

# El tungsteno y sus productos

DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS  
ECONOMICOS

## (Primera parte)

### I. GENERALIDADES

El tungsteno<sup>1</sup> es un metal que en la naturaleza sólo se encuentra en forma de compuestos, principalmente en los minerales de sheelita (tungstato de calcio) y en los de volframita (tungstato de hierro-manganeso); al concentrarse, se comercializan con un contenido que varía de 40 a 70 por ciento de trióxido de tungsteno ( $WO_3$ ) y en términos de metal puro (W) dicha composición fluctúa de 31 a 55 por ciento. Existen otros minerales que contienen tungsteno, como la powelita, la ferberita y la huebnerita, pero el aprovechamiento comercial es poco común debido a su escasez.

El tungsteno puro es de color gris plata; su utilidad proviene de las propiedades físicas que posee: el punto más alto de fusión de todos los elementos ( $3\ 400^\circ\text{C}$ ); el más elevado nódulo de elasticidad y poca compresibilidad; bajo coeficiente de expansión termal y alta resistencia a los ácidos y álcalis comunes. Los usos más importantes derivan de las características que confiere a sus aleaciones con otros metales y a su aplicación en otros materiales; en forma de carburos ofrece gran dureza y resistencia al desgaste por fricción y calor; otorga gran solidez a las aleaciones que integra, así como la capacidad de soportar altas temperaturas en la frotación o el uso.

La explotación de los minerales de tungsteno se realiza en yacimientos donde es el principal metal o como subproducto en la extracción del estaño, del molibdeno, del cobre y del antimonio, entre otros. Los minerales más comunes con-

tienen de 0.3 a 1.5 por ciento de trióxido de tungsteno ( $WO_3$ ) que, al ser concentrados llegan a tener alrededor de 65% de  $WO_3$ . Esta actividad se realiza principalmente por medio del método mecánico (gravimétrico), en el cual se aprovecha el mayor peso específico del tungsteno. En el método de flotación se utilizan reactivos químicos que lo limpian de impurezas y lo concentran, evitando desperdicios. Los minerales de baja ley se pueden elaborar en plantas químicas para obtener sheelita sintética, que se utiliza directamente en la elaboración de aceros especiales.

Los concentrados de tungsteno se someten a un proceso químico, del cual se obtiene, en sus distintas etapas y sucesivamente, volframato o tungstato de sodio, ácido tungstico, paratungstato de amonio, óxido tungstico y, finalmente, el tungsteno en polvo o metal puro. Con este último se elaboran carburos de tungsteno. Por otra parte, los concentrados de tungsteno se utilizan para fabricar aleaciones con otros metales, entre las que sobresale su fundición con carbón y mineral de hierro para obtener ferrotungsteno.

El volframato o tungstato de sodio se utiliza en la preparación de pinturas, colores, lacas, catalizadores y en general en la química orgánica. También se aplica para hacer ignífugos los tejidos y como mordiente en el estampado de textiles.

El tungsteno metálico de alto grado de pureza se utiliza básicamente en la elaboración de lámparas eléctricas (filamentos, electrodos y cátodos de lámparas fluorescentes), equipo y suministros eléctricos (varillas para soldar, tubos electrónicos, tubos de rayos X, etc.) y elementos de calefacción. A mediados del decenio de los setenta se descubrió que el tungsteno metálico, fabricado como un tipo especial de superficie, resulta eficaz para captar y retener la energía solar.

Nota: El presente estudio fue elaborado por Miguel Alvarez Uriarte y Alejandro Bernal Partida.

1. También se le conoce como volframio y su símbolo químico es W.

Los carburos de tungsteno se aplican principalmente en la fabricación de maquinaria para trabajar metales; en la de máquinas herramientas, sobre todo para cortadoras de metales; en moldes para conformar y embutir metales; en herramientas de acero para cortar, perforar, laminar y conformar en caliente; en maquinaria y equipo de construcción; en la maquinaria empleada en minas, como barrenos, taladros, etc., así como en barrenos y tubos para la perforación de pozos petroleros. También se usa en la producción de blindajes, de bolígrafos y de artefactos militares.

El ferrotungsteno se aprovecha principalmente en aleaciones con aceros que se destinan a la fabricación de maquinaria y herramienta, en aleaciones que se utilizan para producir contactos eléctricos, aplicadores de soldadura, contrapeso y blindajes.

## II. SITUACION NACIONAL

### *Producción*

La producción mexicana de concentrados de tungsteno se ha destinado tradicionalmente al abastecimiento de la demanda externa, puesto que el consumo nacional ha sido de pequeña significación. Las fluctuaciones en los mercados internacionales se han transmitido a los productores internos, a quienes afectaron gravemente en cuanto a volúmenes exportados y a ingresos monetarios. Hasta el momento se carece de medidas eficaces que permitan compensar o neutralizar el efecto que resienten los productores mexicanos por la fragilidad de las cotizaciones internacionales de este metal.

Las cifras disponibles para la producción mexicana parten desde 1933; se trata de concentrados de trióxido de tungsteno ( $WO_3$ ) (véase el cuadro 1), que hasta 1937 tuvieron un promedio anual de 55.4 ton. Posteriormente, la segunda guerra mundial estimuló la demanda, y durante el lapso 1942-1945 la producción anual fue de 145.5 ton en promedio. Esta expansión se debió en gran parte a la intensa explotación de la mina "El Fenómeno", en Baja California, de capital norteamericano, que al poco tiempo se agotó. La producción anual de 1946 a 1950 cayó a una tercera parte, consecuencia de la drástica contracción en la demanda externa, una vez concluida la conflagración mundial.

La guerra de Corea y, poco después, la demanda extraordinaria del Gobierno de Estados Unidos para acumular minerales considerados como reservas estratégicas, ocasionaron atractivas cotizaciones para los oferentes de diversos metales, entre los que se encontraba el tungsteno. Estas circunstancias otorgaron un nuevo impulso a la producción mexicana de este mineral, que de 1951 a 1957 registró un promedio anual de 291.6 ton, con un máximo de 409 ton en 1953. En este período comenzó la explotación de yacimientos importantes descubiertos en el área de Baviácora, estado de Sonora, y en las minas de San Antonio, Santa Elena, Pénjamo y Fátima, las cuales posteriormente pasarían a ser propiedad de la empresa Tungsteno de Baviácora, S.A. (TUBASA).

Al concluir las compras extraordinarias de Estados Unidos, que habían mantenido artificialmente elevada la deman-

da internacional de tungsteno, se provocó el desplome de los precios de este metal y la paralización de la producción nacional, al suspenderse por varios años las labores en la principal región productora del país; de 1958 a 1964 el promedio de producción fue de 30 toneladas anuales.

A partir de 1965 las cotizaciones internacionales comenzaron su recuperación, al expandirse la demanda por este metal, reforzada como consecuencia del conflicto en Vietnam. Esta situación se reflejó en México, en donde la producción volvió a resurgir; el promedio anual fue de 233.6 ton en el lapso 1965-1971; en el último año la producción llegó a 408 ton. Posteriormente, se ha reducido llegando en 1976 a 235 ton, si bien su promedio anual (306 de 1972 a 1976), todavía resulta superior al del período anterior. En este lapso el valor de la producción registró un promedio anual de 29.6 millones de pesos.

CUADRO 1

*México: producción de concentrados de tungsteno ( $WO_3$ )*

Años	Tone- ladas	Años	Tone- ladas	Años	Tone- ladas	Miles de pesos
1933	74	1948	80	1963	20	230
1934	50	1949	39	1964	5	104
1935	52	1950	41	1965	110	3 818
1963	31	1951	195	1966	86	4 935
1937	70	1952	267	1967	188	11 115
1938	109	1953	409	1968	266	15 777
1939	103	1954	327	1969	289	17 125
1940	91	1955	341	1970	288	19 068
1941	92	1956	342	1971	408	30 919
1942	245	1957	160	1972	362	27 441
1943	158	1958	32	1973	348	25 660
1944	64	1959	—	1974	309	30 781
1945	115	1960	—	1975	277	32 448
1946	46	1961	105	1976	235	31 509
1947	46	1962	48			

Fuentes: Dirección General de Minas y Petróleo, Secretaría del Patrimonio y Fomento Industrial, y Consejo de Recursos Minerales, *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana* (varios ejemplares).

La disminución de la producción en los últimos años obedeció a los menores precios internacionales que hubo en 1972 y 1973, lo que ocasionó que la principal empresa, TUBASA, contrajera en 50% su producción. Esta situación se prolongó hasta 1976 —no obstante la recuperación en las cotizaciones del mineral— debido a diversos problemas de índole administrativa, técnica y laboral, que redundaron en elevados gastos de operación y menores rendimientos en el beneficio del mineral. La reducción en la producción de dicha empresa no se pudo compensar con las mayores explotaciones que emprendieron otras empresas o pequeños mineros.

Se tiene conocimiento, no comprobado, de que en estos últimos años hubo pequeñas producciones de concentrados no registradas, que se han destinado ilegalmente a Estados

Unidos. Esto puede explicarse porque algunos "gambusinos"<sup>2</sup> se abstienen de cumplir con los requisitos legales —convenios fiscales— que les permitirían deducir o eliminar los pagos de impuestos a la producción y exportación. También puede ocurrir que algunas pequeñas empresas tengan contratos de abastecimientos externos, ligados a préstamos, que cumplen parcialmente dejando una parte de su producción —no registrada— para abastecer otros pedidos.

## CUADRO 2

*México: estimación de la producción de concentrados de tungsteno por entidad federativa y empresa productora (Toneladas de WO<sub>3</sub>)*

Concepto	Promedio anual (1969-1975)
Total	325
<i>Sonora</i>	261
Tungsteno de Baviácora, S.A.	125
Sr. Oscar Galaz	35
Compañía Minero Metalúrgica Nacori Grande, S.A. <sup>1</sup>	28
Sr. Santos Martínez	13
Sr. Alberto Loustanau <sup>2</sup>	4
Compañía Minera Cibola, S.A. <sup>3</sup>	3
Otros	53
<i>Chihuahua</i>	42
Compañía Minera La Perla, S.A.	42
<i>Baja California Norte</i>	13
<i>Michoacán</i>	4
Industrial Minera México, S.A. <sup>4</sup>	4
<i>Coahuila</i>	3
<i>Sinaloa</i>	2

1. Inició sus trabajos en abril de 1970.

2. No operó en los años de 1971 a 1973.

3. Funcionó de 1969 a 1971.

4. Empezó a producir tungsteno en agosto de 1975.

Fuente: Investigación directa.

En el cuadro 2 se observa que la producción mexicana de tungsteno se localiza principalmente en el estado de Sonora, que durante el período 1969-1975 contribuyó con cuatro quintas partes del total; los estados de Chihuahua y de Baja California Norte participaron con 13 y 4 por ciento, respectivamente. A mediados de 1975 se inició en el estado de Michoacán la producción de concentrados y se estima que a corto plazo incrementará su participación en el total; la contribución de los estados de Coahuila y de Sinaloa es marginal.

Se presentan a continuación los resultados de la investigación directa realizada en las principales empresas productoras

2. Persona dedicada a la explotación minera de manera irregular y en pequeña escala. Comúnmente opera fuera de las disposiciones legales referentes a la minería, por falta de conocimientos técnicos y medios económicos; generalmente no registra sus yacimientos o fundos.

de minerales y concentrados de tungsteno, que en el período 1969-1975 aportaron conjuntamente 82% del total.

*Sonora*

a] La empresa Tungsteno de Baviácora, S.A. (TUBASA), fue creada el 17 de agosto de 1967 con un capital social de dos millones de pesos, 51% de capital mexicano y 49% extranjero, a través de Minera Continental, S.A. (filial de Continental Ore Company de Estados Unidos). En septiembre de 1976 el principal propietario mexicano adquirió las acciones que poseía el capitalista extranjero. De 1969 a 1972 produjo un promedio de 162.2 ton de WO<sub>3</sub> alcanzando un máximo de 208 ton en 1971. La caída en las cotizaciones internacionales provocó una fuerte contracción en la producción que se situó en 77 ton anuales en 1973 y 1974. Posteriormente no fue posible aprovechar el alza de los precios en virtud de que por graves problemas internos, que sólo pudieron resolverse con la mexicanización de dicha empresa, apenas pudo sostenerse el anterior nivel de producción (véase el cuadro 3).

## CUADRO 3

*México: producción de la empresa Tungsteno de Baviácora, S.A.*

Año	Toneladas de WO <sub>3</sub>
1967	21
1968	61
1969	119
1970	162
1971	208
1972	160
1973	77
1974	77
1975	70
1976	67

Fuente: Investigación directa.

La capacidad de la planta de beneficio es de 70 ton diarias de mineral; a corto plazo se tiene el propósito de ampliarla hasta 100 ton. El cambio administrativo busca elevar la producción, al sustituir la forma de explotación indiscriminada por una extracción selectiva del mineral, procurando una mayor recuperación de metal por tonelada beneficiada. Su producción se destina a Estados Unidos, principalmente a la compañía Union Carbide Corporation de California. El cálculo de TUBASA sobre las reservas probables de sus yacimientos es de tres millones de toneladas con un contenido de 0.2 a 0.25 por ciento de WO<sub>3</sub>.

b] El señor Oscar Galaz posee inversiones en sus propios fundos, que ascienden a 1.2 millones de pesos aproximadamente; además adquiere la producción de pequeños mineros y de gambusinos. La producción total, incluyendo la adquirida a terceros, fue de 35 ton de WO<sub>3</sub>, como promedio anual en el período 1969-1975; destinó alrededor de cuatro quintas partes al mercado interno y el resto a la exportación, principalmente a la República Federal de Alemania. La capacidad de cada una de sus dos plantas es de 60 ton diarias de mineral. Posee reservas probables que estima en

400 000 ton de mineral que contienen de 0.08 a 0.05 por ciento de  $WO_3$ .

c] La Compañía Minera Metalúrgica Nacori Grande, S.A. se constituyó en abril de 1970 con capital social totalmente mexicano de un millón de pesos, que se amplió en enero de 1974 a 2.1 millones. La empresa posee las minas denominadas La Venada, Extensión de la Venada y Venada Este; la primera de ellas se encuentra en vías de agotarse, pero la producción se sostendrá e incrementará con las dos últimas, ya exploradas y preparadas para su explotación. Además de beneficiar los minerales propios y los de pequeños mineros en su planta de concentración por gravedad, a partir de octubre de 1976 aprovecha los "jales"<sup>3</sup> de tungsteno mediante el método de flotación.

Su capacidad de beneficio es de 50 ton diarias de mineral y se encuentra en vías de aumentar 30 ton más con una nueva planta. La producción anual promedio durante 1971-1975 fue de 28 ton de  $WO_3$ , la que se espera aumentar con la introducción del método de flotación. Su producción se destina a la exportación, a través de Brandies Goldschmidt & Co., de Nueva York, para entrega a Europa. Las reservas de esta empresa no están cubicadas.

d] El señor Santos Martínez Barceló es un minero que posee inversiones estimadas en 600 000 pesos; no cuenta con yacimientos propios y se dedica a explotar pequeñas "bolsas" de minerales. Su producción promedio anual durante el período 1969-1975 fue de unas 13 ton de  $WO_3$  que dice exportar totalmente a la República Federal de Alemania.

e] El señor Alberto Loustanau es un minero que ha invertido 750 000 pesos; tiene en concesión el yacimiento La Lorenza, con reservas no cuantificadas. Su producción promedio fue de 7 ton de  $WO_3$  durante el período 1969-1975. Durante los años de 1971 a 1973 no pudo trabajar debido a los bajos precios internacionales. Su producción se dirige principalmente al mercado nacional.

f] En la investigación efectuada se pudo conocer que diversas empresas han dejado de operar a partir de 1972, como consecuencia de la sensible baja en los precios internacionales; entre éstas se encuentran Minera Montecristo, S.A., Minerales América, S.A. y Compañía Minera Cibola, S.A. Esta última poseía un capital de 500 000 pesos y tenía en concesión la mina "22 de Marzo" del municipio de La Colorada, Sonora; con motivo del cierre temporal de la empresa, los trabajadores no fueron liquidados, por lo que se posesionaron de la planta. El molino fue comprado a los trabajadores por un tercer interesado y existe la posibilidad de que reinicie las operaciones. Su producción media anual durante 1969-1971 fue cercana a 5 ton de  $WO_3$ ; las reservas de la mina se consideraban escasas, pero dispone de unas 40 000 ton de "jales" que contienen 0.6% de  $WO_3$ .

g] Industrias Peñoles, S.A. es una importante empresa minera que produce en México grandes cantidades de algunos metales, como plomo, cinc, plata, cobre, etc. Dispone de un

yacimiento denominado Los Verdes, en el municipio de Yécora, Sonora; ha estimado que ese depósito tiene minerales aprovechables por unos 7 millones de ton de donde habrá de sacar principalmente cobre y molibdeno; también posee tungsteno que aprovechará como un subproducto. La ley del mineral varía de 0.15 a 0.3 por ciento de  $WO_3$ . Se proyecta que, de llevarse a cabo sus planes, las instalaciones les permitirán entrar en operación para 1980, beneficiando 2 000 ton diarias de mineral, lo que significaría una producción posible de 900 ton anuales de  $WO_3$ . Si dichos planes se realizan, esta empresa se convertiría en la principal productora de concentrados de tungsteno en México; si las restantes empresas mantuviesen los niveles de producción de la primera mitad del decenio de los setenta, la producción total más que se duplicaría hacia 1980.

#### *Chihuahua*

La Compañía Minera La Perla, S.A., se creó en agosto de 1954 con un capital social de dos millones de pesos, que ha ido en aumento, pues a mediados de 1976 era de 10 millones; sus propietarios son mexicanos. Dispone de dos yacimientos; uno, en el municipio de Alamos, Sonora, denominado San Alberto, y otro en el municipio de Morelos, Chihuahua, conocido como La Guadalupana; de este último se extrae tungsteno y cobre.<sup>4</sup>

La capacidad total de sus plantas de beneficio es de 140 ton diarias de mineral y se tiene el proyecto de instalar un tercer molino para aprovechar el mineral de los gambusinos de la zona comprendida entre El Fuerte, Sinaloa, y Hermosillo, Sonora. El método de concentración utilizado es el gravimétrico y se contempla la posibilidad de emplear el de flotación.

La producción anual promedio de esta empresa en sus dos plantas durante el período 1969-1975 fue de 49 ton de  $WO_3$ ; desde 1973 ha sido de aproximadamente 75 ton anuales. Si se mantuvieran precios atractivos, se espera que continuaría elevando la producción, que destina principalmente a la compañía Silvanía, Inc. de Estados Unidos, la cual la utiliza para la fabricación de filamentos de focos. Además, se contempla la posibilidad de colocar parte de la producción en el mercado interno. Sus reservas probadas ascienden a 400 000 ton y las probables a 800 000 ton de mineral que contiene 0.8% de  $WO_3$ .

#### *Baja California*

La producción de la entidad se ha reducido sensiblemente a partir de 1972, por la baja en las cotizaciones internacionales; ha dejado de operar la empresa Química Picachos, S.A. que posee inversiones por cinco millones de pesos en su planta de beneficio situada en la sierra Picachos. Asimismo,

4. En el yacimiento San Alberto, de 1969 a 1975 la compañía ha tenido problemas con los ejidatarios de Mejiquillo, quienes han intervenido la mina en tres ocasiones, demandando derechos porque el yacimiento está situado dentro del ejido y por que ellos explotaron la mina en los últimos años del decenio de los sesenta. A mediados de 1976 se llegó a un acuerdo, con la intervención de representantes de las secretarías de la Reforma Agraria y del Patrimonio Nacional, mediante el pago, por parte de la empresa, de 300 000 pesos como indemnización a los ejidatarios.

3. Desperdicios de mineral derivados del proceso de beneficio, eventualmente susceptibles de aprovecharse, si ello resulta económicamente rentable, por medio del método de flotación o de nuevas tecnologías.

el señor Isaías Loustanau, que llegó a producir anualmente hasta 30 ton de  $WO_3$  durante 1969-1971, dejó de operar en ese año; tiene la concesión de las minas La Norma, La Olivia y La Beatriz, ubicadas en el municipio de Ensenada; calcula unas reservas probables de 100 000 ton de mineral que contiene 0.8% de  $WO_3$ .

#### Michoacán

Industrial Minera México, S.A. (IMMSA), es una gran empresa que cuenta con un capital social de 600 millones de pesos; se dedica a la explotación de varios minerales, entre ellos el cobre, el oro, la plata y el cinc, y obtiene como subproducto el tungsteno. Al mediados de 1975 comenzó a producir concentrados de tungsteno en forma experimental, explotando "jales" provenientes del beneficio de los minerales de cobre de su mina ubicada en el municipio de Inguarán. En los últimos cinco meses de 1975 su producción ascendió a 23 toneladas de  $WO_3$  y en 1976 fue de 74 ton. Cuenta con reservas provenientes de sus "jales" estimadas en 4.5 millones de ton que contienen 0.035% de  $WO_3$ . En la medida en que aumenten sus reservas probadas de cobre y explote este metal dispondrá de mayores cantidades de minerales que contienen tungsteno.

La situación general de la industria mexicana que extrae y concentra el mineral de tungsteno, puede sintetizarse en los siguientes puntos:

a) Dos terceras partes de la producción se generan por unas pocas pequeñas empresas y el resto proviene de mineros o gambusinos; el total invertido en plantas de beneficio, maquinaria, equipo y medios de transporte se estimaba en cerca de 50 millones de pesos a mediados de 1976. A esa misma fecha trabajaban unas 500 personas, de las cuales 160 recibían sueldo fijo y las demás eran trabajadores independientes que se ocupaban a destajo en los yacimientos, dependiendo su ingreso del tonelaje extraído. Los pagos totales al personal ocupado directa o exclusivamente en la producción de tungsteno se calcularon en 1975 en 15 millones de pesos.

b) El beneficio del mineral se efectúa principalmente a través del método gravimétrico, lo que no permite su adecuado aprovechamiento; de ahí que la mayoría de los concentrados sea de baja ley (inferiores a 65% de  $WO_3$ ). Este procedimiento hace necesario que el mineral pase dos o tres ocasiones por las mesas concentradoras; sin embargo, una parte considerable se desperdicia temporalmente para ser depositado en "jales"; estos últimos pueden recuperarse a través del método de flotación, que sólo es empleado por una pequeña empresa, con buenos resultados.

c) También hay que reconocer que el bajo contenido de tungsteno en los concentrados se debe a la calidad del mineral, en el que predomina un material quebradizo que no permite fácilmente el aprovechamiento del método gravimétrico.

d) El Gobierno federal ha establecido estímulos fiscales con el objeto de promover la exploración y la producción minera, que comprenden a las empresas que concentran el mineral de tungsteno; por ejemplo, Tungsteno de Baviácora,

S.A. e Industrial Minera México, S.A. han firmado convenios fiscales para hacerse acreedores a dichos estímulos. Los pequeños y medianos mineros también reciben estos beneficios con trámites más sencillos, pero que demandan algún esfuerzo para ser cumplidos.<sup>5</sup>

e) En 1976, la capacidad instalada fue de 440 ton diarias de mineral, aprovechándose las cuatro quintas partes del equipo disponible. El cierre de varias empresas pequeñas y el alejamiento de gambusinos determinó una disminución de esa capacidad. Los trabajos que tendrán lugar durante 1977 la llevarán a poder beneficiar 600 ton diarias del mineral, en respuesta a la atractiva demanda y al alza en las cotizaciones internacionales. Se estima que la producción para 1977 podría ser de unas 350 ton de  $WO_3$ , lo cual significaría un incremento de 49% en relación con el año anterior. A este respecto, será determinante la reorganización administrativa y técnica que ha tenido lugar en TUBASA y el desarrollo en el aprovechamiento de los "jales" almacenados en IMMSA.

f) Si tienen éxito los planes de la empresa Peñoles, la producción mexicana de concentrados de tungsteno podrá ser de unas 1 250 ton de  $WO_3$  en 1980.

#### Reservas

El Consejo de Recursos Minerales de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, que es el organismo encargado de investigar los recursos minerales nacionales (de acuerdo con el artículo 26 de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Minera), sólo ofrece datos sobre las reservas nacionales de mineral de tungsteno en 1969, fecha en que ascendieron a 171 630 ton con 0.5% de  $WO_3$  (o sean 850 ton de  $WO_3$  equivalentes a 681 toneladas de W). Desde entonces no ha vuelto a cuantificar el monto de dichas reservas.

Con base en la información directa proporcionada por la mayoría de los que explotan el tungsteno, las reservas probadas se calculan en un millón de ton conteniendo 0.5% de  $WO_3$ , equivalentes a 4 815 ton de  $WO_3$  y a 3 818 ton de tungsteno metálico (W). Adicionalmente, se cuenta con una estimación de 1 200 000 ton de reservas probables con un contenido de 0.5% de  $WO_3$ , o sean 6 030 ton de  $WO_3$  o 4 780 de W. Estas cifras no incluyen las reservas explotadas por los gambusinos. Con la excepción de TUBASA y de la Compañía Minera La Perla, S.A., el escaso capital con que operan los que explotan el tungsteno en México, aunado a la situación de los mercados nacional e internacional, han impedido que las otras empresas realicen operaciones para cubicar con precisión el volumen de sus reservas disponibles.

Las reservas probadas que ha calculado la empresa Peñoles sobre siete millones de toneladas de mineral con un contenido de 0.15 a 0.3 por ciento de  $WO_3$ , arrojan un total de 14 000 ton de  $WO_3$  equivalentes a 11 200 ton de W. Si a estas cantidades se añaden las del párrafo anterior, las reservas probadas totales de México resultan de 18 815 ton de  $WO_3$  o de 12 400 ton de W, estimadas en mayo de 1977.

5. Véase "Estímulos a la minería" en *Incentivos Federales para los Industriales*, Editorial Fiscal y Laboral, México, 1976 (hojas sustituibles).



Estas reservas, que a partir de 1980 probablemente se reducirán mediante una producción anual de 1 250 ton, alcanzarían hasta finales del presente siglo.

#### *Productos intermedios de tungsteno*

La dimensión del mercado interno influyó para que apenas a mediados del decenio de los sesenta se iniciara la fabricación de productos intermedios a base de tungsteno; primero fue el volframato o tungstato de sodio, luego siguieron el ferrotungsteno y recientemente el tungsteno metálico en polvo y el carburo de tungsteno en polvo; existe la posibilidad de iniciar a corto plazo la producción de carburo de tungsteno granulado. Estas actividades han permitido sustituir importaciones y hay planes para promover algunas exportaciones en 1978. La reciente producción interna de esos bienes intermedios debe alentar la manufactura nacional de artículos terminados, así como su colocación en los mercados externos.

La producción de tungstato de sodio principió en 1965; en los primeros años sus volúmenes fueron de escasa importancia y, aunque a un ritmo irregular, han crecido hasta llegar a 4.4 toneladas en 1976. El ferrotungsteno comenzó a fabricarse en cantidades de relativa importancia en 1967 pero hasta 1970 fueron volúmenes anuales estimados en unas cuantas toneladas; poco después su producción comienza a elevarse y llega a su máximo en 1975 al registrar 66.2 ton; al año siguiente se observa una sensible baja: sólo se producen 39 ton, debido a que los principales demandantes sufrieron un retraimiento en el consumo de las mercancías fabricadas con tungsteno. A principios de 1977 comenzó la producción de tungsteno metálico en polvo y de carburos de tungsteno. Actualmente se efectúan pruebas para producir carburo de tungsteno granulado.

La empresa Electricidad y Química, S.A., se estableció en 1958 en el Distrito Federal y a mediados de 1976 tenía un capital social de 1.7 millones de pesos, totalmente nacional. Inició la producción de tungstato de sodio en 1965 y la de ferrotungsteno en 1967; hasta finales de 1976 fue el único fabricante en México del primer producto y el más importante del segundo (véase el cuadro 4). Su capacidad instalada es de diez toneladas mensuales de ferroaleaciones y de dos toneladas mensuales de diversos productos químicos. Si bien el total de su producción se encuentra diversificado, pues fabrica otras ferroaleaciones y distintos materiales químicos, esa capacidad le permite abastecer la demanda interna de ferrotungsteno y de tungstato de sodio.

Tanto las características de la demanda interna y de los productos en que se utiliza, cuanto el insuficiente contenido de W en los concentrados de tungsteno que recibe de su abastecedor mexicano, influyen para que la calidad del ferrotungsteno producido por Electricidad y Química, S.A. lleve de 50 a 55 por ciento de W. En el comercio internacional predomina el ferrotungsteno que contiene de 80 a 85 por ciento de W, lo que significa que el producto mexicano no cuenta con las especificaciones internacionales para su exportación.

A mediados de 1972 se constituyó la fábrica Proveedora Industrial Mosa, S.A., ubicada en la ciudad de Monterrey, Nuevo León. Su capital social al concluir 1976 era de dos

millones de pesos, 100% mexicano. Fabrica diversas ferroaleaciones y desde mediados de 1973 comenzó a producir ferrotungsteno (véase el cuadro 4); su principal mercado está en el norte del país.

CUADRO 4

*México: producción de materiales intermedios a base de tungsteno (toneladas)*

Años	Ferrotungsteno			Volframato o tungstato de sodio
	Total	Electricidad y Química, S.A.	Proveedora Industrial Mosa, S.A.	Electricidad y Química, S.A.
1972	30.0	30.0	—	1.0
1973	36.0	30.0	6.0	2.0
1974	42.2	34.2	8.0	3.3
1975	66.2	56.2	10.0	1.8
1976	39.0	29.0	10.0	4.4

Fuente: Investigación directa.

En agosto de 1976 se estableció en el estado de México la empresa Metacarp, S.A.; su capital es de 20 millones de pesos, totalmente mexicano. Después de realizar satisfactorios experimentos que demostraron la bondad de la tecnología propia que había desarrollado, comenzó a producir carburos de tungsteno, mediante un procedimiento químico que abarca desde la elaboración de tungstato de sodio hasta la obtención del tungsteno metálico en polvo. A principios de 1977 comenzó a funcionar a plena capacidad; con el apoyo oficial, logró desviar la demanda que se abastecía con importaciones hacia su producción, la cual tuvo que adaptarse a los requerimientos de los consumidores. En la actualidad realiza pruebas para producir carburos de tungsteno granulado.

A juzgar por los antecedentes conocidos, las perspectivas para los próximos años indican que la producción mexicana de ferrotungsteno podrá satisfacer plenamente el crecimiento de la demanda interna; no parece difícil elevar el contenido de W, si las características del consumo así lo demandan. El tamaño del mercado interno y la diversificación en cuanto a la fabricación de diversas ferroaleaciones e, incluso, de otros productos, así como lo redituable de estas actividades para las dos empresas productoras, son factores que desalientan la promoción de ventas significativas de ferrotungsteno al exterior.

Sin embargo, si se mantienen los atractivos precios internacionales para el ferrotungsteno, hay algunos factores importantes que podrían convertir a México en exportador de esta ferroaleación, entre los que destacan: a] la experiencia adquirida ha demostrado que se produce con la calidad adecuada y a precios competitivos, puesto que se abastece al mercado interno sin necesidad de incurrir en importaciones; b] se puede cumplir con las especificaciones internacionales,

CUADRO 5

México: principales empresas que elaboran productos finales a base de carburo de tungsteno en polvo<sup>1</sup>

Concepto	KennameX, S.A. de C.V. <sup>2</sup>	Sandvik de México, S.A. de C.V. <sup>3</sup>	Fagersta, S.A. <sup>4</sup>	Durit, S.A.
Capital social (millones de pesos)	15.6	35.0	12.5	10.0
Fecha de inicio de operaciones	1952	1962	1953	1969
Ventas totales en 1976 (millones de pesos)	80	48	98	13
Artículos que producen a base de carburos de tungsteno	Insertos para máquinas herramientas de corte, buriles, dados para estiraje de alambres, etc.	Insertos para máquinas herramientas como tornos, cortadores, fresadoras, etc.; además, barrenos y brocas para minería.	Barrenos y brocas para minería y construcción	Insertos para máquinas herramientas.
Capacidad de producción aprovechada (enero-mayo 1977)	60%	60%	n.d.	60%
Exportación	Tiene planes para exportar dados para estiraje de alambre durante 1977.	Tiene planes para exportar insertos de máquinas herramientas durante 1977.	Realiza exportaciones en pequeña escala a Centroamérica	Tiene planes para exportar insertos para máquinas herramientas durante 1977.

n.d. No disponible.

1. No incluye productos finales a base de carburos de tungsteno granulado ni en forma compacta.

2. Filial de Kennametal, Inc. de Estados Unidos.

3. Filial de Sandvik de Suecia.

4. Filial de Fagersta de Suecia.

Fuente: Investigación directa.

puesto que no hay dificultad para elevar el contenido de W en la ferroaleación; c] los aprovisionamientos internos de la materia prima siempre han sido suficientes y lo seguirán siendo durante los próximos años; d] se cuenta también con la provisión de energéticos necesaria para la fundición de los metales. Por otra parte, sería indispensable expandir y especializar más la capacidad nacional productora de ferroaleaciones, a fin de contar con excedentes exportables de ferroaleación de tungsteno.<sup>6</sup>

El ferrotungsteno producido en México se utiliza además en la fabricación de aceros especiales, cuyos principales fabricantes son: Campos Hermanos, S.A.; Aceros Anglo, S.A. de C.V., y Aceros Solar, S.A. Estos aceros se destinan al mercado interno para satisfacer la demanda de los productos de ciertas herramientas de mano y máquinas-herramientas, caja de transmisiones de la industria automotriz y artefactos para el fundido de metales. Las empresas que producen estas clases de acero al tungsteno no han realizado exportaciones porque sus precios resultan aproximadamente 15% superiores a las cotizaciones internacionales. Esta diferencia parece superable si se toman en cuenta las facilidades fiscales en la promoción de exportaciones; a corto plazo se prevé la venta de algunas cantidades a Centroamérica.

Parecen prometedoras las perspectivas de exportación de tungstato de sodio, tungsteno metálico en polvo y carburo

6. La situación y las perspectivas de las ferroaleaciones en México ya fueron examinadas brevemente en el artículo "Manganeso y sus aleaciones", en *Comercio Exterior*, vol. 26, núm. 8, México, agosto de 1976, pp. 984-994.

de tungsteno en polvo. Si en 1977 trabaja a plena capacidad, la empresa fabricante podrá eliminar importaciones de estos productos, por lo que será indispensable ampliar la capacidad de producción —lo que ya está previsto— a fin de contar con excedentes exportables, a partir de 1978.

#### Productos terminados de tungsteno

Como se observa en el cuadro 5, la fabricación de productos terminados a base de tungsteno se inició en México desde principios de los años cincuenta, a partir de los carburos de tungsteno. Entre otros, se producen insertos para máquinas-herramientas de corte, buriles, cuchillos, toberas, mandriles, pastillas para herramientas de perforación y dados para estiraje de alambres. Quienes fabrican estos artículos, a excepción de Durit, S.A., son filiales de empresas transnacionales establecidas en México, que se han especializado en abastecer el mercado interno. Se tiene conocimiento de que Fagersta, S.A. ha realizado algunas exportaciones hacia Centroamérica. Por otra parte, KennameX, S.A. de C.V. tiene planes para vender a Estados Unidos dados para estiraje de alambre, y Sandvik de México, S.A. programa exportar a Suecia, durante 1977, insertos para máquinas-herramientas de corte. Al igual que estas empresas, Durit, S.A. dispone de capacidad de producción no aprovechada y también tiene el propósito de efectuar exportaciones, por lo que ya entró en negociaciones con probables compradores de la República Federal de Alemania y de Francia.

Con la importación de mezclas de carburo de tungsteno granulado y de mezclas de carburo de tungsteno en forma

compacta (cilíndrica), así como con otros materiales, se fabrican barrenas para perforación de pozos petroleros. La empresa Hughes Tool Company de México, S.A. de C.V. (filial de Hughes Tool Co. de Houston, Texas) elabora los conos de perforación para las barrenas, y T.F. de México, S.A. (bajo licencia de Hughes Tool Co.) fabrica el resto de las barrenas que incluyen dichos conos. Estos productos se exportan desde 1974, si bien su principal mercado está en Petróleos Mexicanos, S.A.

También se elaboran en México diversos productos terminados en los que se utiliza el tungsteno metálico, entre los que destacan la producción de contactos para interruptores de corriente eléctrica, diversos tipos de electrodos para soldadura, clavijas, apagadores, etc. Algunos de estos productos se exportan. Entre las principales empresas fabricantes sobresalen: Industrias Royer, S.A.; Contactos y Electrodo Mallory, S.A.; Mex-Control, S.A. de C.V.; Interruptores, S.A.; Arrow Hart, S.A. de C.V., y A. Calderoni, S.A. El tungsteno metálico también se utiliza en la metalización de plásticos para envases de perfumería, en aplicaciones para aparatos ortopédicos y en herramientas odontológicas.

Entre otros productos terminados que se elaboran con volframato de sodio, se encuentran las pinturas anticorrosivas y los reactivos químicos.

#### Consumo

##### a) Concentrados del mineral

En el cuadro 6 aparece el probable consumo mexicano de concentrados de tungsteno en el período 1969-1976, atribuible casi totalmente a las dos únicas empresas productoras de materiales intermedios con base en esa materia prima.

El consumo total de concentrados de tungsteno en términos de trióxido de tungsteno ( $WO_3$ ) ha tenido un rápido, aunque irregular crecimiento en los últimos años: de diez toneladas en 1969 pasó a 61 en 1975, para caer a 40 el año siguiente, ya que los principales demandantes prefirieron utilizar sus existencias de productos intermedios de tungsteno y sobre todo debido a la incertidumbre de la actividad económica del país, que se manifestó en un estancamiento en la demanda de estos productos.

Las importaciones que se registran como "tungsteno en bruto" no incluyen adquisiciones de concentrados del mineral; por lo tanto la demanda de concentrados se satisface por los proveedores internos. Sin embargo, se han presentado dificultades en estos aprovisionamientos ya que tradicionalmente las empresas mineras han preferido destinar a la exportación los concentrados con mayor contenido de  $WO_3$  y dirigir los de más baja ley al mercado interno, donde se obtienen menores precios. Las empresas nacionales consumidoras en muchas ocasiones han tenido que volver a beneficiar el mineral para poder utilizarlo. Los minerales para el consumo interno provienen básicamente de los pequeños mineros, que venden su materia prima al mercado interno tanto por sus bajos volúmenes de producción, cuanto por las escasas posibilidades de realizar exportaciones, ya que las empresas importadoras no aceptan concentrados con una ley inferior a 65% de  $WO_3$ .

En el período 1969-1974, a pesar de que el abastecimiento interno de concentrados de tungsteno creció, apenas llegó a un promedio anual de 21.3 ton, 6.4% de la producción total. En 1975, cuando la producción nacional de ferrotungsteno alcanzó su máximo nivel, la demanda interna de concentrados fue de 61 ton, 22% del volumen producido en ese año; en 1976, al desplomarse la demanda de concentrados a 40 ton, el abastecimiento interno representó 17% de la producción total.

Con el funcionamiento, en 1977, de la nueva empresa que fabrica varios productos intermedios de tungsteno, la demanda interna deberá absorber cantidades considerables de concentrados de este mineral, que habrán de ser abastecidos por los principales productores. Se calcula que dicha empresa demandará en 1977 unas 100 ton de  $WO_3$ ; si a esto se añade la demanda de las otras fábricas, que será de unas 60 ton, el mercado interno absorberá 68% del nivel de producción alcanzado en 1976 (235 ton). Como se estimó que en 1977 habrá de intensificarse la producción a unas 350 ton, lo retenido en el mercado interno puede llegar a 46% del total.

CUADRO 6

#### México: estimación del consumo de concentrados de tungsteno

Años	Toneladas de $WO_3$
1969	10
1970	19
1971	9
1972	28
1973	28
1974	34
1975	61
1976	40
1977	160 <sup>a</sup>

a. Estimado.

Fuentes: De 1969 a 1971 Consejo de Recursos Naturales no Renovables, *Estudios de Mercado del Tungsteno*, México, 1973, p. 5; de 1972 a 1977, investigación directa.

##### b) Productos intermedios de tungsteno

Se desconoce el monto de las importaciones de ferrotungsteno, porque no hay una fracción arancelaria específica que las identifique, aunque la industria que utiliza esta ferroaleación informó que realizó algunas compras externas hasta 1972 y desde entonces no ha tenido necesidad de efectuarlas; consecuentemente, las cifras de producción nacional, que antes se comentaron, corresponden aproximadamente a los volúmenes consumidos en el país. Si hubiera la perspectiva de un mayor consumo de ferrotungsteno, éste podrá ser abastecido con la capacidad productiva existente en el campo de las ferroaleaciones.

No obstante que la producción de volframato o tungstato de sodio se inició en 1965, la pequeñez de sus volúmenes no permitió cubrir toda la demanda interna; en 1972 se importaron 4.6 ton, con valor de 25 000 dólares, mientras que la producción fue 1 ton. Posteriormente se eleva en forma



CUADRO 7

México: consumo de productos intermedios de tungsteno (Toneladas)

Años	Producción interna		Importaciones					
	Ferrotungsteno	Volframato de sodio	Volframato de sodio	Tungsteno metálico y carburo de tungsteno granulado	Mezclas de polvos de carburo de tungsteno	Alambres	Pastillas	Otros productos
	1972	30.0 <sup>a</sup>	1.0	4.6	16	39.2	10.4	1.1
1973	36.0	2.0	0.2	26	74.4	10.4	0.6	0.6
1974	42.2	3.3	0.2	18	83.0	10.8	1.8	1.6
1975 <sup>b</sup>	66.2	1.8	c	21	70.4	8.0	d	1.0
1976 <sup>b</sup>	39.0	4.4	c	28	48.0	13.0	d	5.0

a. Se desconoce el monto de importaciones que afectarían al consumo.

b. Las cifras de importación son preliminares.

c. A principios de 1975 la partida 28.47.F.001 correspondiente a volframato de sodio se incluyó en la 28.47.A.999 que agrupa óxidos de diversos metales.

d. A principios de 1975 la partida 81.01.B.004 correspondiente a pastillas de tungsteno quedó incluida en la 81.01.B.999 que comprende diversos productos de tungsteno.

Fuentes: Dirección General de Estadística, SPP, e investigación directa.

irregular la producción, hasta 4.4 ton en 1976, mientras que las cantidades importadas se reducen notablemente. El comportamiento del consumo interno de tungstato de sodio resulta muy irregular y probablemente sus montos anuales se desconozcan, sobre todo si las empresas consumidoras han mantenido existencias acumuladas, dada la gran importación que hubo en 1972 (véase el cuadro 7).

Como hasta 1976 no se había producido en México tungsteno metálico ni carburos de tungsteno granulado, la magnitud de su consumo corresponde al de las importaciones (que se realizan conjuntamente bajo el rubro de "tungsteno en bruto"). Su volumen ha crecido irregularmente; de 16 ton en 1972 pasó a 26 al año siguiente, debido a un fuerte incremento en la producción interna de contactos para interruptores eléctricos y de conos para barrenas de perforación, para cumplir pedidos extraordinarios de exportación. En los dos años siguientes el consumo de ambas clases de tungsteno disminuyó y volvió a aumentar hasta un máximo de 28 toneladas en 1976.

Como apenas en 1977 habrá de producirse carburo de tungsteno en cantidades significativas, en los años anteriores las cantidades importadas pueden corresponder aproximadamente al consumo, suponiendo que se hubieran mantenido sin grandes cambios los inventarios en poder de los demandantes. De 39.2 ton importadas en 1972 se llegó a un máximo de 83 ton en 1974; posteriormente declinan estas compras a 70.4 ton en 1975 y 48 ton en 1976. Entre las razones que explican este comportamiento destaca la recuperación de los desperdicios de carburos y la necesidad de mantener inventarios más pequeños, al facilitarse los trámites para su importación. En el último año las menores adquisiciones fueron un reflejo de la contracción en la demanda final, sobre todo por parte de la industria automotriz que

consume una gran proporción de los insertos para herramientas de corte. Además, es posible que el dato preliminar de importaciones de 1976 sea incompleto; el sector industrial respectivo informó que las compras pudieron haber sido de unas 56 toneladas.

El consumo de alambres de tungsteno es otro renglón de importaciones. La investigación llevada a cabo no encontró que en México se fabrique este material. Los volúmenes del consumo interno no parecen justificar todavía su producción económica; por tanto, los volúmenes de importación se identifican con la magnitud del consumo. De 1972 a 1974 el promedio anual de estas compras fue de 10.5 ton, se redujo 20% en 1975 y aumentó a 13 ton en 1976.

### c] Productos finales de tungsteno

El desarrollo industrial de México ha dado origen al consumo de una gran diversidad de productos terminados que contienen tungsteno. Algunos de estos productos ya son fabricados en el país, como se mencionó en el capítulo de producción, mientras que otros dependen de las importaciones. Sobresale por su importancia el consumo de bienes elaborados a base de carburos de tungsteno. En el cuadro 8 se indica la demanda por sectores industriales, así como sus principales proveedores.

### Comercialización

Los concentrados de tungsteno se venden en México en polvos o granos finos que se empaquetan en bolsas de polietileno recubiertas por bolsas de yute, con un contenido de 25 y de 50 kilogramos; también se usan tambores de plástico o de metal con capacidad de 200 a 500 kilogramos. Los embarques se hacen en lotes mínimos que varían de 5 a 20

CUADRO 8

México: estimación del consumo de productos finales que contienen tungsteno por actividad económica, 1976\*  
(Toneladas de carburos de tungsteno)

Concepto	Kenamex, S.A. de C.V.	Sandvik, S.A. de C.V.	Durit, S.A.	Fagersta S.A.	Total
Minería	3.1	2.2	1.2	7.0	13.5
Petróleo	4.8	2.2	—	—	7.0
Industria automotriz	5.7	17.4	2.5	—	25.6
Siderúrgica	4.3	—	1.2	—	5.5
Otros	4.5	—	—	—	4.5
Total	22.4	21.8	4.9	7.0	56.1

\* No incluye los productos finales a base de carburos de tungsteno granulado, ni en forma compacta.

Fuente: Investigación directa.

toneladas. Para su transporte se emplean generalmente camiones comunes de carga que llevan el producto hasta su destino en el mercado interno; cuando se trata de exportaciones a Estados Unidos generalmente se trasladan a las fronteras de Nogales y Nuevo Laredo; las destinadas a Europa salen por el puerto de Tampico y las dirigidas a Japón, por el puerto de Guaymas.

Las empresas Proveedor Industrial Mosa, S.A. y Electricidad y Química, S.A., realizan pequeñas compras de concentrados. Los pequeños mineros son los encargados de abastecerlas sin que medien contratos específicos y usando como referencia las cotizaciones internacionales. Esta costumbre ha generado suficiente confianza para asegurar la continuidad de las transacciones, que cubren los requerimientos y estimulan la oferta. Cuando la última empresa citada acumula concentrados por encima de sus necesidades, procede a exportarlos.

Las ventas a los mercados del exterior las realizan sobre todo las empresas productoras medianas. Los principales clientes en Estados Unidos han sido los siguientes: Union Carbide Corporation, G.T.E. Silvania Inc. y Brandies Goldschmidt and Co. Inc. Al Reino Unido se canalizan a través de Phibro de México, S.A. filial de Engelhard Minerals and Chemicals Corp. de Estados Unidos.

Con las empresas extranjeras generalmente existen contratos anuales en los que se establecen los volúmenes y las especificaciones del producto. Las empresas importadoras pagan de 80 a 90 por ciento del valor facturado al embarcarse el producto y el resto queda como fondo al que se aplicarán los castigos o ajustes que correspondan, una vez que el mineral haya sido recibido y analizado químicamente por las empresas compradoras; el análisis también puede ser efectuado por agentes o árbitros internacionales convenidos por ambas partes.

A pesar de que existe la empresa Exportadora e Importadora de Minerales, S.A. de C.V., de capital gubernamental, encargada de la comercialización externa de los minerales mexicanos, no ha sido utilizada por ningún exportador de tungsteno. Al respecto, se reconoce que esta empresa no ha difundido extensamente los servicios que proporciona; ade-

más tiene que enfrentar la fuerte competencia de las empresas transnacionales Philipp Brothers y Gerald Metals Inc., ambas de Estados Unidos y con filiales en México (respectivamente Phibro de México, S.A. y Gerald de México, S.A.), especializadas en la comercialización internacional de metales. Los exportadores mexicanos del sector privado temen que el organismo oficial sirva también para fines ajenos a la propia comercialización. La empresa nacional ocasionalmente recibe del exterior solicitudes de compra de concentrados de tungsteno que no puede atender porque los productores se resisten a utilizar sus servicios, probablemente por ignorancia de los beneficios que pueden obtener y por la conveniencia o comodidad de seguir aprovechando los canales de comercialización ya conocidos.

#### Precios

Los precios de los concentrados de tungsteno para el mercado interno o para exportación se basan en fórmulas relacionadas con las cotizaciones internacionales que publica el *Metal Bulletin* de Londres y que se refieren a minerales con un contenido de 65% de  $WO_3$ , CIF puerto europeo. El precio pagado en México por esta materia prima equivale al promedio mensual de la cotización internacional citada, correspondiente al mes anterior a la fecha de entrada del producto al país importador. El comprador reajusta dicho precio si el contenido de los concentrados resulta inferior a 65% de  $WO_3$ ; para bajar el precio influye la cantidad de impurezas que lleva y que comúnmente son: molibdeno, plomo, hierro, arsénico, estaño o cobre.

El mineral mexicano varía en su concentración de 40 a 65 por ciento de  $WO_3$  y tiende a rebasar los límites de impurezas, principalmente por molibdeno, lo que provoca que los precios pagados sean inferiores a las cotizaciones publicadas. La magnitud de estas diferencias no pudo conocerse debido a que las empresas consideran de carácter confidencial la información.

En México el ferrotungsteno se vende a los precios de los fabricantes de esta ferroaleación en Estados Unidos, que aparecen publicados en *Metals Week*. Los dos productores de ferrotungsteno de México han sido capaces de abastecer las

solicitudes de los compradores nacionales, utilizando como base las cotizaciones imperantes en el país vecino del norte; ello ha sido posible porque en Estados Unidos los niveles de precios resultan muy atractivos en virtud de la estructura oligopolística que impera en el mercado al fijarse los precios entre un número pequeño de grandes empresas que operan eficientemente.

Las empresas mexicanas fabricantes de ferrotungsteno han concertado arreglos con los consumidores a fin de mantener precios estables durante tres meses; de esta manera se aseguran los abastecimientos y el mercado, sin sufrir fluctuaciones que pudieran ocurrir en las cotizaciones internacionales, las cuales siguen utilizándose como referencia en las revisiones trimestrales. Por ejemplo, durante el mes de marzo de 1977 el precio del productor mexicano de ferrotungsteno se mantuvo en 9.46 dólares la libra de W; a la misma fecha en Estados Unidos el precio había subido a 11.75 dólares la libra. En estas circunstancias, las empresas consumidoras en México dispusieron de cierto tiempo antes de sufrir el aumento.

Los precios en México del volframato de sodio se determinan principalmente por las cotizaciones internacionales del concentrado de tungsteno, a las que se añaden los otros gastos de producción.

Hasta finales de 1976 el tungsteno metálico y los carburos de tungsteno se importaban en su totalidad a las cotizaciones internacionales. Como consecuencia de la fabricación interna, desde enero de 1977 se sometió a permiso de importación la adquisición de estos productos. La única empresa productora ha fijado sus precios de 25 a 35 por ciento más altos que los internacionales, como consecuencia del inicio de sus operaciones. Se espera que a corto plazo, una vez que aproveche sus recursos y desarrolle experiencia, podrá actuar de manera competitiva, puesto que tiene planes de colocar sus productos en el exterior.

#### Exportaciones

En el cuadro 9 aparecen las exportaciones mexicanas de tungsteno en minerales y concentrados, así como los princi-

CUADRO 9

México: exportaciones de tungsteno

Años	1. Concentrados										2. Minerales			
	Total 1 + 2 Miles de dólares	Total		Estados Unidos		República Federal de Alemania		Reino Unido		Total		Estados Unidos		
		Tone- ladas	Miles de dólares	Tone- ladas	Miles de dólares	Tone- ladas	Miles de dólares	Tone- ladas	Miles de dólares	Tone- ladas	Miles de dólares	Tone- ladas	Miles de dólares	
1950	66	74	66	74	66	—	—	—	—	39	(350)	39	(350)	
1951	907	295	735	289	714	—	—	—	—	351	172	351	172	
1952	737	61	204	61	204	—	—	—	—	1 249	533	1 241	515	
1953	1 269	178	170	178	170	—	—	—	—	1 746	1 099	1 686	1 049	
1954	555	86	53	86	53	—	—	—	—	879	502	879	502	
1955	491	181	118	181	118	—	—	—	—	677	373	677	373	
1956	841	341	478	333	450	—	—	—	—	492	363	492	363	
1957	163	243	155	243	155	—	—	—	—	14	8	14	8	
1958	3	6	3	6	3	—	—	—	—	—	—	—	—	
1959	121	125	120	125	120	—	—	—	—	4	1	4	1	
1960	70	136	50	136	50	—	—	—	—	52	20	52	20	
1961	66	453	66	443	61	10	5	—	—	—	—	—	—	
1962	17	61	17	61	17	—	—	—	—	—	—	—	—	
1963	58	86	58	86	58	—	—	—	—	—	—	—	—	
1964	9	14	9	14	9	—	—	—	—	(7)	(6)	(7)	(6)	
1965	236	204	236	204	236	—	—	—	—	—	—	—	—	
1966	265	223	257	209	217	—	—	—	—	4	8	4	8	
1967	575	260	575	188	318	—	—	5	24	(217)	(83)	(217)	(83)	
1968	889	419	889	275	424	—	—	63	270	—	—	—	—	
1969	1 169	461	1 126	110	173	41	68	202	465	43	17	43	17	
1970	999	459	998	159	278	—	—	278	639	(200)	1	—	—	
1971	1 211	518	1 206	101	239	79	325	316	563	4	5	—	—	
1972	1 031	475	1 031	99	322	82	300	208	196	—	—	—	—	
1973	830	522	830	267	437	30	43	130	126	—	—	—	—	
1974	564	349	564	204	216	71	171	—	—	—	—	—	—	
1975 <sup>a</sup>	773	731	773	603	446	118	268	10	59	—	—	—	—	
1976 <sup>a</sup>	1 220	391	1 220	206	390	118	400	56	382	—	—	—	—	

( ) Cantidad en kilogramos y valor en dólares.

a. Cifras preliminares.

Fuente: Dirección General de Estadística, SPP.

pales países de destino, cubriendo el período de 1950 a 1976. Como en este lapso poco más de 95% de la producción fue destinada a la exportación, los respectivos volúmenes deberían ser muy semejantes, lo que sólo sucede en algunos años, pues en la mayoría hay discrepancias. Esto último se explica porque las cifras de producción se han presentado en el equivalente de  $WO_3$ , lo que no ocurrió con el tonelaje exportado en concentrados o minerales, cuyo contenido varía de 40 a 65 por ciento de trióxido de tungsteno ( $WO_3$ ). Además, habría que añadir que se trata de diferentes fuentes de información; el momento de la captación estadística pudo haber sido diferente y en ocasiones quizá se mantuvieron algunos inventarios debido a las fluctuaciones de los precios internacionales.

De 1952 a 1956 predominaron las ventas de tungsteno en minerales, las cuales prácticamente pierden significación o desaparecen posteriormente, cuando se pasa a exportar en forma de concentrados.

En general, los cambios en los volúmenes exportados obedecen al comportamiento de las cotizaciones mundiales, aunque con cierto retraso, lo que es natural debido al tiempo necesario para reajustar el nivel de producción; sin embargo, esto no ha ocurrido en los últimos años: de 1973 a 1976, cuando los precios se elevan, la producción disminuye, debido a los problemas internos que afectaron a la principal empresa exportadora. Una vez solucionados esos problemas, se estima que en 1977 habrá de recuperarse la producción. Sin embargo, ante la mayor demanda del mercado interno, los excedentes exportables habrán de disminuir a corto plazo y no será sino hasta 1980, cuando se estima que habrá de explotarse un nuevo e importante yacimiento, que podrán incrementarse notablemente las ventas externas de concentrados de tungsteno.

En el período 1950-1957 el promedio anual del valor de las exportaciones totales de minerales y concentrados de tungsteno fue de 629 000 dólares, alcanzándose un máximo de 1.3 millones de dólares en 1953, que coincide con la cifra más alta de producción. Ya se mencionó que estos volúmenes de exportación obedecieron a la demanda extraordinaria que hubo en Estados Unidos, primero por la guerra de Corea y después por la acumulación de reservas estratégicas. Al cesar estos estímulos extraordinarios y desplomarse los precios, en los siguientes siete años, o sea de 1958 a 1964, el promedio anual de las exportaciones fue de 49 000 dólares. Posteriormente, con la guerra de Vietnam y la expansión en la demanda internacional, las ventas mexicanas volvieron a resurgir, sobre todo de 1968 a 1973, cuando el promedio anual fue de 1 millón de dólares. La baja en los precios internacionales que hubo en 1972-1973 y la reducción en la producción interna, no pudieron ser compensadas por el alza de precios que hubo en los años siguientes, por lo que el promedio anual de las ventas al exterior fue de 852 000 dólares en el lapso 1974-1976.

Como la mayor parte de la producción de estos concentrados se ha exportado, debería existir alguna semejanza entre los valores de producción y de exportación, lo cual no es cierto. En el período de 1972 a 1976 el importe de las exportaciones apenas significó 40% del valor que registran los

datos de producción. Esta situación probablemente se deba a que los exportadores declaran un valor menor al real, puesto que se aprecian deficiencias en la comprobación oficial del contenido de tungsteno en los concentrados, que sirve de base para el pago de impuestos. La subestimación en los ingresos declarados puede tener relación con la evasión de impuestos, con el menor pago de los financiamientos que reciben o con los contratos de exportación que fijan determinados compromisos a los productores.

El destino de las exportaciones se ha limitado a unos pocos mercados; de 1950 a 1966 prácticamente sólo fue el de Estados Unidos. De 1967 a 1976 ese país captó 35.2% del total, apareciendo el Reino Unido con 29.6% y la República Federal de Alemania con 17.1%. Pequeñas cantidades se han vendido a Francia, Países Bajos, Japón e Italia.

Las exportaciones de tungsteno en minerales y en concentrados se realizan al amparo de las fracciones arancelarias 26.01.o.01 y 26.01.o.02 de la Tarifa del Impuesto General de Exportación. Ambas tienen el mismo precio oficial de 275.3388 pesos por kilogramo neto; la primera aplica un impuesto de 25% *ad valorem* y la segunda de 22%. Los embarques de tungsteno al exterior, en minerales o en concentrados, requieren permiso de la Secretaría de Comercio. Existen convenios fiscales para que, mediante el cumplimiento de ciertos requisitos, el importe de estos impuestos sea recuperado por el exportador.

### Importaciones

Las compras al exterior que registra la fracción arancelaria 81.01.A.001, relativa a tungsteno en bruto, como se mencionó, no se refieren al concepto de minerales o concentrados, puesto que de ellos no se efectúan importaciones.

Aunque se tiene conocimiento de que México ha realizado importaciones de ferrotungsteno, no es posible determinar su magnitud porque no hay una fracción arancelaria específica que cuantifique estas compras; entran por la clasificación aduanera 73.02.A.999 "Las demás ferroaleaciones", que tiene un precio oficial de 15.00 pesos por kilogramo bruto y un impuesto *ad valorem* de 2%; se requiere permiso de importación de la Secretaría de Comercio.

Hasta finales de 1974 hubo una fracción arancelaria específica que permitía conocer las importaciones mexicanas de volframato de sodio; después se suprimió, quedando registradas en la partida arancelaria 28.47.A.999 "Las demás sales de ácidos de óxidos metálicos", con un precio oficial de 6.00 pesos por kilogramo legal y un impuesto *ad valorem* de 10%, sujetas a permiso de la Secretaría de Comercio.

De 1969 a 1972 las adquisiciones externas de volframato de sodio tuvieron un promedio anual de 3.3 toneladas y fueron equivalentes a 16 750 dólares; en 1973 y 1974 se redujeron a 300 y 200 kilogramos, con valores de 2 000 y 1 000 dólares respectivamente. Japón y Estados Unidos fueron los principales abastecedores. Esta contracción, y su posible desaparición en los años siguientes, obedeció a la existencia de producción interna que tiene preferencia para

CUADRO 10

México: importaciones de productos intermedios del tungsteno

Años	Total miles de dólares	Volframato de sodio						Mezclas de carburos de tungsteno					
		Total		Estados Unidos		Japón		Total		Estados Unidos		Suecia	
		Miles de dólares	Tone- ladas	Miles de dólares	Tone- ladas	Miles de dólares	Tone- ladas	Miles de dólares	Tone- ladas	Miles de dólares	Tone- ladas	Miles de dólares	Tone- ladas
1969	1 292	12	3	3	(353)	9	2	769	55	403	27	357	27
1970	1 473	22	4	3	(439)	19	4	739	50	250	16	468	32
1971	1 157	8	2	2	(257)	6	1	574	40	283	19	291	21
1972	1 415	25	5	2	(271)	23	4	614	39	399	24	209	15
1973	2 238	2	(234)	2	(234)	—	—	1 210	74	611	37	596	37
1974	2 360	1	(200)	1	1	—	—	1 425	83	838	47	579	36
1975 <sup>a</sup>	3 410	b	b	b	b	b	b	1 914	70	957	35	892	33
1976 <sup>a</sup>	2 298	b	b	b	b	b	b	1 107	48	571	25	501	22

Años	Tungsteno en bruto <sup>c</sup>				Alambres de tungsteno				Pastillas de tungsteno			
	Total		Estados Unidos		Total		Estados Unidos		Total		Estados Unidos	
	Miles de dólares	Tone- ladas	Miles de dólares	Tone- ladas	Miles de dólares	Tone- ladas	Miles de dólares	Tone- ladas	Miles de dólares	Tone- ladas	Miles de dólares	Tone- ladas
1969	126	11	126	11	284	6	272	5	53	1	45	1
1970	199	19	199	19	387	6	298	6	83	1	74	1
1971	112	9	111	9	330	6	303	6	119	2	119	2
1972	230	16	222	15	483	10	471	10	32	1	31	1
1973	387	26	377	26	603	10	592	10	3	1	3	1
1974	287	18	284	18	568	11	562	11	13	2	13	2
1975 <sup>a</sup>	479	21	433	19	943	8	911	8	d	d	d	d
1976 <sup>a</sup>	406	28	400	28	653	13	635	13	d	d	d	d

() Cifras en kilogramos.

a. Cifras preliminares.

b. La partida 28.47.F.001 correspondiente a volframato de sodio, quedó incluida en la 28-47-A-999 "Las demás sales de ácidos de óxidos metálicos".

c. Solamente incluye tungsteno metálico y carburo de tungsteno granulado.

d. La partida 81.01.B.004, correspondiente a pastillas de tungsteno, quedó incluida en la 81.01.A.999 que comprende diversos productos de tungsteno.

Fuente: Dirección General de Estadística, SPP.

el abastecimiento por medio del control de los permisos o licencias que concede la Secretaría de Comercio (véase el cuadro 10).

Las importaciones de mezclas de polvos de carburo de tungsteno aparecen bajo la fracción arancelaria 38.19.A.034, cuyo precio oficial es de 4.70 pesos por kilogramo legal con un gravamen de 10% *ad valorem*; están sujetas a licencia de importación. Desde principios de 1977, debido a las gestiones del único fabricante en México, la Secretaría de Comercio accedió a no permitir importaciones, puesto que pueden sustituirse con la producción interna.

De 1969 a 1976 las compras de carburos de tungsteno crecieron irregularmente; la cantidad más baja fue la de 1971, con 39.8 ton y 574 000 dólares, y la mayor en 1975, con 70.4 ton y 1.9 millones de dólares. Dos abastecedores compartieron este mercado casi por partes iguales: Estados Unidos y Suecia, en donde se ubican las matrices de las

empresas que en México utilizan este material para fabricar máquinas-herramientas.

En la Asociación Latinoamericana de Libre Comercio (ALALC), Venezuela es el único país que ha otorgado concesión para el carburo de tungsteno, si bien el margen preferencial es de sólo 5% *ad valorem*.

La información directa permitió saber que las importaciones que aparecen bajo el concepto de "tungsteno en bruto" incluyen en realidad adquisiciones de tungsteno metálico y carburo de tungsteno granulado. Se han incrementado en forma irregular, al pasar de 126 000 dólares en 1969 (11 ton) a 479 000 dólares en 1975 (21 ton), si bien al año siguiente sufren una pequeña reducción. Estados Unidos ha sido el principal o casi único abastecedor (véase el cuadro 10). La fracción arancelaria que registra dichas adquisiciones es la 81.01.A.001; no tiene precio oficial y está exenta de gravamen, pero requiere permiso de la Secretaría de Comer-



CUADRO 11

Concesiones arancelarias de la ALALC para el volframio (tungsteno) en filamentos y alambres, incluso en espirales

País	Régimen legal	Derechos aduaneros				Otros de efectos equivalentes				Depósitos o consignación previos	Derechos consulares	Observaciones
		Específicos	Ad-valorem		Adicionales %	Específicos	Ad-valorem					
			s/CIF %	Sobre aforo o avalúo %			s/CIF %	Sobre aforo o avalúo %				
Argentina	A) Li	—	15	—	—	—	1.5	6	—	—	E	Para lámparas incandescentes y a descarga
	B) Li	—	—	—	—	—	0.3	—	—	—	E	Filamentos
Brasil	A) Li	—	37	—	—	—	2.0	—	100	N.E	E	Filamentos para fabricación de lámparas
	B) Li	—	5	—	—	—	1.0	—	N.E	E	—	—
	B) Li	—	0	—	—	—	1.0	—	N.E	E	—	—
Colombia	A) Li	—	20	—	—	—	6.5	—	35	E	—	—
	B) Li	—	5	—	—	—	0	—	—	E	—	—
Chile	A) Li	—	25.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B) Li	—	10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ecuador <sup>1</sup>	A) Li	—	5	—	—	—	—	—	20	E	—	—
	B) Li	—	19	—	—	—	—	—	—	E	—	—
México	A) Lp	—	—	15	3	—	—	1	—	E	—	Hasta 10 mm. de diámetro. Espirales para la fabricación de lámparas
	B) Li	—	—	0	0	—	—	0	—	E	—	—
Perú	A) Li	6 soles por kb.	42	—	—	—	—	—	—	—	E	—
	B) Li	0	15	—	—	—	—	—	—	E	—	—
Uruguay	A) Li	—	83.775	0	5	—	17	—	N.E	E	—	Para la fabricación de lámparas, excluyendo espirales
	B) Li	—	10.0	0	0	—	6	—	E	E	—	—
Venezuela	B) Li	—	40	0	—	—	6	—	0	E	—	—
	A) Li	0	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B) Li	0	—	—	—	—	—	—	—	E	—	Inclusive cátodos

A) Tratamiento a terceros países.

B) Tratamiento a países miembros de la ALALC.

E. Exigible.

N.E. No exigible.

Li. Libre importación.

Lp. Licencia previa.

1. Originalmente Ecuador había otorgado el siguiente tratamiento preferencial para terceros países: 10 sucres por kg. más 50% *ad valorem* y para la ALALC 19% *ad valorem*. Posteriormente, como aparece en el cuadro, la preferencia quedó a favor de terceros países; esta irregularidad puede modificarse mediante reclamación en el seno de la ALALC.

Fuente: ALALC, *Lista Consolidada de Concesiones*, Tomo 1, 1976 (hojas sustituibles).

cio. En 1977 habrán de reducirse drásticamente las compras externas de tungsteno metálico y probablemente también las de carburo de tungsteno granulado, debido a la aparición de la producción interna.

Entre otros productos intermedios a base de tungsteno que pueden identificarse por haber sido importados figuran el alambre y las pastillas de tungsteno, que no se fabrican en México. Las compras del primero han aumentado casi constantemente; en 1969 fueron 5.8 ton con valor de 284 000 dólares, su volumen máximo se registró en 1974 con 10.8 ton (y 568 000 dólares); en cuanto al valor, el mayor gasto se hizo en 1975 con 943 000 dólares (8 ton); en el período 1969-1976 Estados Unidos abasteció 96% de las importaciones. Su tratamiento arancelario se encuentra en la fracción 81.01.A.002, que tiene un precio oficial de 498.00 pesos por kilogramo bruto, un impuesto de 10% *ad valorem* y no requiere permiso de la Secretaría de Comercio.

En el ámbito de la ALALC, los alambres de tungsteno figuran en Lista Nacional habiendo sido concesionados por los siguientes países: Argentina, Brasil, Colombia, Chile, Ecuador, México, Perú, Uruguay y Venezuela (véase el cuadro 11).

Las pastillas de tungsteno tuvieron hasta 1974 una partida arancelaria que permitió identificar sus importaciones; desde principios de 1975 se les registra en la 81.01.A.999, que se refiere a "Los demás productos de tungsteno", tienen un precio oficial de 259.00 pesos por kilogramo bruto y gravamen de 15% *ad valorem*, requiriendo permiso de la Secretaría de Comercio. En el período 1969-1974 las compras externas de pastillas de tungsteno alcanzaron su máximo en 1971, con 1.6 ton y 119 000 dólares. Estados Unidos ha sido casi el único proveedor. El monto y valor de otros productos de tungsteno importados carece de significación económica. □