MONOGRAFÍA DE LA PLATA (Ag)

Elaboró:
Ing. Patricia Medina Hernández
Ing. María Teresa Mejía Silva

SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO

ÍNDICE

I.- Introducción
- Historia
- Características generales
- Propiedades físicas y químicas
- Usos
- Efectos sobre la salud

II.- Potencial Geológico
- México

III.-Producción
- México

IV.- Perspectivas

V.- Galerías de fotos (colección SGM)

Referencias bibliográficas y páginas Web consultadas

I. INTRODUCCIÓN

HISTORIA

La plata ha sido un activo multifacético a largo de la historia; es uno de los siete metales conocidos desde la antigüedad, se menciona en el libro del Génesis. Se constató como un metal libre y fácilmente trabajado en forma útil, ampliamente utilizado por el hombre desde sus principios; los montones de escoria hallados en Asia Menor e islas del mar Egeo, indican que el metal comenzó a separarse del plomo al menos cuatro milenios antes de nuestra era.

Su nombre proviene de una evolución del adjetivo "*plattus*", procedente del latín medieval, significando "ancho, aplanado" y posteriormente "lámina metálica", se utilizó para nombrar los lingotes del metal que los romanos habían llamado "*argentum*" (el origen del símbolo Ag). El vocablo en latín *argentum* quiere decir *arg* para "blancos" o "brillantes" y del **griego *ἄργυρος*.** La raíz *indo-europea* de esos vocablos, tanto del latín como del griego, significa brillante.

Las propiedades del metal, su color blanco, brillo imperecedero, insensible al fuego,

raro y poco frecuente justificó la atribución del metal junto con el oro, que ambos no eran sino regalos de la naturaleza, formados uno por la influencia de la Luna, y el otro por el del Sol, con propiedades que no tenían otros minerales; de aquí se derivan los primeros intentos de los alquimistas de transformar otros minerales en oro y plata.

La plata, como el resto de los metales, sirvió para la elaboración de armas de guerra y luego se empleó en la manufactura de utensilios y ornamentos de donde se extendió al comercio al acuñarse las primeras monedas de plata y llegando a constituir la base del sistema monetario de numerosos países.

La belleza, el peso y la falta de corrosión de la plata la han hecho un depósito de valor y, por tanto, uno de los primeros metales para ser utilizado como un medio de intercambio. Tiene una belleza natural legendaria, tiene una historia de 5000 años como activo financiero y monetario, es una mezcla entre un producto básico y un activo financiero por lo que el metal ocupa un espacio notable en los mercados financieros en el mundo.

El *Río de la Plata* en Sudamérica, primeramente nombrado *mar Dulce* por Juan Díaz de

Solís en 1516 debe su actual nombre a Sebastián Caboto, quien creyó que allí abundaba el precioso metal y de donde tomará el nombre la Argentina, un mineral con contenido de plata.

Con base al artículo 4º de la Ley Minera, la plata es un mineral concesible.

CARACTERISTICAS

La plata pura es un metal brillante, resistente, dúctil y maleable, de todos los metales tiene el color blanco óptico reflectivamente más alto y la conductividad térmica y eléctrica más alta, presenta un brillo blanco metálico susceptible al pulimiento. Desde el punto de vista químico, es uno de los metales pesados y nobles; desde el punto de vista comercial, es un metal precioso.

La plata es un elemento escaso en la naturaleza, de la que representa una parte en 10 millones en la corteza terrestre. Se puede encontrar en estado nativo aunque generalmente se encuentra en minerales que contienen compuestos de plata, como

con azufre (argentita, Ag_2S), arsénico (proustita, Ag_3AsS_3), antimonio (pirargirita, Ag_3SbS_3) o cloro (plata córnea, AgCl) siendo sulfuros y sulfosales su forma principal, la mayor parte de su producción aproximadamente las tres cuartas partes se obtiene como un subproducto, sobre todo del cobre y plomo.

Muchos son los minerales que contienen plata entre los que están:

Acantita(Ag_2S), Aguilarita(Ag_4SeS), Alargento($Ag_{1-x}Sb_{x)}$ $(x \approx 0.09\text{-}0.16)$,
Andorrita($AgPbSb_3S_{6)}$) Argirodita(Ag_8GeS_6), Balkanita($Ag_5Cu_9HgS_8$),
Boleíta($KAg_9Pb_{26}Cu_{24}Cl_{62}(OH)_{48}$), Bromargirita (AgBr),
Clorargirita(AgCl), CuadratitaAg(Cd,Pb)AsS_3, Discrasita($Ag_{3+x}Sb_{1-x}$)$_{(x\approx0,2)}$,
Estefanita(Ag_5SbS_4), Eugenita($Ag_{11}Hg_2$), Fettelita($Ag_{24}HgAs_5S_{20}$),
Freibergita($Ag_6Cu_4Fe_2Sb_4S_{13}$), Lodargirita(AgI),
Jalpaíta(Ag_3CuS_2), Krennerita(Au,Ag)Te_2, Marrita($AgPbAsS_3$),
Lengenbachita($Ag_4Cu_2Pb_{18}As_{12}S_{39}$), Matildita($AgBiS_2$),
Mckinstryíta$(Ag,Cu)_2S$, Miargirita($AgSbS_2$), Pavonita($AgBi_3S_5$),
Moschellandsbergita(Ag_2Hg_3), Petzita(Ag_3AuTe_2),
Pearceíta $Cu(Ag,Cu)_6Ag_9As_2S_{11}$, Pirostilpnita($Ag_3SbS_3$),
Polibasita $Cu(Ag,Cu)_6Ag_9Sb_2S_{11}$, Pirquitasita($Ag_2ZnSnS_4$),

Quetzalcoatlita(Cu^{2+})$_3$$Zn_6$($Te^{6+}$)$_2$$O_{12}$$(OH)_6$·(Ag,Pb,-)Cl
Routhierita Tl(Cu,Ag)(Hg,Zn)$_2$(As,Sb)$_2$$S_6$,
Silvanita($AgAuTe_4$,
Sternbergita($AgFe_2S_3$),
Uchucchacuaíta($AgMnPb_3Sb_5S_{12}$),
Uytenbogaardtita(Ag_3AuS_2),
Xantoconita Ag_3AsS_3
Yodargirita AgI.
Samsonita($Ag_4MnSb_2S_6$),
Schachnerita($Ag_{1.1}Hg_{0.9}$),
Stromeyerita CuAgS,
Stutzita($Ag_{5-x}Te_3$) (x=0.24-0.36),
Weishanita(Au,Ag)$_{1.2}$$Hg_{.8}$,

La plata pura es un metal moderadamente suave, un poco más duro que el oro; cuando se pule adquiere un lustre brillante y refleja el 95% de la luz que incide sobre ella. Su densidad es 10.5 veces la del agua. La calidad de la plata así como su pureza, se expresa como partes de plata pura por cada 1000 partes del metal total. La plata comercial tiene una pureza del 999 (ley 0.999). Es más pesado que el cobre y menos que el plomo.

Aunque la plata es el metal noble más activo químicamente, no es muy activa comparada con la mayor parte de los otros metales. No se oxida fácilmente (como el hierro), pero reacciona con el azufre o el sulfuro de hidrógeno para formar la conocida plata deslustrada. La plata no reacciona con ácidos diluidos no oxidantes (ácidos clorhídrico o sulfúrico) ni con bases fuertes (hidróxido de sodio); sin embargo, los ácidos

oxidantes (ácido nítrico o ácido sulfúrico concentrado) la disuelven. Aunque la plata no se oxida cuando se calienta, puede ser oxidada química o electrolíticamente para formar óxido o peróxido de plata, un agente oxidante poderoso.

Las unidades utilizadas para medir la plata son:
Millones de onzas troy (Moz) = 31.103 toneladas métricas (ton)
tonelada métrica (ton) = 32,151 onzas troy (oz) = 1,000 Kilogramos (kg)
onza troy (oz) = 31.1 gramos (gr)

Su presentación es en lingotes de 32.5kg. y granalla en bolsa de lona de 25kg.

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Nombre Plata
Símbolo Ag
Color blanco neto y admite un pulido brillante

Dureza Mohs 2.5 a 3.
Maleable, Dúctil (menos que el oro)
Número atómico 47
Valencia 1
Estado de oxidación+1
Electronegatividad 1,9
Radio iónico (nm) 0,126
Radio atómico (nm) 0,144
Configuración electrónica [Kr] $4d^{10}$ $5s^{1}$
Primer potencial de ionización (kj/mol) 758
Segundo potencial de ionización (kj/mol) 2061
Potencial estándar0,779 V (Ag^{+} / Ag)
Masa atómica (g/mol) 107,87 $g.mol^{-1}$
Densidad (g/cm³ a 20ºC) 10,5
Punto de ebullición (ºC) 2212 °C
Punto de fusión (ºC) 962 °C

- Se alea con la mayoría de los metales.
- Gran conductividad térmica y eléctrica.

- Buena para instalaciones químicas.
- Se obtiene por varios procedimientos: Amalgamación, cianuración, piroquímico, copelación y electrolisis.
- Resiste a la acción de las soluciones alcalinas, de los álcalis fundidos y de la mayoría de los ácidos orgánicos.
- Reacciona con el Oxígeno. El oxígeno se difunde a través de la plata mucho más fácil que a través de otros metales; y la plata es el único metal que expulsa el oxígeno de su solución, al solidificar. En estado sólido el oxígeno es muy poco soluble en la plata.
- No se oxida fácilmente
- Reacciona con el azufre o el sulfuro de hidrógeno

USOS

De la demanda de plata mundial aproximadamente el 70% se usa con **fines monetarios**; buena parte se emplea en **orfebrería**, y menores cantidades en la **industria fotográfica**, **química y eléctrica**. Por lo tanto, las principales categorías de

uso incluyen: fabricación de monedas y medallas, aplicaciones industriales incluyendo los componentes eléctricos y electrónicos, joyería y platería y la fotografía. La demanda de plata en aplicaciones electrónicas y otras aplicaciones industriales se redujo, mientras que el uso de la plata en joyería, aleaciones de soldadura, monedas de plata, y fotovoltaica aumentó. El uso de pequeñas cantidades de plata en vendas y productos farmacéuticos para el cuidado de heridas e infecciones menores de la piel también va en aumento.

Desde 2011, empezó la reducción del uso mundial de plata con la excepción de la moneda y la fabricación de medallas, que se incrementó en casi un 19% desde 2010. Una fuente importante de demanda de la plata se relaciona con su adquisición como inversión. Las propiedades únicas de la plata restringen su sustitución en la mayoría de las aplicaciones.

El aumento en las **monedas** se debió a una mayor inversión en metales preciosos como consecuencia de la lentitud del crecimiento económico y la elección de plata en lugar de oro como una inversión por el precio aún más alto de oro.

A partir del año 2000 comenzó la disminución de su uso en la **fotografía** en respuesta a la tecnología de la cámara digital y la disminución de la producción de la película de color y papel. Aunque la plata todavía se utiliza en películas de rayos x, las instalaciones de imagen han tenido transición a los sistemas de imágenes digitales.

Los principales componentes de la demanda **industrial** de plata son: aleaciones y soldaduras, catalizadores, eléctrica, (incluyendo la energía fotovoltaica) electrónicos y otras aplicaciones. Las Aleaciones de soldadura de plata son utilizados ampliamente en una variedad de aplicaciones, incluyendo aire acondicionado y refrigeración y distribución de energía eléctrica. También son importantes en la industria automotriz y aeroespacial. Como catalizador, la plata se puede utilizar en forma de pantallas de malla o cristales para producir ingredientes esenciales en los plásticos. Una de las aplicaciones eléctricas de plata es en baterías. La pila de óxido de plata más común fue la batería de tipo botón pequeño utilizado en calculadoras, cámaras, audífonos, juguetes y relojes, que contiene aproximadamente 35% de plata en peso. Algunas baterías de óxido de plata y plata-zinc más grandes se utilizan en aplicaciones militares.

La plata también se utiliza en los conductores, contactos, fusibles, interruptores y temporizadores. Los interruptores son utilizados en teclados de computadoras, hornos de microondas, teléfonos, televisores y juguetes. Tintas y películas a base de plata se aplican para crear caminos eléctricos en placas de circuito impreso y en la identificación por radiofrecuencia (RFID). La Pasta de plata se utiliza en el 90% de todas las células fotovoltaicas de silicio cristalino, el tipo más común de célula solar, siendo este un mercado en crecimiento en los últimos años.

Debido a las propiedades antibacterianas de la plata, también se utiliza en productos tales como ropa, máquinas de lavandería, zapatos y cepillos de dientes. Plata incrustada en superficies se utiliza para reducir las infecciones por estafilococos, y los desinfectantes a base de plata se han introducido con bajo costo, opción ambientalmente sensible para su uso en los centros de atención y las instalaciones de procesamiento de alimentos. La amalgama dental ha ido en descenso en el uso, debido a su contenido de mercurio.

La plata coloidal, que es una disolución de nitrato de plata y de algunos compuestos insolubles como potasio, se usa en medicina como antiséptico y bactericida. El argirol,

un compuesto de plata, es un antiséptico local para ojos, oídos, nariz y garganta. Los haluros de plata también son fotosensibles (bromuro de plata, cloruro de plata y yoduro de plata), se obscurecen al exponerlos a la luz y se utilizan en emulsiones para placas, película y papel fotográfico. La plata deslustrada se utiliza mucho como catalizador oxidante en la producción de ciertos materiales orgánicos.

En **joyería**, debido a que el precio de la plata se incrementó durante 2011, el uso de la misma disminuyó con la introducción de metales alternativos. Actualmente esto quedo atrás favorablemente y su uso se ha incrementado.

En la actualidad la plata aún sigue siendo un activo financiero muy importante usado por los inversionistas privados en el mundo entero, tanto institucionales como individuales, utilizan la plata como un activo de inversión, incluso si los gobiernos ya no lo usan como dinero. En los últimos años, se han invertido montos cada vez más altos en activos relacionados con la plata. Se ha hecho todo tipo de inversiones, desde inversiones de capital en operaciones mineras relativas a la plata; en empresas de exploración de plata; contratos a futuro e incluso, en instrumentos de inversión más nuevos, como fondos comercializados en la bolsa basados en la plata.

Su precio ha sido relativamente volátil a través del tiempo, uno de los principales factores que afecta el precio de la plata es la oferta disponible frente a la demanda de fabricación. En los últimos años, la fabricación de la demanda ha superado en gran medida la producción minera obligando a los participantes en el mercado a reducir las existencias para satisfacer la demanda.

EFECTOS DE LA PLATA SOBRE LA SALUD

Las sales solubles de plata, especialmente el nitrato de plata ($AgNO_3$), son letales en concentraciones de hasta 2g. Los compuestos de plata pueden ser absorbidos lentamente por los tejidos corporales, con la consecuente pigmentación azulada o negruzca de la piel (argiria). Al contacto con los ojos puede causar graves daños en la córnea. En la piel puede causar irritación. El contacto repetido y prolongado con la piel puede causar dermatitis alérgica. Exposición de inhalación en altas concentraciones del vapor puede causar mareos, dificultades para respirar, dolores de cabeza o irritación respiratoria. Concentraciones extremadamente altas pueden causar somnolencia, espasmos, confusión, inconsciencia, coma o muerte. El líquido o el vapor pueden irritar

la piel, los ojos, la garganta o los pulmones. El mal uso intencionado consistente en la concentración deliberada de este producto e inhalación de su contenido puede ser dañino o mortal.

La ingestión es moderadamente tóxica. Puede causar molestias estomacales, náuseas, vómitos, diarrea y narcosis. Si el material se traga y es aspirado en los pulmones o si se produce el vómito, puede causar neumonitis química, que puede ser mortal.

La sobre-exposición crónica a un componente o varios componentes de la plata en los **animales** de laboratorio tienen los siguientes efectos : daños renales, oculares, pulmonares , hepáticos y cerebrales así como anemia.

La sobre-exposición crónica a un componente o varios componentes de la plata en los **humanos** supone el efecto de anormalidades cardiacas. Se ha informado de la relación entre sobre-exposiciones repetidas y prolongadas a disolventes con daños cerebrales y del sistema nervioso permanentes.

La respiración repetida o el contacto con la piel de la metil-etil-cetona puede

aumentar la potencia de las neurotoxinas tales como el hexano si la exposición tiene lugar al mismo tiempo.

II. POTENCIAL GEOLOGICO

La plata nativa es de ocurrencia rara, esta distribuida ampliamente en pequeñas cantidades. Puede ser de origen primario asociada a otros minerales de plata, pero en general es claramente secundaria formada por la acción de vapores de agua caliente o del oxigeno sobre sulfuros de plata, o por la acción de sulfuros metálicos o arseniuros sobre el cloruro de plata entre otras acciones.

La plata se encuentra principalmente en vetas relacionadas a intrusivos, mas comúnmente dentro de rocas metamórficas cristalinas, en rocas eruptivas y a veces sedimentarias regularmente calizas, se presenta también en la zona de oxidación de yacimientos de plata y algunos polimetálicos ocurriendo en masas o en figurillas arborescentes y filiformes, en forma diseminada, y por lo general invisible en varios sulfuros metálicos.

La mayoría de los recientes descubrimientos de plata se han asociado con ocurrencias de oro; Sin embargo, las ocurrencias de cobre y de plomo-zinc que contienen plata como subproducto seguirán representando una parte significativa de las reservas y de

los recursos futuros.

MÉXICO

En México se localizan importantes yacimientos en la parte central del altiplano formando una franja NW-SE (Faja de Plata) que abarca los estados de Hidalgo, Querétaro, Guanajuato, San Luis Potosí, Aguascalientes, Zacatecas, Durango y Chihuahua, asociada a vetas epitermales y depósitos de reemplazamiento, en algunas regiones el tipo skarn es significativo; también encontramos yacimientos a lo largo de la Sierra Madre Occidental que consisten principalmente en vetas hidrotermales y brechas predominantemente acogidas en secuencias volcánicas más jóvenes.

La Faja de Plata en México, es una de las zonas mas productivas en plata mundialmente hablando y dentro de ésta, el estado de Zacatecas el más destacado.

III. PRODUCCIÓN

La producción de la plata viene de dos fuentes principales, abastecimiento de las minas y abastecimiento a partir de pedacería y chatarra (scrap), siendo la producción de las minas el más importante. Otra fuente de suministro de plata es la venta de las reservas de plata por parte de los bancos centrales.

A escala internacional, la producción de plata tuvo un crecimiento del 5% con respecto al 2013 pasando de 835.3 Moz a 877.5 Moz para 2014. La producción mundial de plata de mina para 2014 aumentó como resultado de una mayor producción de las minas en China, Kazajstán, Australia y México, así como el aumento de las recuperaciones de las minas en Indonesia y Perú.

El primer país productor de plata en 2014 fue México con una producción anual de 192.9 Moz seguido por Perú con una producción de 121.5 Moz y China con una producción de 114.7 Moz.

La plata fue obtenida principalmente como subproducto de las minas de plomo y zinc; de cobre y de las minas de oro, en orden de la producción descendente. La metalurgia de la

plata a partir de sus minerales se realiza fundamentalmente por la cianuración.

MÉXICO

La producción de plata en México aumentó en 2014, al pasar de 5821 tn en el 2013 a 6000 tn en el 2014, lo que representó un crecimiento histórico, manteniéndose como líder mundial. El territorio ha sido hogar de la minería comercial desde hace más de 500 años y continúa obteniendo atractivas inversiones internacionales. Participa como primer lugar de producción minera mundial de plata, siendo Zacatecas el estado de mayor producción nacional.

En orden descendente, la extracción y beneficio de plata se realizó en cuatro estados principalmente: Zacatecas, Chihuahua, Durango y Sonora; teniendo una participación menor los estados de Coahuila de Zaragoza, Guanajuato y Estado de México entre otros.

La minera Fresnillo plc en Zacatecas con una producción de 40,4 Moz, volvió a ocupar

el primer lugar como productora de plata en el mundo compartiendo pódium con la polaca KGHM Polska Miedz.

Entre las 20 mayores productoras de plata en el 2014 con minas en México figuran Goldcorp, Pan American Silver, Coeur Mining, Peñoles y First Majestic Silver.

IV. PERSPECTIVAS

La plata presentó un comportamiento mixto, favorecido por el buen desempeño como articulo de joyería y afectado con el poco crecimiento en el uso industrial y la desaceleración económica en China.

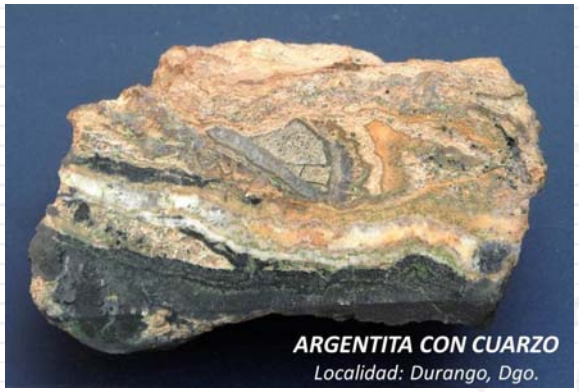
El consumo de joyería a pesar de la desaceleración en China tuvo un incremento del 12.9% en relación al 2013.

La demanda industrial se mantuvo estable en 2014 con un notable aumento en el sector fotovoltaico y aleación de soldadura compensando las disminuciones en las áreas electrónica, fotográfica y fabricaciones industriales.

Nuevas aplicaciones para la plata también se mantuvieron firmemente en el radar, con un flujo constante de anuncios en la industria del vidrio, ropa e higiene que apuntan a mejorar la extracción del metal en los próximos años como desarrollo en sus propiedades antimicrobianas.

En general, el sensible precio de la demanda en el mercado de la plata ha respondido bien a la caída de los precios observada en 2013, y ha crecido también no sólo en su condición de producto de inversión. Viendo hacia adelante, el mercado de la plata tiende a consolidarse con precios a establecerse en un menor rango de cotización volátil, y mucho crecimiento en joyas y platería. Los productores están buscando aprovecharse de esto con el fin de aumentar los niveles de producción y alejarse de productos chapados de plata.

V. GALERIA



ARGENTITA CON CUARZO
Localidad: Durango, Dgo.

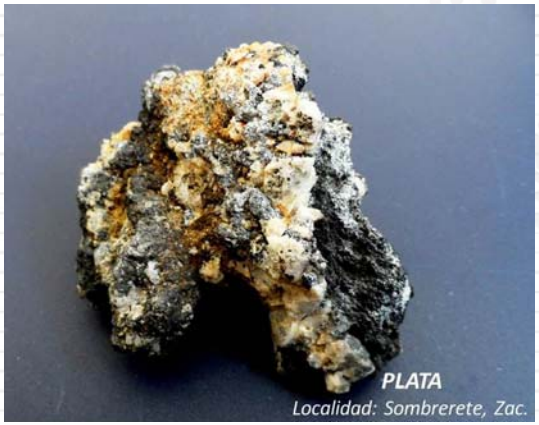
ARGENTITA CON CUARZO COLOIDAL
Localidad: Oaxaca, Oax.

ARGENTITA CON PIRITA
Y CUARZO
Localidad: Concepción del Oro, Zac.

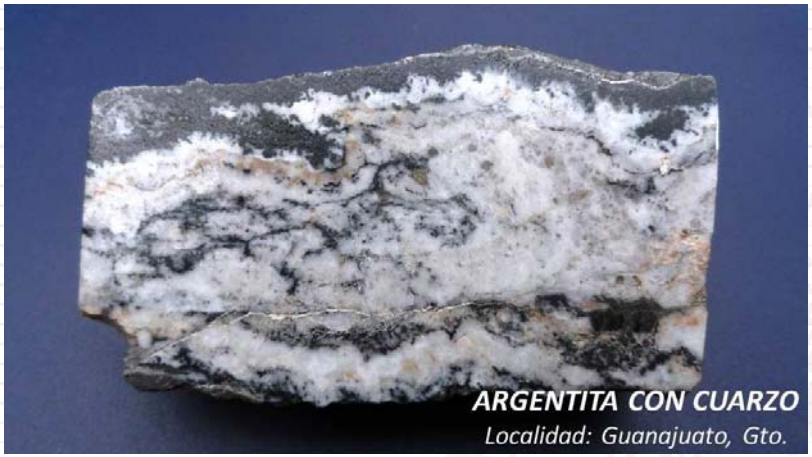
ARGENTITA CON CUARZO
Localidad: Distrito Minero de Guanajuato

ARGENTITA CON CUARZO Y PIRITA
Localidad: La Garzona, Oax.

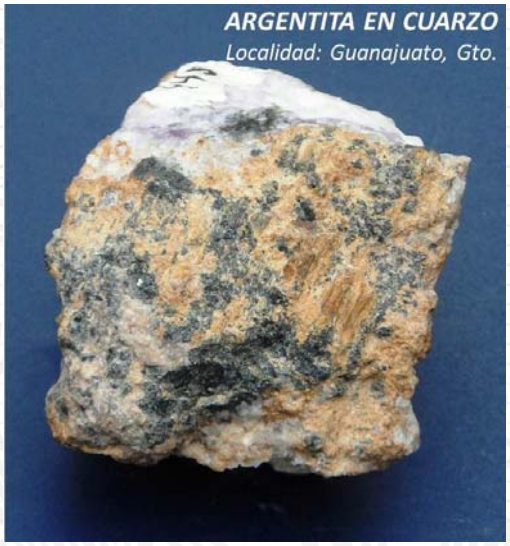
SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO



SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO



ARGENTITA CON CUARZO
Localidad: Guanajuato, Gto.

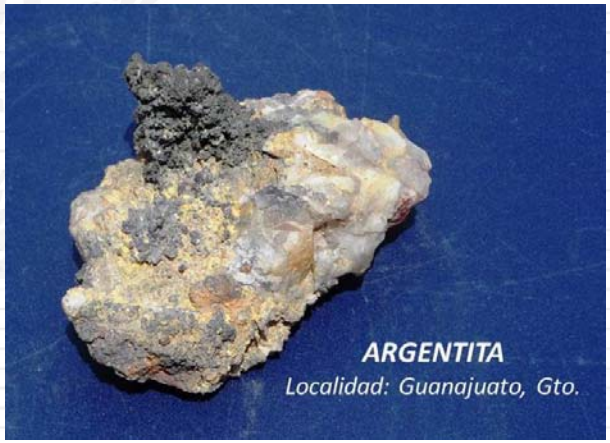


ARGENTITA EN CUARZO
Localidad: Guanajuato, Gto.

ESTEFANITA CON CALCITA
Localidad: Arizpe, Son.

ESTEFANITA CON CALCOPIRITA
Localidad: Chihuahua, Chih.

PIRARGIRITA CON CALCITA
Localidad: San José de los Llanos, Dgo.



ARGENTITA
Localidad: Guanajuato, Gto.

SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO

SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO

PIRARGIRITA
Localidad: Guanaceví, Dgo.

ORO Y ARGENTITA
Localidad: Pozos, Gto.

PIRARGIRITA CON CALCITA
Localidad: Zacualpan, Edo. De Mex.

PIRARGIRITA CON CUARZO
Localidad: Zacualpan, Edo. De Mex.

PIRARGIRITA
Localidad: Angangueo, Mich.

SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO

PIRARGIRITA CON CUARZO Y PIRITA
Localidad: La Garzona, Oax.

PIRARGIRITA CON CUARZO Y CALCOPIRITA
Localidad: Tlalpujahua, Mich.

PIRARGIRITA
Localidad: Zacualpan, Edo. De Mex.

PIRARGIRITA EN CUARZO
Localidad: Guanajuato, Gto.

PIRARGIRITA CON COVELLITA, BORNITA, CALCOPIRITA Y MALAQUITA
Localidad: Arizpe, Son.

PIRARGIRITA CON CUARZO
Localidad: Guanajuato, Gto.

SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO

POLIBASITA CON CUARZO, BORNITA Y PIRITA
Localidad: Tlalpujahua, Mich.

POLIBASITA CON CUARZO
Localidad: La Garzona, Oax.

POLIBASITA CON CUARZO
Localidad: Tlalpujahua, Mich.

POLIBASITA CON CUARZO Y PIRITA
Localidad: Tlalpujahua, Mich.

PLATA CON CUARZO
Localidad: Zacatecas, Zac.

Referencias Bibliográficas y páginas web consultadas:

The Silver Institute, World Silver Survey 2014
Mineral Commodity Summaries 2013
Minerals Yearbook 2013
Manual de Mineralogía, Dana, 1997
"La Plata en México" Mercado Escudero Galación, tesis 1982
"El oro y la plata en América Latina" Boletín Técnico COREMI nº 48/2002
"El potencial geológico y minero de Zacatecas" Boletín Técnico COREMI nº 15/1996
Cámara Minera de México
Revista Cámara Minera de México Vol. XIV. Núm. 1 Enero-Marzo 2015
http://www.lenntech.es/periodica/elementos/ag.htm#Nombre