide, peso específico de 2.23, dureza de 1-2, cristaliza en el sistema hexagonal, estable y químicamente inerte a temperatura normal, inodoro, no tóxico, resistente al calor y excelente conductor de calor y electricidad, es untuoso al tacto. Se encuentra normalmente como granos y agregados escamosos, foliados o masivos. Se forma por el metamorfismo del material orgánico en los sedimentos y ocurre en los esquistos y mármoles. Se encuentra asociado con minerales como: cuarzo, feldespato, micas, calcita, pirita y óxidos de fierro.

Sus aplicaciones son principalmente en la industria del hierro y el acero. Asimismo, es utilizado en la elaboración de productos refractarios, químicos, de revestimiento y, por sus cualidades de auto lubricación y conducción de electricidad, es usado en la fabricación de conductores en motores eléctricos y en la fabricación de baterías secas.

Actualmente, Sonora es el único productor de grafito en México, con un potencial de 1,634,800 toneladas en reservas de grafito amorfo. En 2019, la producción de grafito fue de 2,342 toneladas, una reducción del 43% con respecto a lo registrado en 2018.

La balanza comercial, en 2019, resultó con un déficit de 135.3 mil dólares. El principal destino del grafito mexicano es Estados Unidos. En el mercado externo, sobre todo en el estadounidense, el grafito mexicano compite con su similar chino, el cual lo está desplazando por su precio bajo. Por su parte, las importaciones provienen de Estados Unidos (52%), China (28%), Canadá (14%), entre otros.

I. CARACTERÍSTICAS GENERALES

I.1 FICHA TÉCNICA[1]

Características físicas y químicas

El grafito natural es una forma alotrópica del carbón. Es un mineral suave, de color gris a negro, brillo metaloide, peso específico de 2.23, dureza de 1-2, cristaliza en el sistema hexagonal, estable y químicamente inerte a temperatura normal, inodoro, no tóxico, resistente al calor y excelente conductor de calor y electricidad. Es untuoso al tacto (Berry, 1983).

Se encuentra normalmente en pequeños cristales hexagonales en forma de agregados compactados, escamosos, terrosos, esféricos, foliados o masivos. Se forma por el metamorfismo del material orgánico en los sedimentos y ocurre en los esquistos y mármoles. Es un raro constituyente de meteoritos y rocas ígneas (Price y Walsh, 2005, p. 216). Frecuentemente se encuentra asociado con minerales como: cuarzo, feldespato, micas, calcita, pirita y óxidos de fierro.

Es extremadamente refractario, siendo poco afectado por temperaturas superiores a los 3,000ºC; tiene alta resistencia al intemperismo y los ácidos; se mezcla fácilmente con otros materiales tanto líquidos como sólidos.

[1] Brian, M., Berry, L.G. (1983) *Mineralogy.* San Francisco: W.H. Freeman

Es compresible y maleable; resiste el ataque químico, el choque térmico, la contracción y la oxidación; tiene bajos coeficientes de fricción, expansión térmica y permeabilidad; flexible y sectil en un amplio rango de temperaturas y excelente lubricante.

Se encuentra en la naturaleza en pequeños cristales hexagonales en forma de agregados compactados, escamosos, terrosos y esféricos. El grafito frecuentemente se encuentra asociado con minerales como: cuarzo, feldespato, micas, calcita, pirita y óxidos de fierro.

Los electrones que se encuentran entre capa y capa son los que conducen la electricidad y éstos también son los que le dan el brillo al grafito ya que la luz se refleja sobre la nube electrónica. Tiene excelentes propiedades de resistencia al desgaste, especialmente con metales blandos. El grafito no es soluble en agua y no se derrite a altas temperaturas, sino que pasa al estado gaseoso directamente (sublimación) a temperaturas mayores de 3,800°C.

En ausencia de oxígeno, el grafito resiste muy bien la acción del calor. Asimismo, resiste la acción de las bases y de los ácidos no oxidantes, pero reacciona muy fácilmente con los ácidos oxidantes para dar lugar a la formación de compuestos interlaminares que contienen oxígeno e hidrógeno. La composición ideal límite podría responder a la fórmula C20. Este compuesto interlaminar recibe el nombre de óxido grafítico. El tratamiento del grafito con flúor, a una temperatura de unos 500°C, da lugar a la formación de un compuesto interlaminar que responde a la fórmula (CF)n.

Cuando se le añade un elemento como el magnesio y se utiliza el tratamiento adecuado, el grafito que ha tomado la forma de lámina durante la solidificación

adquiere la forma esferoidal, dando origen a la fundición de grafito o fundición esferoidal, la cual se caracteriza por tener buena resistencia a la corrosión natural, capacidad para absorber las vibraciones y ser autolubricante, así como características mecánicas más elevadas, su capacidad para deformarse antes de la rotura es muy superior a la fundición laminar, su módulo de elasticidad es casi como el del acero, la resistencia a la rotura por tracción y flexión es de 2 a 3 veces superior a la fundición laminar o gris y posee elevada resistencia a los choques.

Algunas de las áreas de nueva aplicación incluyen el asfalto eléctricamente conductivo para pistas calentadas en los aeropuertos y los puentes de carreteras.

En el grafito, los átomos se vinculan en grupos de seis y adoptan la forma de un hexágono. Las ligaduras que unen a los átomos de cada hexágono resultan muy firmes, pero no lo son las que unen a los hexágonos entre sí. Esto permite que los grupos de átomos se deslicen a veces, unos sobre otros o cambien de posición, lo que hace que se separen fácilmente. Por eso, el grafito es blando y resbaladizo.

La forma en que los átomos de carbono en las sustancias orgánicas se unen entre sí en cadenas, resulta excepcional. El enorme número de compuestos orgánicos del carbono es consecuencia de las distintas disposiciones de los átomos de este elemento al unirse en cadenas abiertas o cerradas. Por esto hay tantos compuestos orgánicos de carbono. Éste entra en la formación de los compuestos complejos de toda la materia viva.

Propiedades del grafito

Propiedad	Características
• Temperatura de fusión	Tiene dos puntos triples (punto en que coexisten en equilibrio tres fases) – 3,550ºC bajo una presión de 88 kg/cm^2 – 3,726ºC a las 100,000 atmósferas de presión
• Sublimación	Entre 3,300º y 3,550ºC a una presión de 1.033 kg/cm^2
• Oxidación térmica	En presencia de oxígeno comienza a 300ºC
• Combustión	A 620º y 670ºC es combustible en presencia de oxígeno

I.2 VARIEDADES

Grafito natural

El grafito natural se clasifica en cristalino (escamoso y veta) y amorfo (microcristalino).

Cristalino		Amorfo
Escamoso	**Veta**	
• Se encuentra en forma de láminas planas de aspecto escamoso • Cada una de las láminas están separadas, cristalizadas en las rocas metamórficas como el mármol, gneis, esquisto, cuarzo, cuarcita con feldespato o mica • Las láminas tienen un aspecto grasoso y sus dimensiones son variables • De un depósito a otro se pueden encontrar variaciones en dureza, grosor, densidad y forma • Los depósitos comerciales importantes se presentan en capas o lentes	• Se localiza en forma de vetas hidrotermales o en forma de acumulaciones a lo largo de las superficies de contacto entre pegmatitas y calizas • Comercialmente se separan de acuerdo a su tamaño • Las vetas varían en dimensión desde unos cuantos milímetros a más de 2 metros • Las impurezas que se presentan como granos en el grafito consisten de feldespato, cuarzo, mica, zircón, rutilo y apatito	• Se encuentra en forma de partículas microcristalinas más o menos uniformemente distribuidas en rocas metamórficas suaves como pizarras y filitas • Esta variedad tiene una apariencia terrosa, negra y suave • El producto comercial contiene entre 50 y 94% de grafito • Se han formado por metamorfismo

Características del grafito natural

Componente	Unidad	Escamoso	Veta	Amorfo
Carbono	%	90.0	96.7	81.0
Azufre	%	0.1	0.7	0.10
Densidad	g/cm^3	2.29	2.26	2.31
Contenido de grafito	%	99.9	100.0	28.00
Densidad de cenizas	g/cm^3	2.91	2.89	2.68
Resistencia	ohm-cm	0.031	0.029	0.091

Grafito sintético

El grafito sintético primario es esencialmente carbono producido a partir de coque de petróleo calcinado. El grafito sintético secundario (polvo y desecho) es producido en forma similar a partir de rellenos carbonosos y materiales aglomerantes.

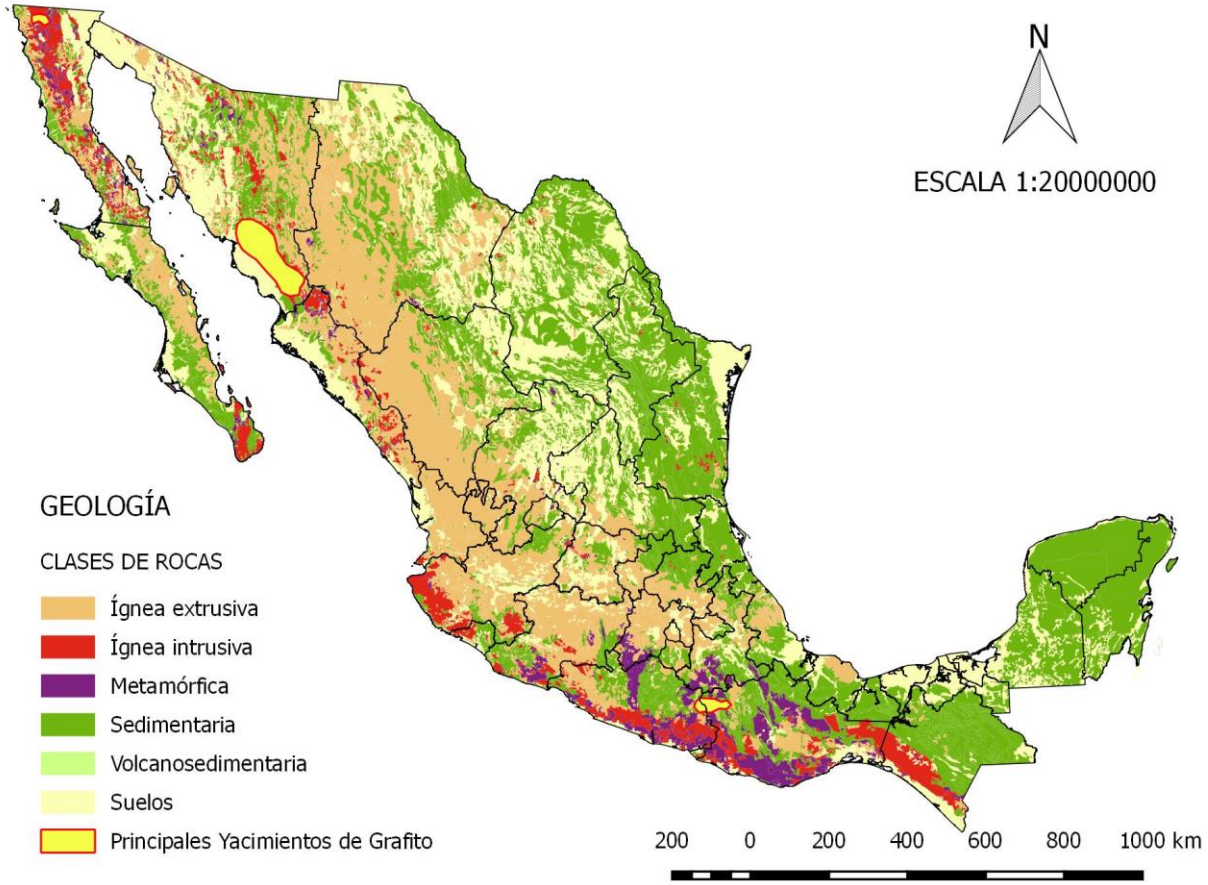
Por ser un subproducto de procesos controlados el contenido de carbono y grafito es más uniforme en sus diferentes tipos. Este tipo de grafito incrementa la densidad del electrodo, la resistencia y la conductividad eléctrica.

Por lo general los grafitos naturales y sintéticos tienen diferentes usos y funciones, por ello no compiten en los mismos mercados. Sólo en la producción de acero se prefiere grafito sintético al natural (amorfo), para aumentar el contenido de carbono en el acero.

Características del grafito sintético

Componente	Unidad	Primario	Secundario	Hojuelas
Carbono	%	99.9	99.0	97.00
Azufre	%	0.00	0.01	0.07
Densidad	g/cm^3	2.25	2.24	2.24
Contenido de grafito	%	99.9	92.3	95.0
Densidad de cenizas	g/cm^3	2.65	2.68	4.68
Resistencia	ohm-cm	0.035	0.042	0.024

I.3 POTENCIAL GEOLÓGICO MINERO[2]



Elaboró: Dirección General de Desarrollo Minero con datos del SGM y de la propia dependencia.

El principal estado productor de grafito amorfo en México es Sonora. Los yacimientos del Estado de Oaxaca no están en operación y son del tipo cristalino.

Los depósitos de grafito se ubican en la porción central de Sonora, en donde destacan las minas de la región de Tónichi y San José de Moradillas (El Cochi), así como en las cercanías de San Bernardo, en el Area de Topiyeca. Su estructura es vetiforme y como mantos concordantes.

[2] Fuente: Servicio Geológico Mexicano (SGM)

PRINCIPALES DISTRITOS MINEROS DE SONORA CON YACIMIENTOS DE GRAFITO

Carbonífero de Sonora. Se localiza en el centro del Estado, 150 km al este de Hermosillo. Tiene los yacimientos de grafito más importantes: San José de Moradillas y Ónavas, así como Peñitas y Ubalama. Los yacimientos de grafito amorfo son estratiformes y se originaron por metamorfismo que afectó a los mantos de carbón encajonados en el Grupo Barranca (Triásico-Jurásico). Los depósitos de grafito se localizan cerca de los contactos de cuerpos intrusivos laramídicos con rocas carbonosas. Las leyes en esta región son:

Región Moradillas	Región Ónavas	Región de Peñitas
El Cochi 80-92 % C	La Chiripa 70-86% C	Carolina 75% C
Lourdes 85-90 % C	Ubalama 78-80 % C	Covalmar 68-75 % C

Alamos – San Bernardo. Se localiza en el Sureste de Sonora, a 42 km al Este de Navojoa y a 9 km al Oeste de Álamos. Los principales yacimientos se encuentran en depósitos de metasomatismo del Grupo Barranca (Triásico-Jurásico). Las leyes en esta región son:

Topiyeca 86-88% C
San Juan 80-82% C
Dora Celia 84-86% C

En el municipio La Colorada, Son., existen obras que han sido labradas sobre estructuras mineralizadas, las cuales consisten de cuerpos tabulares de grafito en forma de vetas o mantos. Estos cuerpos tabulares de grafito están encajonados en rocas metasedimentarias de la Fm. Barranca. Las rocas que afloran en el área corresponden a rocas sedimentarias con cierto grado de metamorfismo, perteneciente a la Formación Barranca de edad Triásico-Jurásico; rocas ígneas intrusivas de composición diorítica, de edad cretácica; y rocas volcánicas de composición andesítica y riolítica, de edad terciaria. Los yacimientos minerales dentro del área estudiada, consisten en mantos de grafito con orientación al NW y

echados al SW. Los espesores de estos mantos oscilan entre 0.50 y 1.10 m, afloran cuando menos 6 mantos, con longitudes de afloramiento visibles que van de 4 a 150 m. Los valores obtenidos con el muestreo superficial llevado a cabo reportan leyes muy por debajo de las mínimas aceptables, sin embargo, se espera que a profundidad las leyes se incrementen hasta el punto de llegar a ser económicas, como sucede en otras minas de grafito de esta región.

En el municipio de Guaymas, Son., la Fm Santa Clara está constituida por lutitas negras carbonosas y de estratos de arenisca, entre los cuales se presentan intercalados los mantos de grafito de diferentes grados de pureza, ya que en ocasiones se ven muy contaminados con arcilla. El grafito se presenta principalmente en forma de mantos y pequeñas inyecciones provocadas por fallamiento. En esta zona afloran rocas sedimentarias pertenecientes a la Formación Santa Clara, que es el miembro intermedio del Grupo Barranca del Triásico superior, representada por lutitas negras carbonosas, areniscas de color claro a gris, intercaladas con estas rocas. Se localizan mantos de grafito de diferentes grados de pureza, este paquete sedimentario forma el flanco de un anticlinal truncado por fallas.

Las rocas sedimentarias fueron afectadas por un cuerpo ígneo intrusivo de composición granodiorítico que lo metamorfizó dando origen al cambio de antracita a grafito, como última etapa de esta intrusión se inyectaron sills de diorita alterada a lo largo de un manto llamado Carolina en ocasiones dividiéndolo. El contenido promedio del manto Carolina es de 75.28% de carbón fijo, estos valores se obtuvieron en muestras de grafito colectadas lejos de la superficie del terreno (en obra minera), ya que las muestras que se tomaron en superficie tanto de este manto como de los otros no reflejan el contenido real de carbón fijo debido a que está oxidado (intemperizado) lo que cambia sus contenidos de carbón fijo. En total se detectaron 3 mantos de grafito con rumbo predominante NW-SE, concordante con las rocas sedimentarias y su espesor promedio es de 1.20 m.

Localización de yacimientos de grafito en Oaxaca

Los depósitos de grafito cristalino en Oaxaca se localizan principalmente en la región de los Valles Centrales; están alojados en rocas metamórficas del Complejo Oaxaqueño; consisten en pequeñas laminillas de textura hojosa o fibrosa que se orientan paralelamente a los planos de foliación del gneis. Estos depósitos afloran principalmente en Telixtlahuaca con una ley de 4-6% de carbón fijo. Aflora en otras localidades como Cuicatlán, Ejutla, Nochixtlán, Tlaxiaco, Zimatlán, Etla, Yucucundo y Huitepec.[3]

Manifestaciones de grafito en otros Estados

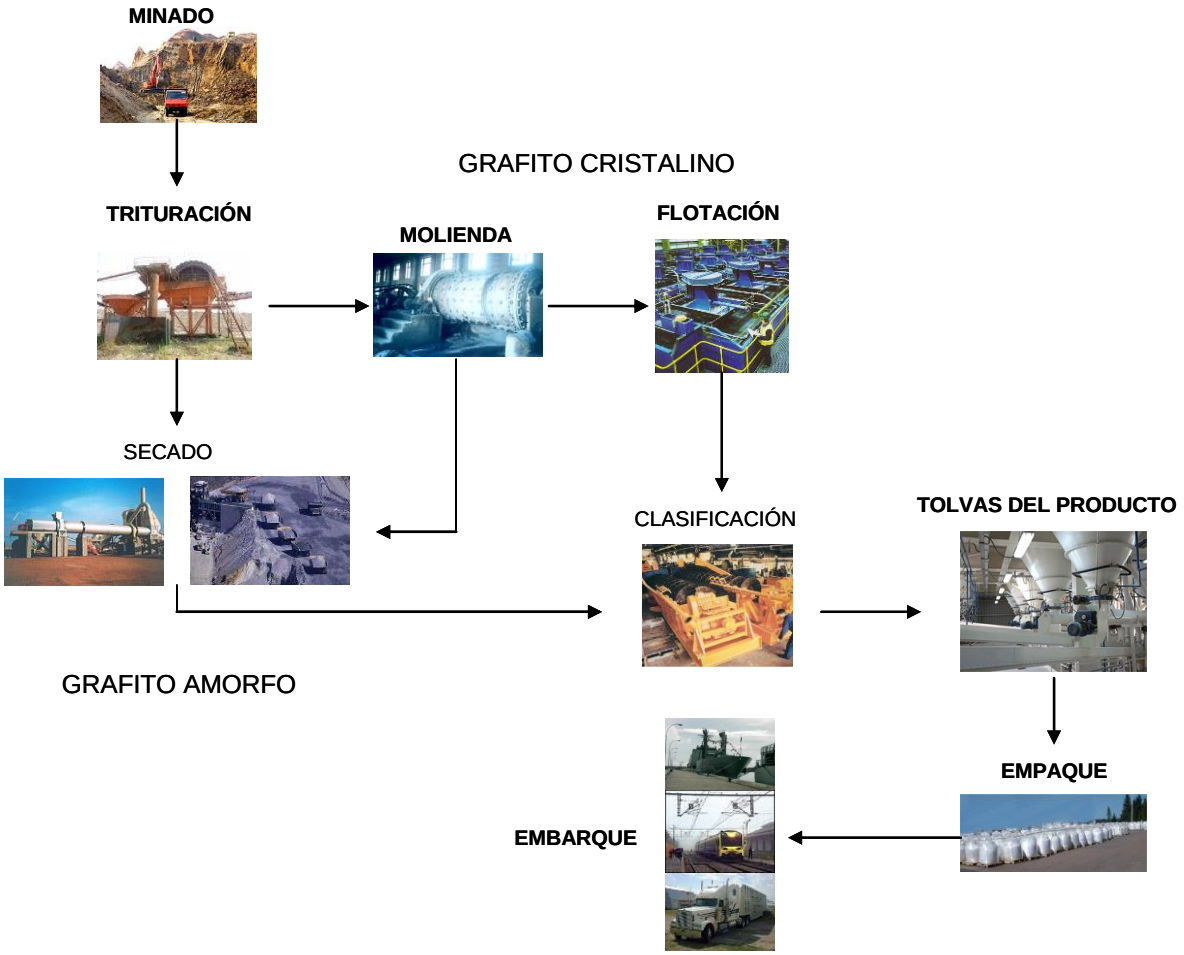
En el estado de Guerrero, el grafito se localiza en la Fm Acatlán del Paleozoico, dentro de la cual se presenta a veces en forma de lentes y otras veces constituye un manchón negro sobre la superficie del terreno. La zona donde se observa mayor cantidad fue un área localizada al sur de Cualac, entre los poblados de Coatlaco y Tlalapa, en donde la zona grafitosa alcanza un diámetro de 90 metros y una longitud cuando menos de 110 m. Existen también dentro de la misma zona otros afloramientos grafitosos sobre la brecha que comunica a Tlalixtlahuac con Coatlaco y en menor cuantía en los alrededores de Tlatlauquitepec. En general los grafitos de la región son de mala calidad ya que contienen algo de esquistos, abundantes vetas de cuarzo y cierto contenido de fierro diseminado en forma de pirita.

En el municipio de Tecate, BC, la mineralización de grafito es originada por procesos metamórficos; se presenta inyectado en fallas y fracturas, así como en forma de mantos o capas, presentando una ley de 86% de carbón fijo pero un volumen muy reducido de reservas de 28,320 ton. La superficie geológica del área estudiada, esta constituida por rocas metamórficas esquistosas, pertenecientes a los Esquistos Julián del Triásico - Jurásico y pequeños afloramientos de rocas

[3] **Fuente:** Monografía Geológico Minera del Estado de Oaxaca (2013), SGM.

ígneas graníticas del Cretácico. La mineralización de grafito se presenta en dos localidades dentro de rocas metamórficas esquistosas con características de estar inyectado en fallas y fracturas así como en forma de manto o capa, los resultados del muestreo fueron buenos, con una ley media de carbón fijo de 87.12% en obra minera y 86.83% de carbón fijo en catas exploratorias.

I.4 PROCESO DE OBTENCIÓN[4]



Extracción

En México la extracción se realiza en forma subterránea y a cielo abierto aplicando el plan de minado diseñado y posteriormente se acarrea el mineral a la planta de trituración. En esta etapa puede llevarse a cabo una trituración primaria del mineral.

[4] Crickmer, Douglas F., Zegeer, David A. (1981) *Elements of practical coal mining.* New York: Society of Mining Engineers

Trituración

Es una operación que generalmente se realiza en dos o tres etapas. La trituración secundaria se realiza con el fin de reducir aun más el tamaño del grano del mineral que proviene de la trituración primaria. La trituración puede ser un circuito abierto o cerrado, dependiendo del tamaño del producto.

Secado

El secado se realiza para remover la humedad, mecánicamente por medio de un secador horizontal, cuando no se tiene este equipo se realiza en patios a través del calor del sol, en este caso, el grafito se extiende en el suelo secándose primero la parte superior y con rastras se le va dando de vueltas para secar la parte que al principio quedó abajo. Este proceso se realiza en el grafito amorfo. Posteriormente, pasa al proceso de clasificación.

Molienda

La molienda es el proceso donde el tamaño de las partículas se reduce más que en la etapa anterior por una combinación de mecanismos de quebrado de impacto y abrasión ya sea en seco o en suspensión de agua, generalmente se realiza en húmedo. La molienda es la operación que requiere mayor consumo de energía dentro del proceso de los minerales. Este proceso se aplica a grafito cristalino, y al amorfo cuando lo requiera el cliente. En el caso de grafito cristalino, después de la molienda pasa al proceso de flotación.

Flotación

Proceso que permite la separación de impurezas del grafito y se realiza a través de la columna y celdas de flotación para obtener una mejor recuperación e incremento del contenido de carbono en el concentrado.

Clasificación

Es un proceso de mezcla de minerales en dos o más productos teniendo como base la velocidad con que caen los granos a través de un medio fluido. La

aplicación en húmedo se lleva a cabo en partículas minerales que se consideran demasiado finas para ser separadas eficientemente por cribado.

Tolvas para el producto

Después de su clasificación, el producto es enviado a tolvas especiales de acuerdo a su tamaño, del cual puede existir una amplia variedad.

Empaque

Los productos de grafito varían en tamaño y contenidos de carbón. El empaque se realiza en bolsas o sacos sobre una plataforma de acarreo y a granel en tolva cerrada.

Embarque

Posteriormente a su empaque, el grafito es llevado a través de bandas transportadoras hasta el medio de transporte que lo llevará al cliente.

Control de calidad

Las técnicas de proceso de control computarizadas guían cada etapa del proceso de manufactura asegurando la calidad y la consistencia, lo cual proporciona confiabilidad a largo plazo a los clientes. Este proceso se realiza principalmente después de las siguientes etapas: molienda, clasificación y empaque.

Proceso de grafito sintético

El grafito sintético es un producto manufacturado hecho por el tratamiento a alta temperatura de los materiales amorfos del carbón. En los Estados Unidos, la materia de base primaria usada para hacer el grafito sintético es coque de petróleo calcinado y alquitrán de carbón, que se componen de formas de carbón altamente “grafitizable”.

El proceso de fabricación consiste en varias mezclas, moldeado y operaciones de horneado seguidas de tratamiento térmico a temperaturas entre 2500°C y 3000°C.

La temperatura de tratamiento térmico se requiere para conducir la transformación de fase sólido/sólido carbón amorfo a grafito. La morfología de la mayoría del grafito sintético varía de hojuelas en polvos finos a granos irregulares y agujas en productos más gruesos.

Durante el proceso de concentración las impurezas contenidas en los carbones precursores se reducen significativamente. Esto ocurre como resultado de la vaporización de alta temperatura de las impurezas volátiles, que en las temperaturas de proceso utilizadas incluye la mayoría de los óxidos de metal, azufre, nitrógeno, hidrógeno y todos los componentes orgánicos que eran parte del coque de petróleo o del alquitrán de carbón.

Como resultado de este tratamiento térmico, virtualmente todos los productos de grafito sintético son de pureza elevada. El grafito sintético está disponible en tamaños de partícula a partir de polvos de 2 milímetros a piezas de 2 centímetros. Las purezas son típicamente mayores a 99% de carbono.

I.5 PRINCIPALES USOS[5]

Grafito natural

Refractarios

En la producción de ladrillos de magnesita-grafito se requiere de grafito de alta calidad (90-99% C) en granos gruesos, con buena resistencia a la oxidación y alta resistencia a la corrosión, los cuales se usan en hornos de arco eléctrico. En refractarios de magnesita-grafito para refinar y mejorar los aceros en hornos-olla en los que se requiere de mayor resistencia a la temperatura y la corrosión. En refractarios de alúmina-grafito para la colada continua. El grafito da propiedades de resistencia al impacto térmico y a la corrosión de los refractarios de alúmina.

Los canales que conducen metal fundido de la olla a la colada, se construyen de alúmina-grafito. En el área de control de salida del acero se utilizan compuertas de alúmina-grafito para manejar el flujo de metal. En la manufactura de crisoles. Al mezclar grafito con otros materiales como arcillas refractarias, arena, talco y mica se genera un acabado muy fino a la superficie de los moldes evitando que los metales se adhieran a las paredes de los moldes, facilita la remoción de la colada al enfriarse el molde y reduce costos de maquinado y terminado de productos. En la carburización del acero. Se utiliza como agente aislante en las coladas de acero.

[5] Fuente: Empresa mexicana Grafito Soluciones S.A. de C.V.

Revestimiento

Como recubrimiento de tubos de televisión, de substancias explosivas, de fundición del fierro y acero; el grafito mezclado con arcillas es aplicado como delgado revestimiento para limpiar y liberar fácilmente el molde de los vaciados metálicos y en recubrimientos para frenos y clutch. En la fabricación de balatas y el fortalecimiento de metales.

Material eléctrico

Su calidad de autolubricación lo hace ideal en la fabricación de conductores en motores eléctricos y otros equipos eléctricos para aviones y submarinos, así como en la elaboración de cepillos de carbón para motores eléctricos y electrodos. Insertando átomos de calcio entre las láminas de la estructura hexagonal del grafito se obtiene un material (CaC_6) que es superconductor. El nuevo material se torna superconductor a 11.5 °K. El CaC_6 es un ejemplo de compuesto de grafito intercalado, una nueva clase de materiales electrónicos que consisten en intercalar átomos extraños como calcio, sodio o potasio entre las capas del grafito. El grafito es un semimetal y esto implica que los electrones donados o adquiridos por el átomo extraño alteran sus propiedades eléctricas transformándolo, bajo este punto de vista, en un metal. Para fabricar el nuevo superconductor se utiliza grafito pirolítico calentado a 350°C junto con una aleación fundida de litio-calcio en una atmósfera de argón.

Generación de electricidad

En la fabricación de baterías secas, el grafito se adhiere al dióxido de manganeso para dar una mejor conductividad y funciona como material absorbente. Tradicionalmente se ha usado en baterías secas de zinc-carbono, pero también en el uso de baterías recargables y alcalinas, estas últimas requieren de alto contenido de carbono.

Productos químicos

En la manufactura de empaques especiales; como ingrediente en la fabricación de caucho, explosivos y pulimentos. En la elaboración de fibras y municiones. En forma de polvos se emplea en lubricantes, recubrimientos y conductores.

Automotriz

En la sinterización se mezcla grafito de alta pureza con polvos de metal para obtener fórmulas específicas usadas en la industria automotriz. Por rechazo ecológico del asbesto, el grafito lo reemplaza en la producción de balatas. También es usado en la producción de escobillas para motores. En esta industria, en la sinterización se mezcla grafito de alta pureza con polvos metálicos para obtener formas específicas usadas en la industria automotriz (cuando se absorbe carbón se refuerzan los metales) y como rellenador de juntas y cojinetes.

Pinturas

Como componente en la elaboración de pinturas y pigmentos. En la elaboración de pinturas para proteger superficies metálicas y pinturas antiestáticas de suelos.

Lubricantes

Como lubricante ya que se adhiere a la superficie metálica rellenando los poros.

Puntillas para lápices

En la elaboración de puntillas para lápices.

Grafito sintético

Electrodos

En la producción de acero y hornos de arco eléctrico, en el proceso de aluminio Hall-Héroult, hornos de carburo, hornos de reducción para fósforo y sílice.

Producción de acero

Para aumentar el contenido de carbón en el acero.

Fundición

Vaciado, sinterización, lingoteo, moldes de fierro fundido y crisoles.

Industria química

En la manufactura de plantas químicas (intercambiadores de calor, torres, bombas, tubería). En la actualidad se emplean grandes cantidades de grafito ultrapuro como moderador de los neutrones con el fin de reducir la acción de los neutrones del uranio en reactores nucleares.

Industria aeroespacial

Toberas de cohetes, narices cónicas, aspas de control, tubos de explosión y como aislante térmico.

Fibra de grafito

En la manufactura de raquetas, cañas de pescar, poste para salto de garrocha y esquís.

USOS DEL GRAFITO NATURAL Y SINTÉTICO

Usos	Cristalino	Amorfo	Sintético
Refractarios	✓	✓	
Lápices	✓	✓	
Pinturas	✓		
Crisoles y retortas	✓		
Lubricantes	✓	✓	
Baterías	✓	✓	
Manufactura de empaques	✓		
Fundición		✓	✓
Balatas		✓	
Plásticos		✓	
Municiones		✓	
Electrodos		✓	✓
Manufactura de componentes mecánicos		✓	
Aumento en el contenido del carbono en el acero		✓	✓
Escobillas para motores		✓	
Automotriz		✓	
Recubrimientos		✓	
Vaciado, sinterización, lingoteo y moldes para vaciado de Fierro.			✓
En la industria aeroespacial.			✓
Fibras			✓
Durante el proceso de fisión nuclear.			✓

ESPECIFICACIONES POR APLICACIÓN

Aplicación	Promedio de carbono (%)	Tamaño promedio de escama	Características físicas
Fundición			
Lavado de moldes y núcleos (E)	80-90	Malla 200	
Lavado de moldes y núcleos (A)	70-80	Malla 200	
Revestimiento de fundición (A)	40-70	53-75 µm	Bajo en sulfuros y minerales fácilmente fusibles; contiene cuarzo y mica.
Sinterización	98-99	5 µm	Natural o sintético.
Refractarios			
Crisoles, moldes, ollas (E)	85-95	+150 µm	Grandes escamas, típicamente 75% +600 µm, 75% +400 µm ó 75% +300 µm. Bajo en fierro, mica y material carbonoso.
Ladrillos refractarios (A)	70-80	-200 mm y malla–600	
Ladrillos refractarios (E)	90-97	+180 a +150 µm	Tiende a tamaños más finos, más alto en carbono.
Ladrillos Mg-C (E)	85-90	+150 a –710 µm	De preferencia <2% de ceniza.
Refractarios Al-grafito (E)	min. 85	-600 a +150 µm	
Otros			
Recubrimiento de frenos	Min. 98	-75 µm	Comúnmente mezclas de natural (60%) y sintético (40%). Bajo en minerales abrasivos (cuarzo y feldespato).
Baterías, celda seca	Min. 88	85% -75 µm	Natural o sintético, no contener conductores (Cu, Co, Ni, Sb y As). De preferencia <0.5% de azufre.
Baterías, alcalinas	Min. 98	-75 a 5 µm	
Cepillos de carbón	95-99	-50 µm	99% de carbono (<1% de sílice y ceniza).
Recubrimientos conductivos (A)	50-55		Puede contener 20-25% de sílice. Bajo en pirita y mica.
Explosivos		-150 µm	Sin sulfuros ni humedad.
Grafito expandible	Min. 90	-2mm a +250 µm	
Hoja de grafito	Min. 90		Bajo en sodio y cloruros lixiviables.
Lubricantes	98-99	106 a 53 µm	Bajo o libre de minerales abrasivos (cuarzo y

Aplicación	Promedio de carbono (%)	Tamaño promedio de escama	Características físicas
			feldespato) y sulfuros de metales.
Moderador neutro	99+		<0.04% de ceniza, <1ppm de tierras raras y boro.
Lápices	80-82	Extremadamente fino	Amorfo o escamoso.

Notas: A = Amorfo, E = Escama

SUSTITUTOS

Uso	Sustituto
Ánodos (electrodos)	Titanio.
Baterías	Litio, manganeso y tierras raras.
Siderurgia	Coke, antracita y electrodos usados.
Retardante de fuego	Óxido de antimonio, óxidos, boratos, cromita, diatomita, magnesita y magnesia, perlita, fosfatos, pumicita y vermiculita.
Material de fricción	Asbestos, barita, bauxita, alúmina, arcillas, granate, yeso, mica, pumicita, pirofilita, sílice, vermiculita, wollastonita y zircón.
Lubricante	Litio, mica, disulfuro de molibdeno y talco.
Refractario	Andalusita, bauxita, cromita, kianita, magnesita, dolomita, olivino, pirofilita, arcillas refractarias, sílice, sillimanita y zircón.

El polvo de grafito sintético puede ser un sustituto en la producción de fierro y acero, en el aumento del contenido de carbono en el acero, en la producción de electrodos en hornos eléctricos de arco, componentes mecánicos de ingeniería y escobilla para motores. Por su parte, el coque molido con olivino puede sustituirlo en el revestimiento de hornos.

I.6 MARCO LEGAL NORMATIVO

En el Artículo 4o. de la Ley Minera queda especificado que se sujetarán a ésta, entre otros, los minerales o grupos de minerales de uso industrial, incluyendo el grafito.

I.7 NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES

Las normas que operan en México y que se pueden consultar son las siguientes:

NORMAS NACIONALES (normas mexicanas)

Clave	Título
NMX-B-004-1991	Método para evaluar la microestructura del grafito en hierros colados
NMX-N-086-1983	Productos para oficinas y escuelas – lápices de grafito
NMX-J-179-1972	Electrodos de grafito para ser empleados en hornos de arco eléctrico
NMX-D-002-1970	Grafito empleado en el revestimiento de forros para frenos (balatas)

NORMAS INTERNACIONALES (ASTM de Estados Unidos)

Clave	Título
C781-08	Prueba de grafito y componentes borados de grafito para reactores nucleares de alta temperatura enfriados por gas
E1184-02	Análisis de absorción atómica electrotérmica (Horno de grafito)
E130-08	Designación de formas y tamaños de electrodos de grafito
C808-75(2005)	Reporte de resultados de prueba de fricción y desgaste de carbón manufacturado y relación de grafito y materiales de sello

Clave	Título
C783-85(2005)	Muestreo de núcleo de electrodos de grafito
C709-06	Terminología relativa a carbón manufacturado y grafito
C662-70(2005)	Especificación para tubería de grafito impermeable y enroscado
C625-95(2005)	Reporte de resultados de irradiación sobre grafito
B692-90(2006)	Especificación para material de contacto de 75% de plata - 25% de grafito
B664-90(2006)	Especificación para material de contacto de 80% de plata – 20% de grafito
A842-85(2004)	Especificación para grafito compactado en fundiciones de fierro
D3919-08	Medición de elementos traza en agua por espectrometría de absorción atómica en hornos de grafito
C1039-85(2005)	Métodos de prueba para porosidad aparente, gravedad específica aparente y densidad de volumen de electrodos de grafito
C1025-91(2005)	Método de prueba para modulo de ruptura en flexión de electrodo de grafito
C695-91(2005)	Método de prueba para resistencia a la compresión de carbón y grafito
A247-06	Método de prueba para evaluar la microestructura de grafito en moldes de fierro
D4018-99 (2008)	Método de prueba para propiedades de filamentos continuos de carbón y grafito remolcados.
C565-93 (2005)	Método de prueba para pruebas de tensión de materiales mecánicos de carbón y grafito.
C559-90 (2005)	Método de prueba para densidad de volumen por mediciones físicas de artículos manufacturados de carbón y grafito.

I.8 SITUACIÓN DEL IMPUESTO ARANCELARIO APLICADO EN EL MARCO DE LOS TRATADOS DE LIBRE COMERCIO SUSCRITOS POR MÉXICO

Fracción:
2504.10.01 Grafito en polvo o en escamas

Exenta de arancel a partir del 1 de enero de 2010 (Art. 2 Decreto DOF 24/XII/2008).

Nota: Es conveniente consultar los Tratados de Libre Comercio respectivos para profundizar en el conocimiento de los mismos. Las tablas anteriores son enunciativas más no limitativas.

RESTRICCIONES:

A PARTIR DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2017, SE RESTRINGE LA IMPORTACIÓN DE ESTA MERCANCÍA que tenga como salida: LA REPÚBLICA POPULAR DEMOCRÁTICA DE COREA (Art. 8del "Acuerdo mediante el cual se prohíbe la exportación o la importación de diversas mercancías a los países, entidades y personas que se indican")

A PARTIR DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2017, SE RESTRINGE LA EXPORTACIÓN DE ESTA MERCANCÍA, que tenga como destino: LA REPÚBLICA POPULAR DEMOCRÁTICA DE COREA (Art. 8del "Acuerdo mediante el cual se prohíbe la exportación o la importación de diversas mercancías a los países, entidades y personas que se indican").

Fuente: www.economia.gob.mx/

II. MERCADO

II.1 PANORAMA DEL MERCADO INTERNACIONAL

La explotación del grafito se realiza en minas a cielo abierto o subterráneo. Las operaciones a cielo abierto son más económicas y se opta por ellas cuando la capota de material estéril puede ser removida económicamente. Las minas de Madagascar son, en su mayoría, de este tipo. En la República de Corea, México y Sri Lanka, donde los depósitos son profundos, se requieren técnicas de minado subterráneo.

Producción Mundial de Grafito
(Toneladas)

	2018	2019e/
Alemania	800	800
Austria	1,000	1,000
Brasil	95,000	96,000
Canadá	40,000	40,000
China	693,000	700,000
Corea del Norte	6,000	6,000
India	35,000	35,000
Madagascar	46,900	47,000
México	4,100	2,300
Mozambique	104,000	100,000
Namibia	3,460	3,500
Noruega	16,000	16,000
Pakistán	14,000	14,000
Rusia	25,000	25,200
Sri Lanka	4,000	4,000
Tanzania	150	150
Turquía	2,000	2,000
Ucrania	20,000	20,000
Vietnam	5,000	5,000
Zimbabwe	2,000	2,000
Otros Países	200	200
Total	**1,120,000**	**1,100,000**

Fuente: Mineral Commodity Summaries, 2020.
Anuario Estadístico de la Minería Mexicana, 2020
e/ Estimado.

En 2019, la producción mundial de grafito fue de 1.1 millones de toneladas, una cantidad que es 2% inferior a la producida en 2018. Los principales países

productores son: China (64%), Mozambique (9%), Brasil (9%), Madagascar (4%), e India (3%), que en conjunto producen el 89% del total mundial.

MERCADO DE LOS ESTADOS UNIDOS

Producción

Desde el cierre de la mina Montana, de la empresa United Minerals Co., en 1990, Estados Unidos no ha producido grafito. No obstante, aproximadamente 95 empresas de los Estados Unidos, principalmente en las regiones del noreste y los Grandes Lagos, consumieron, en 2019, 52,000 toneladas por un valor de $44 millones de dólares.

Los principales usos del grafito natural, en 2019, fueron revestimientos de frenos, operaciones de fundición, lubricantes, aplicaciones refractarias y fabricación de acero. Durante 2019, las importaciones de grafito natural de Estados Unidos fueron de 58,000 toneladas: 65% de copos de alta pureza, 34% de grafito amorfo y 1% de trozos y virutas. En el periodo 2015-2018, las importaciones provinieron de los siguientes países: China, 33%; México, 24%; Canadá, 16%; India, 9% y otros, 18%.

GRAFITO NATURAL
(Miles de toneladas)

	2015	2016	2017	2018	2019e/
IMPORTACIONES	47	39	52	71	58
EXPORTACIONES	12	14	14	10	7
CONSUMO APARENTE	35	25	38	60	52
Precio promedio (dólares por tonelada)					
Escamas	1,710	1,920	1,390	1,520	1,300
En trozo o desbastado (Sri Lanka)	1,800	1,880	1,900	1,890	2,370
Amorfo (México)	454	571	451	310	438

Fuente: Mineral Commodity Summaries, 2020.
e/ Estimado

El consumo mundial de grafito ha aumentado constantemente desde 2013 hasta 2019. El consumo de Estados Unidos ha fluctuado durante este período de tiempo. Durante 2015 y 2016, el consumo de Estados Unidos disminuyó un 39% y un 30%, respectivamente. En 2017 y 2018, el consumo aumentó un 54% y un 59%, respectivamente, hasta su punto más alto durante los últimos 5 años. Sin embargo, durante 2019, el consumo volvió a bajar un 14%.

En 2019, las principales fuentes de importación de grafito natural de Estados Unidos fueron, en orden descendente de tonelaje, China, México, Canadá, Madagascar, Brasil, Mozambique, el Reino Unido, Japón, Sri Lanka y Austria, que en conjunto representaron el 99% de la producción. México y China proporcionaron la mayor parte del grafito amorfo y Sri Lanka proporcionó toda la variedad de polvo en grumos y astillas.

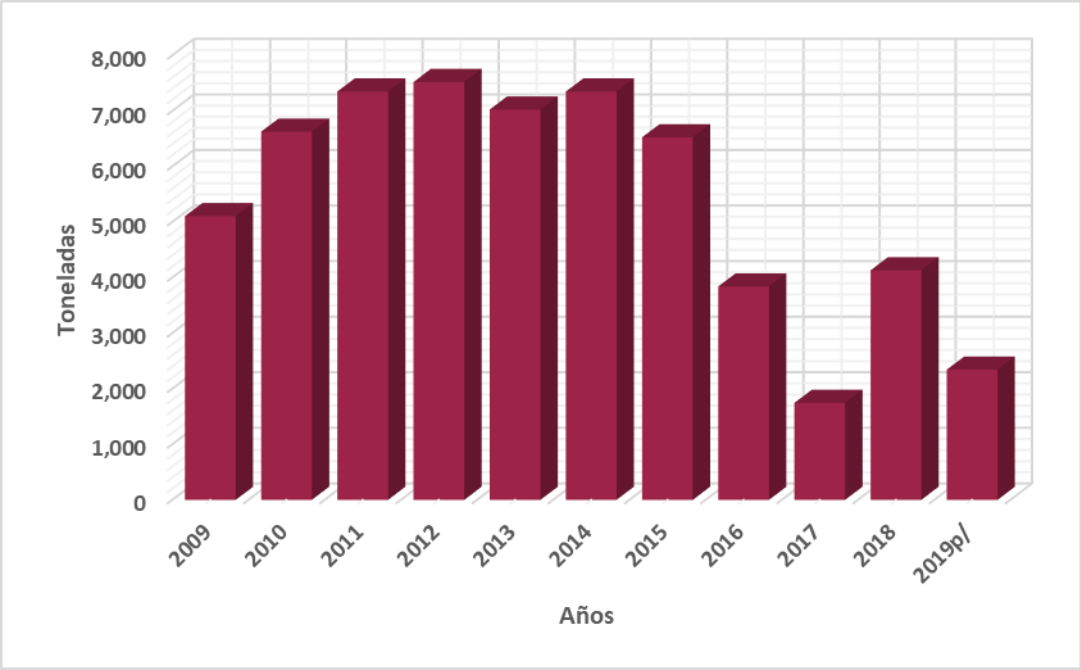
Durante 2019, China produjo más del 60% del grafito del mundo. Aproximadamente el 40% de la producción en China fue grafito amorfo y aproximadamente el 60% fue en escamas. China produce grafito en escamas grandes, pero la mayor parte de su producción de grafito en escamas es muy pequeña, en el rango de malla +200. América del Norte produjo solo el 4% del suministro mundial de grafito con producción en Canadá y México. No se informó de producción de grafito natural en los Estados Unidos, pero dos empresas estaban desarrollando proyectos de grafito, una en Alabama y otra en Alaska.

Un fabricante de automóviles estadounidense continuó construyendo una gran planta para fabricar baterías de iones de litio para vehículos eléctricos. La finalización de la planta se proyectaba para 2020. Una parte de la planta estaba operando y los paquetes de baterías se estaban ensamblando en 2018 y 2019. Cuando la planta esté completa, se espera que requiera 35.200 toneladas por año de grafito esférico, para su uso como material anódico para baterías de iones de litio.

La nueva tecnología térmica y las técnicas de lixiviación ácida han permitido la producción de polvos de grafito de mayor pureza que probablemente conduzcan al desarrollo de nuevas aplicaciones para el grafito en campos de alta tecnología. Las técnicas innovadoras de refinación han hecho posible el uso del grafito en compuestos de carbono-grafito, electrónica, láminas, materiales de fricción y aplicaciones de lubricantes especiales. Es probable que las líneas de productos de grafito flexible sean el mercado de más rápido crecimiento. Se están desarrollando aplicaciones de pilas de combustible a gran escala que podrían consumir tanto grafito como todos los demás usos combinados.

II.2 MERCADO NACIONAL

PRODUCCIÓN DE GRAFITO NATURAL EN MÉXICO 2009-2019



Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana Ampliada. SE

En 2019, la producción de grafito fue de 2,342 toneladas, lo que representó una caída del 43% en relación a lo registrado en 2018.

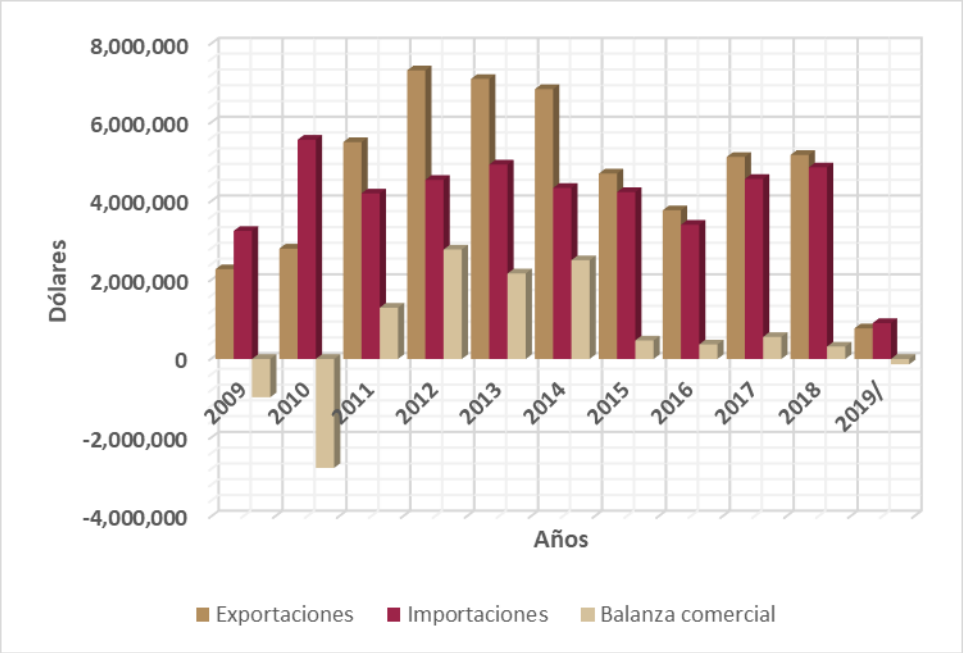
Los yacimientos de grafito en México se localizan en los estados de Oaxaca y Sonora; sin embargo, los yacimientos de Oaxaca están inactivos. Produciendo Sonora el 100% de la producción nacional.

Las variaciones en los niveles de producción de grafito se deben a la oferta que existe en el mercado interno y externo. En el mercado interno está siendo desplazado por la antracita (mineral similar al grafito en la industria del hierro y el acero) con menores precios.

El consumo nacional aparente, en el 2019, fue de 1,283 toneladas. La producción sumó 2.3 mil de toneladas, la exportación 1.5 mil y la importación 529 toneladas.

II.3 COMERCIO EXTERIOR

BALANZA COMERCIAL DEL GRAFITO NATURAL
2009-2019
(Miles de dólares)

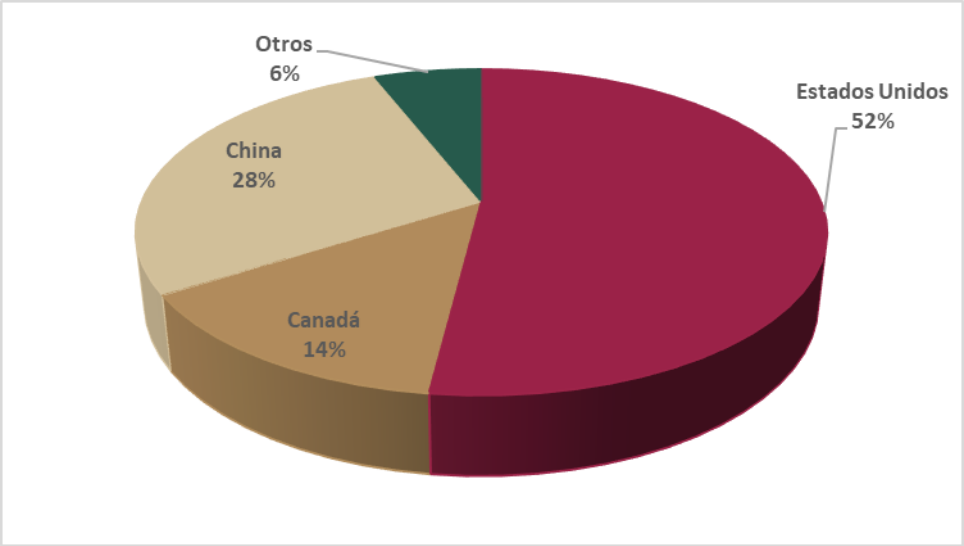


Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Ampliada, SGM. SE

La balanza comercial del grafito natural, en 2019, resultó con un déficit de 135.3 mil dólares. En la década que va de 2009 a 2019, las importaciones muestran una tasa anual de crecimiento negativa, que es del 10.2%, mientras que las exportaciones muestran una tasa anual de crecimiento igualmente negativa, pero del 11.9%

El principal mercado para el grafito natural mexicano sigue siendo Estados Unidos, quien adquiere el total de nuestras exportaciones. En 2019, el valor de las exportaciones fue de 776.7 mil dólares, lo que representó una fuerte caída del 85%, si se le compara con lo registrado el año previo.

IMPORTACIONES MEXICANAS DE GRAFITO NATURAL, EN 2019 POR PAÍS DE ORIGEN (912 mil dólares)



Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana**,** SGM. SE

Las importaciones mexicanas de grafito natural provienen principalmente del mercado norteamericano (Estados Unidos y Canadá), el cual aporta el 66% de lo requerido. Importantes son también las importaciones desde China, quien aporta el 28% del producto adquirido Las importaciones, en 2019, sumaron 912 mil dólares, una caída del 81% con respecto a lo registrado en 2018.

II.4. CANALES DE COMERCIALIZACIÓN[6]

El grafito amorfo del estado de Sonora se explota en minas subterráneas, se transporta por camión hasta las plantas de molienda y clasificación donde se seca, muele y clasifica por contenido de carbón, tamaño, cantidad de material volátil y

[6] Dirección General de Desarrollo Minero.

contenido de azufre. Una vez clasificado, se empaca en bolsas de papel de 23, 300, 1000, 1500 kilogramos o a granel para su envío final al consumidor.

Si el consumidor es nacional se transporta por carretera hasta los puntos de consumo, como son: Monterrey, NL; Mexicali, BC y Guadalajara, Jal., etc. En este caso, la distribución se realiza generalmente a través de intermediarios que compran el mineral al productor, a bajo precio y con financiamiento de hasta de 90 días. El financiamiento se da hasta el otro extremo de la cadena, donde el consumidor final también liquida con retrasos al intermediario.

A Estados Unidos se envía por ferrocarril, mientras que a otros países se envía por vía marítima.

BIBLIOGRAFÍA

- Brian, M., Berry, L.G. (1983) *Mineralogy.* San Francisco: W.H. Freeman
- Crickmer, D.F., y, Zegeer, D. A.(1981) *Elements of practical coal mining.* New York: Society of Mining Engineers
- López, E. (1993). *Geología General y de México*. Distrito Federal, México: Editorial Trillas
- Price, M., Walsh, K., (2005). Pocket Nature ROCKS AND MINERALS. Gran Bretaña. Editorial Dorling Kindersley
- Servicio Geológico Mexicano, SGM (2020), Anuario Estadístico de la Minería Mexicana, 2020, México: SGM.

MESOGRAFÍA

- Áreas de aplicación del Carbón y el Grafito (s.f.). Recuperado el 23 de julio de 2017, http://www.gruporooe.com/es/frontpage
- Brunssen. Usos del grafito (s.f.). Recuperado el 19 de agosto de 2017, http://www.comercioindustrial.net/productos.php?id=gusos&mt=grafito
- Grafito Soluciones S.A. de C.V Aplicaciones del grafito (s.f.). Recuperado el 11 de agosto de 2017, de http://grafitosoluciones.com/aplicaciones.html
- Grafito (C) (s.f.). Recuperado el 26 de septiembre de 2017, https://camimex.org.mx/index.php/secciones1/sala-de-prensa/uso-de-los-metales/grafito/
- Potencial Geológico Minero del Grafito. (s.f.). Recuperado el 11 de abril de 2017, de http://portalweb.sgm.gob.mx/economia/es/produccion-minera/grafito.html

ANEXO ESTADÍSTICO

CUADRO 1

BALANZA COMERCIAL DEL GRAFITO NATURAL 2009-2019

DÓLARES

CONCEPTO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019/
Exportaciones	2,279,962	2,802,192	5,503,990	7,324,959	7,107,472	6,849,855	4,707,560	3,775,476	5,128,577	5,178,748	776,735
Importaciones	3,251,578	5,565,497	4,201,855	4,546,239	4,935,410	4,342,795	4,236,644	3,406,821	4,569,049	4,863,900	912,096
Balanza comercial	**-971,616**	**-2,763,305**	**1,302,135**	**2,778,720**	**2,172,062**	**2,507,060**	**470,916**	**368,655**	**559,528**	**314,848**	**-135,361**

Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana (SGM). Secretaría de Economía

p/ Cifras preliminares

CUADRO 2
EXPORTACIONES MEXICANAS DE GRAFITO NATURAL 2009-2019
DÓLARES

FRACCIÓN	CONCEPTO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019p/
2504.10.01	- En polvo o en escamas.	2,279,962	2,802,192	5,503,990	7,324,959	7,107,472	6,849,855	4,707,560	3,775,476	5,128,577	5,178,748	776,735
	Total	**2,279,962**	**2,802,192**	**5,503,990**	**7,324,959**	**7,107,472**	**6,849,855**	**4,707,560**	**3,775,476**	**5,128,577**	**5,178,748**	**776,735**

Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana (SGM). Secretaría de Economía
p/ Cifras preliminares

CUADRO 3
EXPORTACIONES MEXICANAS DE GRAFITO NATURAL 2009-2019
TONELADAS

FRACCIÓN	CONCEPTO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019p/
2504.10.01	- En polvo o en escamas.	8,555	10,710	17,456	20,735	19,901	19,656	12,338	9,592	12,331	11,949	1,588
	Total	**8,555**	**10,710**	**17,456**	**20,735**	**19,901**	**19,656**	**12,338**	**9,592**	**12,331**	**11,949**	**1,588**

Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana (SGM). Secretaría de Economía
p/ Cifras preliminares

CUADRO 4
EXPORTACIONES MEXICANAS DE GRAFITO NATURAL POR PAÍS DE DESTINO 2009-2019
DÓLARES

PAÍS	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019/
ESTADOS UNIDOS	1,437,151	2,673,021	5,218,466	6,235,641	6,650,575	6,622,608	4,460,708	3,607,721	5,011,188	5,070,184	776,735
GUATEMALA	841,025	111,881	224,598	771,941	126,818	173,160	102,164	51,271	29,573	21,227	0
ESPAÑA	0	0	0	98,680	203,370	3	0	0	0	0	0
ALEMANIA	0	0	107	3,908	75,080	53,628	100,509	67,007	65,088	0	0
EL SALVADOR	1,500	1,749	0	1,019	0	357	0	855	629	211	0
OTROS	286	15,541	60,819	213,770	51,629	99	44,179	48,622	22,099	87,126	0
Total	**2,279,962**	**2,802,192**	**5,503,990**	**7,324,959**	**7,107,472**	**6,849,855**	**4,707,560**	**3,775,476**	**5,128,577**	**5,178,748**	**776,735**

Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana (SGM). Secretaría de Economía
p/ Cifras preliminares

CUADRO 5
EXPORTACIONES MEXICANAS DE GRAFITO NATURAL POR PAÍS DE DESTINO 2009-2019
TONELADAS

PAÍS	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019p/
ESTADOS UNIDOS	6,328	10,303	16,587	17,919	19,265	19,334	11,923	9,264	12,109	11,785	1,588
GUATEMALA	2,224	352	725	2,366	358	222	131	80	59	46	0
ESPAÑA	0	0	0	34	69	36	0	0	0	0	0
ALEMANIA	0	0	0	4	140	100	180	120	120	0	0
EL SALVADOR	3	3	0	2	0	0	0	2	1	0	0
OTROS	0	52	145	411	68	0	104	126	42	118	0
Total	**8,555**	**10,710**	**17,456**	**20,735**	**19,901**	**19,692**	**12,338**	**9,592**	**12,331**	**11,949**	**1,588**

Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana (SGM). Secretaría de Economía
p/ Cifras preliminares

CUADRO 6
IMPORTACIONES MEXICANAS DE GRAFITO NATURAL 2009-2019
DÓLARES

FRACCIÓN	CONCEPTO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019p/
2504.10.01	En polvo o en escamas.	3,251,578	5,565,497	4,201,855	4,546,239	4,935,410	4,342,795	4,236,644	3,406,821	4,569,049	4,863,900	912,096
	Total	**3,251,578**	**5,565,497**	**4,201,855**	**4,546,239**	**4,935,410**	**4,342,795**	**4,236,644**	**3,406,821**	**4,569,049**	**4,863,900**	**912,096**

Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana (SGM). Secretaría de Economía
p/ Cifras preliminares

CUADRO 7
IMPORTACIONES MEXICANAS DE GRAFITO NATURAL 2009-2019
TONELADAS

FRACCIÓN	CONCEPTO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019p/
2504.10.01	En polvo o en escamas.	3,004	5,615	2,742	2,805	3,220	2,699	2,665	2,062	2,842	3,191	529
	Total	**3,004**	**5,615**	**2,742**	**2,805**	**3,220**	**2,699**	**2,665**	**2,062**	**2,842**	**3,191**	**529**

Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana (SGM). Secretaría de Economía
p/ Cifras preliminares

CUADRO 8
IMPORTACIONES MEXICANAS DE GRAFITO NATURAL POR PAÍS DE ORIGEN 2009-2019
DÓLARES

PAÍS	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019p/
ESTADOS UNIDOS	1,628,634	1,989,895	2,508,657	2,499,944	2,759,349	2,481,645	2,538,521	1,938,410	2,197,305	2,146,951	477,979
CANADA	296,220	472,170	581,933	493,118	654,322	633,240	405,353	669,369	854,240	1,224,950	127,559
CHINA	922,654	2,352,561	554,107	654,545	1,091,332	487,800	656,891	184,398	638,778	550,013	255,668
BRASIL	6,769	129,973	240,184	792,440	278,643	478,756	374,349	337,932	299,987	245,956	0
ESPAÑA	32,140	320,888	194,793	67,592	101,866	186,326	204,627	88,840	0	27	0
OTROS	365,161	300,010	122,181	38,600	49,898	75,028	56,903	187,872	578,739	696,003	50,890
Total	**3,251,578**	**5,565,497**	**4,201,855**	**4,546,239**	**4,935,410**	**4,342,795**	**4,236,644**	**3,406,821**	**4,569,049**	**4,863,900**	**912,096**

Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana (SGM). Secretaría de Economía
p/ Cifras preliminares

CUADRO 9
IMPORTACIONES MEXICANAS DE GRAFITO NATURAL POR PAÍS DE ORIGEN 2008-2018
TONELADAS

PAÍS	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019p/
ESTADOS UNIDOS	1,293.87	1,458.89	1,686.55	1,378.48	1,408.45	1,368.90	1,239.00	1,004.00	1,047.00	1,296.00	179.00
CANADA	216.53	339.20	334.88	269.68	324.78	316.62	210.00	368.00	493.00	691.00	61.00
CHINA	1,322.23	3,458.66	396.95	536.57	1,246.23	558.76	837.00	205.00	932.00	543.00	274.00
BRASIL	1.02	107.68	189.58	579.30	182.25	354.93	264.00	403.00	253.00	208.00	-
ESPAÑA	6.10	108.83	81.20	30.00	45.00	82.71	92.00	40.00	-	-	-
OTROS	164.60	142.12	52.56	10.57	13.27	16.80	23.00	42.00	117.00	453.00	15.00
Total	**3,004.35**	**5,615.38**	**2,741.72**	**2,804.60**	**3,219.97**	**2,698.73**	**2,665.00**	**2,062.00**	**2,842.00**	**3,191.00**	**529.00**

Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana (SGM). Secretaría de Economía
p/ Cifras preliminares

CUADRO 10
CONSUMO NACIONAL APARENTE DE GRAFITO NATURAL 2009-2019
TONELADAS

CONCEPTO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019p/
Producción	5,105	6,625	7,348	7,520	7,024	7,348	6,524	3,839	1,746	4,130	2,342
Importaciones	3,004	5,615	2,742	2,805	3,220	2,699	2,665	2,062	2,842	3,191	529
Exportaciones	8,555	10,710	17,456	20,735	19,901	19,656	12,338	9,592	12,331	11,949	1,588
CNA	**-446**	**1,530**	**-7,366**	**-10,411**	**-9,657**	**-9,609**	**-3,149**	**-3,691**	**-7,743**	**-4,628**	**1,283**

Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana Ampliada. SE
Sistema de Información Arancelaria Via Internet (SIAVI). SE
p/ Cifras preliminares