

MINERALOGIA. Sobre las amalgamas nativas halladas en Chile por Ignacio Domeyko (1).— Traducción de los Anales de Minas de Paris por D. E. Fonseca, comunicada a la Facultad de Ciencias Físicas.

Hace mucho tiempo que he dado a luz el descubrimiento de una amalgama nativa Ag.^b Hg que constituye la riqueza principal de las minas de Arqueros en la provincia de Coquimbo. Esta especie, tan abundante en Arqueros, no se ha encontrado desde entonces sino doce leguas mas al sur, en las minas de los Algodones, donde existe accidentalmente i acompaña al yoduro i los clorobromuros de plata.

Con el objeto de volver a encontrar esta especie mineral en otras minas donde creia reconocer el lecho i criadero de los minerales análogos a las de Arqueros, he investigado muchas veces la presencia del mercurio en las especies minerales de plata en Chile, i he visto que no es raro hallar algunas milésimas de mercurio en la plata nativa o en los minerales de plata córnea. El año pasado, advertido por uno de mis antiguos alumnos, residente en Copiapó, que los minerales provenientes de las minas nuevamente descubiertas en la Rosilla, daban en el ensaye proporciones considerables de mercurio, he tratado de procurarme algunas muestras de ellas, las he analizado i encontrado diversas amalgamas nativas, muy diferentes de las descritas hasta ahora.

Las minas de la Rosilla están a algunas leguas al Sud-Este de las de Chacarcillo, en la provincia de Atacama, departamento de Copiapó. Se sabe que estas últimas han producido hasta el presente masas de clorobromuro i de ioduro de plata mas considerables que cualquiera otra mina conocida de plata, i que sus vetas atraviesan los calcáreos arcillosos marinos jurásicos. (2). Las de la Rosilla pertenecen a los pórfidos estratificados i abigarrados, los mismos que los de los alrededores de Arqueros, pórfidos que constituyen la formación principal de los Andes chilenos en su límite occidental, en toda la estension de esta cadena, desde Copiapó hasta Concepcion. Las minas de la Rosilla están lejos de tener la importancia de las otras minas del departamento; no obstante, su explotación está en vía de progreso, i se cuentan ya algunos millares de marcos de plata extraídos de una de esas minas, llamada la Descubridora, cuyo filon produce minerales excesivamente ricos. Este mineral, segun el señor García, a quien debo una de las mejores muestras, no se encuentra sino en riñones del todo irregulares en medio de una

(1) Extracto de las cartas dirigidas sobre el particular, el 21 de diciembre de 1837 i el 14 de enero de 1838, por el señor don I. Domeyko al señor don Elias de Beaumont, de Paris.

(2) *Anales de minas*, 4.ª serie, tom. IX, pájs. 365 i 432.

masa arcillosa rojiza, que entra en la composición del filón. En ambos lados de esta parte arcillosa, se ven dos venas carbonatadas, espáticas, que cambian a veces de apariencia i se hacen silizosas cuando el mineral desaparece.

Las muestras que me han sido enviadas, i que debo al obsequio de los S. S. García i Mandiola, son de dos especies que designaré bajo los nombres de *mineral blanco* i *mineral negro*. Las he examinado i sometido separadamente al análisis.

Mineral blanco.

Consta principalmente de clorobromuro de plata que es de un verde amarillento, amarillo en la fractura reciente, formando venas torcidas ó contorneadas o pequeñas masas irregulares; i de amalgama nativa que tiene las apariencias de plata nativa. Ahí se notan dos variedades de amalgama: una es granuda, en pequeños granos lucientes, cristalinos, parecidos a los de plata bismutal de San Antonio (1) i dispuestos de modo que forman pequeñas venas en medio de un criadero carbonatado mas o ménos ocráceo; la otra es de granos gruesos i en masas irregulares, sin lustre ni indicio alguno de cristalización. Esta última variedad se halla con preferencia en la parte exterior de los riñones; es maleable i se estiende en hojas muy delgadas sobre el yunque; mientras la primera se encuentra mas bien en el interior de las masas, en las partes mas compactas, interpuesta entre las venillas i hojitas de clorobromuro i se reduce a polvo sumamente fino en un mortero de ágata.

Por causa de la gran densidad de la amalgama, no es difícil separarla de las sustancias estrañas que la acompañan, por medio del lavado. Se separan fácilmente granos gruesos de plata córnea que se aplastan en el mortero; i en cuanto a las partículas de clorobromuro mas pequeñas, pegadas a los granos de la amalgama, se consigue separarlas lavando el residuo con agua cargada de amoníaco, i decantando los licores turbios que se forman. Aunque este reactivo no disuelve mas que el cloruro i no obra sino con mucha dificultad sobre la parte bromurada de la plata córnea, separa sin embargo este último de la superficie de la amalgama i hace pasar el bromuro al estado de un polvo gris amarillento que sobrenada.

En todo caso se pierde mucha amalgama en el lavado, i me he visto obligado a destruir una gran parte de mis muestras para extraer de ellas amalgama pura en cantidad suficiente para el análisis.

La amalgama purificada de esta manera es de un hermoso blanco de plata, pero se empaña al aire. Se disuelve con suma facilidad, aun en frio, ó con ayuda de un color muy moderado, en el ácido nítrico, i parece atacar-

(1) *Anales de minas*, 4.ª serie, tom. IX, pág. 163.

se con ménos dificultad que la plata pura por el ácido muriático en ebullicion. Ordinariamente no deja en el ácido nítrico sino un pequeño residuo de plata córnea i arcilla, pero el licor contiene siempre una proporcion mui notable de cal i óxido de fierro pertenecientes a la ganga que se halla interpuesta en los pozos de la amalgama i cuya separacion es completamente ímpasible.

Cuando, despues de haber purificado las primeras cantidades de amalgama, las he sometido al análisis sin separar las partes menudas de los granos gruesos, he notado que la plata i el mercurio no se encontraban allí combinados en proporciones definidas i atómicas. Cambiando mezclas i operando sobre la amalgama estraida de las diferentes partes de la muestra, obtuve proporciones de mercurio que variaban entre ciertos límites comprendidos poco mas o ménos entre 0,47 i 0,53, i me he apercibido de que el mineral daba tanto mas mercurio cuanto mas pequeñas eran las partículas en que se encontraba.

Despues de haber reconocido este último hecho, he tratado de separar; del modo mas exacto posible el polvo mas menudo i lustroso de amalgama de las partes mas gruesas. Lavado este polvo con agua amoniacal he hecho pasar el residuo de lavado por un cedazo mui fino, i no he sometido al análisis sino el polvo exesivamente fino que pasó por el tamis.

He aquí, el resultado de mis análisis ejecutados sobre esta especie de amalgama extraida de las diversas partes del *mineral blanco*:

Composicion de la amalgama de granos pequeños i lustrosos.

1. ^{er} ANÁLISIS.	}	Plata,....	0,444,	lo que corresponde a	0,464
		Mercurio.	0,512,	.....	0,536
					1,000
2. ^o ANÁLISIS.	}	Plata....	0,450,	.....	0,468
		Mercurio.	0,511,	.....	0,532
					1,000
3. ^{er} ANÁLISIS.	}	Plata....	0,434,	.....	0,462
		Mercurio.	0,503,	.....	0,538
					1,000

Esta amalgama se aproxima por su composicion a la amalgama Ag³ Hg⁴ cuya composicion teórica es:

Plata.....	0,448
Mercurio.....	0,552

Procediendo de igual modo para separar de la misma muestra la amalgama de granos gruesos i en pequeñas masas irregulares, i no tomando para el

análisis sino los granos que se estienden en las mayores hojas posibles encuentro para la composicion de las últimas los números siguientes:

Amalgama en pequeñas masas irregulares i gruesos granos sin brillo.

1. ^{er} ANÁLISIS..	{ Plata.....	0,527,	lo que corresponde a	0,554
	{ Mercurio.	0,424,	.....	0,446
				1,000
2. ^o ANÁLISIS..	{ Plata.....	0,528,	.....	0,549
	{ Mercurio.	0,534,	.....	0,451
				1,000
3. ^{er} ANÁLISIS..	{ Plata.....	0,528,	.....	0,549
	{ Mercurio.	0,434,	.....	0,451
				1,000

La amalgama que se aproxima mas a la precedente es una *neutra* Ag Hg cuya composicion calculada es la siguiente:

Plata.....	0,519
Mercurio.....	0,481

En cuanto a la marcha seguida en mis análisis, reconozco que el método que me da resultados mas satisfactorios es éste: Disuelvo la amalgama en ácido nítrico i despues de separado el residuo, precipito la plata por el ácido muriático; caliente, ajito el licor i lo deajo hasta que se aclare perfectamente; la decanto i vierto sobre el cloruro de plata, que conserva su color, ácido nítrico para disolver el poco cloruro de mercurio que arrastra consigo el precipitado. Haciendo hervir este último durante un momento con el ácido i agregando agua, se separan completamente los dos metales. Para separar el mercurio, lo precipito de su disolucion nítrica mui diluida por el hidrójeno sulfurado, i despues de haber reunido el sulfuro en un filtro sin pliegues, lo mas pequeño posible, lo lavo, lo seco i lo fundo en un tubo largo de vidrio encorvado, como de un centímetro de diámetro, con cuatro a cinco veces su peso de litarjirio. Este es el procedimiento que me da siempre algo mas mercurio que fundiendo directamente la amalgama nativa con plomo o con litarjirio en un tubo semejante al anterior i mucho mas que por el tratamiento del sulfuro aun húmedo, al principio por el cloro i el ácido clorídrico, i despues por el protocloruro de estaño.

Pasemos ahora al análisis del mineral negro

Mineral negro.

Este mineral forma grandes riñones en masas irregulares, mui ricas en plata, en medio de una masa arcillosa en el mismo filon que el precedente. Se ve bien en la parte exterior de estos riñones amalgama de granos grue-

sos, ennegrecidos en la superficie i sin brillo, semejantes a los de la amalgama neutra de la muestra precedente; pero no se encuentra en este mineral el clorobromuro verde amarillento en venas i hojillas como en el mineral blanco ni la amalgama en pequeños granos lustrosos $\text{Ag}^3 \text{Ag}^4$. Toda la masa interior de estos riñones es negra, compacta, salpicada de puntos metálicos de amalgama i manchas grises metálicas, de un griz de acero azulajo. Esta masa, excepto algunas partículas de amalgamas i de plata clorobromurada que en ella se encuentran mezcladas, se reduce fácilmente a polvo del cual se separa, aunque con mayor dificultad que en el caso precedente, la mayor parte de la amalgama nativa por el lavado.

Analizando la parte negra, arrastrada por las aguas del lavado i mezclada con partículas muy finas de amalgama, hallo que esta parte negra consta de diversas especies minerales, de las cuales unas son fácilmente atacables por el ácido nítrico, i las otras casi inatacables por él. En las primeras he encontrado arsénico i cobalto en proporciones que corresponden a un triarseniuro de cobalto, i también plata i mercurio en proporciones suficiente para formar amalgama neutra, con un exeso de plata que probablemente pertenece a la plata sulfúrea o a la plata roja, pues descubro en la disolución nítrica presencia del ácido sulfúrico. En las segundas, es decir, inatacables por el ácido nítrico, me he asegurado, (tratándolas por el agua rejia,) que se componen de plata, mercurio i azufre, contenidos en proporciones necesarias para formar sulfuro de plata i mercurio, i de un exeso de plata perteneciente a la plata córnea. Se nota que estas partículas de mineral, inatacables por el ácido nítrico i que contienen sulfuro de plata i mercurio, no tienen la apariencia de cinabrio reducidas a polvo i pueden conservar su color griz sin reflejo alguno rojizo. Separando mecánicamente algo de la sustancia pura que forma las manchas metálicas grises, de un griz de acero azulajo, (que al principio yo habia tomado por arseniuro de cobalto,) he reconocido que efectivamente esta sustancia era inatacable por el ácido nítrico en ebullición, i su polvo que no era rojo, no contenia mas que azufre, mercurio i plata. No he podido recojer de ella la suficiente cantidad para hacer un análisis exacto (1).

En cuanto a la amalgama, me he visto obligado a destruir mas de la mitad de la muestra que tenia para extraer de ella, mediante el lavado, amalgama en granos gruesos i en granos menudos que necesitaba para mis análisis. Estas amalgamas contenian siempre proporcion notable de arseniuro de cobalto como tambien algo de plata córnea i de sulfuro griz de mercurio i plata inatacable por el ácido nítrico. Por esta razon, tenia cuidado en no prolongar mucho la accion de este ácido sobre el mineral, i asegurarme que la disolución nítrica no contenia absolutamente ácido sulfúrico. De

(1) Muestras núms. 2 i 3 de la coleccion que acompaña estas cartas.

este modo, la parte sulfúrea quedaba con el residuo i el licor no contenía mas que amalgama, algo de arseniuro de cobalto i criadero soluble carbonatado que siempre se encuentra embutido en los paros de la amalgama. Hé aquí los resultados de tres análisis hechos sobre diversas mezclas:

1. ^{er} ANÁLISIS	{ Amalgama en par- tículas menudas }	{ Plata. 0,476 }	{ lo que cor }	{ 0,534
		{ Merc. 0,416 }	{ responde }	{ 0,466
				1,000
2. ^o ID.	{ Amalgama de gra- nos gruesos }	{ Plata. 0,497 }	{ }	{ 0,534
		{ Merc. 0,438 }		{ 0,466
				1,000
3. ^o ID.	{ Amalgama en ho- jas achatadas }	{ Plata. 0,533 }	{ }	{ 0,533
		{ Merc. 0,422 }		{ 0,467
				1,000

Por fin, he reunido todo lo que me resultaba de las dos últimas amalgamas en granos de diversos tamaños, i he repetido el análisis sobre 2 gramos de materia, sin someterla a un lavado prolongado. He obtenido así:

Mercurio.....	0,891	} que corresponde a	{ 0,528
Plata.....	0,797			{ 0,472
Residuo (Plata córnea i ganga insoluble.)	0,195		
Sustancias solubles (ar- seniuro de cobalto, carbonato de cal).	0,117		

Segun estos resultados, se ve que el mineral negro no contiene mas que una sola amalgama, que se aproxima por su composicion aun mas a la amalgama teórica neutra Ag. Hg., que a la amalgama de granos gruesos del mineral blanco.

Tambien debo notar, respecto al mineral negro, que presenta en su composicion un caso exesivamente raro, en el cual se encuentra la plata clorurada o clorobromurada asociada a un arseniuro i a un sulfuro metálicos.

Ya habia terminado este trabajo sobre los minerales de la Rosilla, cuando recibí del señor Mandiola, antiguo alumno mio, propietario de mines en la provincia de Atacama, una muestra de mineral de la Rosilla mucho mas pura que las precedentes. Esta muestra se compone, en parte, de una masa compacta, pedregosa, penetrada de cloro bromuro, i en medio de la cual se reconoce la amalgama de granos finos brillantes, de la especie Ag.³ Hg.⁴, en parte de una masa metálica negruzca, sin brillo, porosa, que es amalgama nativa, casi sin criadero, lijeraente impregnada de plata córnea, sin mezcla de sustancias sulfúreas o arsenicales.

He comenzado por analizar la parte porosa, maleable, la mas pura posible, despues de quitarle parte de la plata clorurada, por el amoniaco. Un análisis hecho sobre 2, g. 0465 de materia me ha dado la composicion siguiente:

Plata.....	1,2158	}	.....	}	0,622	{	1,000
Mercurio.....	0,7200						
Residuo (plata córnea)	0,0580						
Ganga soluble, carbonato de cal, de fierro,	0,0520						
	<u>2,0458</u>						

Para evitar las mezclas, he repetido el mismo análisis sobre un solo pedazo reducido a una hoja fina, que pesaba 2, g. 0825, i he estraído:

Plata.....	1,187	}	.....	}	0,642(5)
Mercurio.....	0,662				
Residuo (plata córnea).	0,145				
Carbonato de cal, áxido de fierro	0,082				

Este último análisis me ha dado la composicion exacta de la amalgama $\text{Ag}^5 \text{Hg}^3$, que contiene 5 equivalentes de plata por 3 de mercurio.

Pulverizando en seguida un pedazo de la parte compacta de la muestra que solo contenia amalgama de partículas mui pequeñas i metálicas, blancas i lustrosas, he estraído cerca de 3 gramos de materia pura, reducida a polvo que pasa por un tamis mui fino i se deja separar del criadero, con mas facilidad que cuando estraíalo de la primera muestra (mineral blanco.)

Un análisis hecho sobre 1, g. 500 de esta materia me ha dado:

Plata.....	0,6275	}	.....	}	0,436(3)
Mercurio.....	0,8120				
Residuo arcilloso.....	0,0175				
Carbonato de cal.....	0,012	}	0,0290		
Oxido de fierro.....	0,017				
	<u>1,4860</u>				

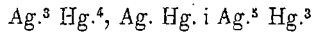
Este resultado se aproxima a la amalgama teórica $\text{Ag}^3 \text{Hg}^4$ aun mas que la amalgama del mismo aspecto de la primera muestra. Haciendo por fin un análisis de los granos gruesos de la amalgama, que se hallan en la ganga, en la parte media entre la última amalgama de granos finos i lustrosos, i la amalgama porosa pura $\text{Ag}^5 \text{Hg}^3$, vuelvo a encontrar para la composicion de la amalgama, separada de las sustancias estrañas:

Plata.....	0,572
Mercurio.....	0,428

Lo que me da poco mas o ménos la misma especie de amalgama neutra Ag. Hg. que encuentro en todas las muestras de los minerales de la Rosilla i que, creo se encuentra mezclada en esta última con un poco de amalgama Ag.³ Hg.³ (1)

Reasumiendo todo lo que acabo de decir acerca de los minerales de amalgama nativa de la Rosilla, creo haber demostrado:

1.º Que existen tres especies de amalgamas, a saber:



2.º Que estas tres especies se encuentran ya separadas en diversos riñones, ya próximas i asociadas en una misma muestra;

3.º Que de estas tres especies, la primera es la única que puede ser reconocida i distinguida de las otras por sus caractéres exteriores.

Nueva especie de amalgama encontrada en un rodado de las cordilleras chilenas.

Por fin, se ha encontrado en el invierno de 1857, en las cordilleras septentrionales de Chile, entre Huasco i Copiapó, un rodado que parecía ser enteramente compuesto de plata maciza, contenia mui poco de materias estrañas i pesaba cerca de 11 kilógramos. En esta parte de América se llaman *rodados*, las piedras caídas o rodadas que se hallan en el fondo de las quebradas o en los pendientes de las montañas, i que contienen partes metálicas de oro, plata o cobre. Ordinariamente se consideran estas piedras como presagios de grandes descubrimientos de minas; pues se supone que cerca del lugar de su encuentro debén existir las vetas mas ricas del cerro. Basta que la noticia de un hallazgo de esta naturaleza se esparsa en el país, para que en un instante un gran número de mineros aparezca de todas partes i examinen con mucha atencion las montañas vecinas al lugar del encuentro del *rodado*. Las mas veces sus investigaciones son inútiles i otras conducen a descubrimientos de lechos metalíferos importantes.

El rodado de que se trata se ha encontrado a principios del invierno, época en que las crestas de las cordilleras i una gran parte de sus faldas están cubiertas de nieve, de modo que no se ha podido ir inmediatamente a hacer las indagaciones necesarias, i que los mineros han debido esperarse hasta el deshielo.

Esta piedra estaba destinada a ser fundida, cuando por casualidad su dueño me la ha traído con el objeto de ensayarla para saber de antemano cuando debía darle. El interior del metal era tan puro que creí poderlo ensayar por copelacion directa; pero en el momento de introducir el ensa-

(1) La pequeña muestra núm. 4 de la coleccion representa el modo como se encuentran dispuestas estas dos últimas amalgamas Ag.³Hg.⁴ i Ag. Hg. en un mismo pedazo del mineral.

ye en el plomo fundido de la copela, se formó una efervescencia del metal fundido con proyeccion de gotillas luminosas que llenaron el interior de la muffa. Esto me hizo reconocer la existencia de una amalgama, i el boton obtenido habia perdido efectivamente mas del cuarto de su peso. He repetido el mismo ensaye comenzando por enrojecer el metal en una copela sin plomo e introduciendo despues el mismo pedazo en el plomo fundido como se hace en la copelacion ordinaria. Mas he tenido sienpre pérdidas considerables, i me he asegurado que la amalgama nativa aun enrojecida puede retener todavia 6 a 7 por 100 de mercurio, que no abandona sino al entrar en fusion con el plomo.

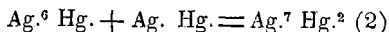
Habiendo comprobado la existencia del mercurio en la plata del rodado en cuestion, he hecho el análisis de la parte mas pura i compacta, i la he encontrado compuesta de:

Plata	0,782	
Mercurio.....	0,203	
Criadero: carbonato de cal.	0,005	}
Peróxido de fierro.....	0,003	
Silice.....	0,001	
	0,994	

Esta amalgama contiene, por consiguiente, mas mercurio que la arqueria i ménos que todas las demas especies conocidas. Su composicion corresponde a 7 equivalentes de plata por 2 de mercurio, i solo difiere de la amalgama teórica en algunas milésimas; en efecto, ambos metales se encuentran en ella en las proporciones siguientes:

	Composicion hallada.	Composicion calculada.
Plata.....	0,794.....	0,791 (7)
Mercurio...	0,206.....	0,209 (2)

Esta nueva especie podria considerarse como compuesta de 1 equivalente de arqueria i 1 de amalgama neutra:



He notado que esta amalgama, aun en su parte mas densa i pura, tomada en el interior del trozo, contiene, como las tres especies precedentes, algo de ganga carbonatada ferruginosa, que se encuentra diseminada en él de un modo totalmente imperceptible. La misma matriz mezclada con arcilla i plata clorurada se halla en mayor proporcion en la parte exterior del rodado en la cual forma partículas i granos visibles embutidos en la masa del metal. La plata clorurada se muestra tambien formando un lijero barniz

negruzco casi en toda la superficie del rodado i penetra en los poros de la amalgama cerca de su superficie. Por esta razon, la parte superficial del peñasco es mucho mas agría i quebradiza que la interior; si se separa un pedazo de la superficie, se ve que forma efervescencia con el ácido acético, i que el residuo tratado por el ácido nítrico pone en descubierto cloruro de plata mezclada con algo de arcilla ferrujinosa (1).

Esto demuestra que la matriz de esta amalgama es aun, como la de las amalgamas de la Rosilla, carbonato de cal arcilloso, i que el rodado puede haber formado núcleo de una masa de plata clorurada i cloró bromurada, como se encuentra frecuentemente en Chile. En efecto, cuando la plata nativa o amalgamada está acompañada por la plata córnea, esta última se halla ordinariamente al exterior, formando la corteza o cáscara de los riñones o las salbandas de las venas metálicas.

En cuanto a la forma del rodado de amalgama cuyo análisis acabo de dar, difiere algo de los rodados ordinarios; pues, en lugar de estar redondeada o comprimida como la mayor parte de las piedras rodadas de plata nativa que he visto hasta ahora; está alargada i presenta ángulos, como tambien aristas embotadas tiene algunas caras planas o algo convexas, i su superficie es negruzca enteramente cubierta con pequeñas cavidades. El peñasco examinado pesaba 10 klógrs., 16 cuando me lo trajeron; pero lo habian decantado en sus lados, i es probable que se le haya sacado cerca de un kilógramo de metal. Ha sido adquirido por el Gobierno para el Museo de Santiago, en donde formará la única muestra de esta especie que existe en el mundo, si no se llega a descubrir el filon a que pertenece.

MINERALOJÍA. Adición a la comunicacion precedente.—Otra nueva especie de amalgama, de las minas de los Boldos en la provincia de Atacama, por don Ignacio Domeyko.

Una nueva especie de amalgama, mui interesante por sus caractéres, i parecida a la de Allemont (en Francia) (2) se ha descubierto en las minas de plata de los Boldos, departamento de Copiapó. Esta especie es la que mas se asemeja a las amalgamas nativas del antiguo continente i a las de Méjico, i es al propio tiempo la que contiene mas mercurio que todas las otras conocidas en Chile.

Hállase esta nueva especie de amalgama en pequeñas masas irregulares, mui lustrosas, resplandecientes, granúdas, de grano mui grueso, con indicios de cristalización cúbica, diseminadas en medio de un criadero de roca arcillosa, rojiza, poco homogénea, en partes penetrada de carbonato de cal,

(1) La muestra núm. 6 es un pedacito separado del rodado de que hablo.

(2) Dana mineralogy. p. 15.