

XIIº Congreso Geológico Argentino y IIº Congreso de Exploración de Hidrocarburos (Mendoza, 1993)
Geología y Recursos Naturales de Mendoza - V. A. Ramos (Ed.), Relatorio, IV (1): 485-504

ESTANTERIA OPRESOS

YACIMIENTOS METALIFEROS Y METALOGENESIS

JUAN CARLOS M. ZANETTINI¹ Y MARTIN A. CAROTTI²

¹ Dirección General de Fabricaciones Militares

² Geólogo independiente.

INTRODUCCION

Se expone la descripción de los yacimientos de minerales metalíferos en relación con los metalotectos regionales que los contienen o con los que se vinculan. Siguiendo el criterio de Sureda *et al.* (1986) hemos ido más allá de una metalogenia de metalíferos con el objeto de proporcionar un marco metalogenético más amplio, incluyendo los elementos no metalíferos y rocas de aplicación que hacen al contexto minero de la provincia (Cuadro I).

Cada metalotecto es descripto ubicándolo en las provincias geológicas en que se expresa, con una limitada referencia de la unidad o unidades formales que lo representan, sus relaciones geotectónicas, tipos y subtipos de depósitos minerales que genera, lista de yacimientos de metalíferos conocidos, sus particularidades generales y una breve descripción del más importante de ellos. No se hace reseña de los yacimientos de uranio, no metalíferos y rocas de aplicación por cuanto los mismos son motivo de otros capítulos de esta obra; solamente se menciona su vinculación con el metalotecto correspondiente.

La información sobre los yacimientos fue tomada de obras de carácter general (Angelelli, 1950 y 1984; Méndez *et al.*, 1989), hojas geológicas editadas e información inédita de organismos oficiales nacionales y provinciales.

CAPITULO IV-1

Se reconocen tres épocas metalogénicas que responden a cuatro ciclos diastróficos. La época metalogénica I está en armonía con el desarrollo del orógeno paleoídico (Borrello, 1969 b), que es una faja orogénica formada por los efectos geotectónicos de una colisión continente - continente (Ramos *et al.*, 1984; Haller y Ramos, 1984) y posterior subducción pacífica a partir del Neopaleozoico, involucrando a Precordillera, Cordillera Frontal y Bloque de San Rafael. Respecto a los metalíferos se destacan depósitos minerales magmatogénicos, siendo subordinados los de origen metamórfico y sedimentario, desarrollados durante los ciclos diastróficos famatiniano y gondwánico.

Las épocas metalogénicas II y III, consonantes con la evolución del orógeno neoídico (Borrello, 1969 b), corresponden a un ambiente geotectónico de subducción y caracterizan esencialmente a la Cordillera Principal y en menor escala a las demás provincias geológicas. Yacimientos de génesis exógena dominan la época II a lo largo del ciclo diastrófico austrálico (Méndez *et al.*, 1987), siendo muy escasos los de índole magmática. En la época III, relacionada al ciclo diastrófico ándico, nuevamente resaltan los depósitos endogénicos y son subordinados los de filiación sedimentaria.

La superposición de eventos geotectónicos y los procesos compresivos de los movimientos ándicos han lle-

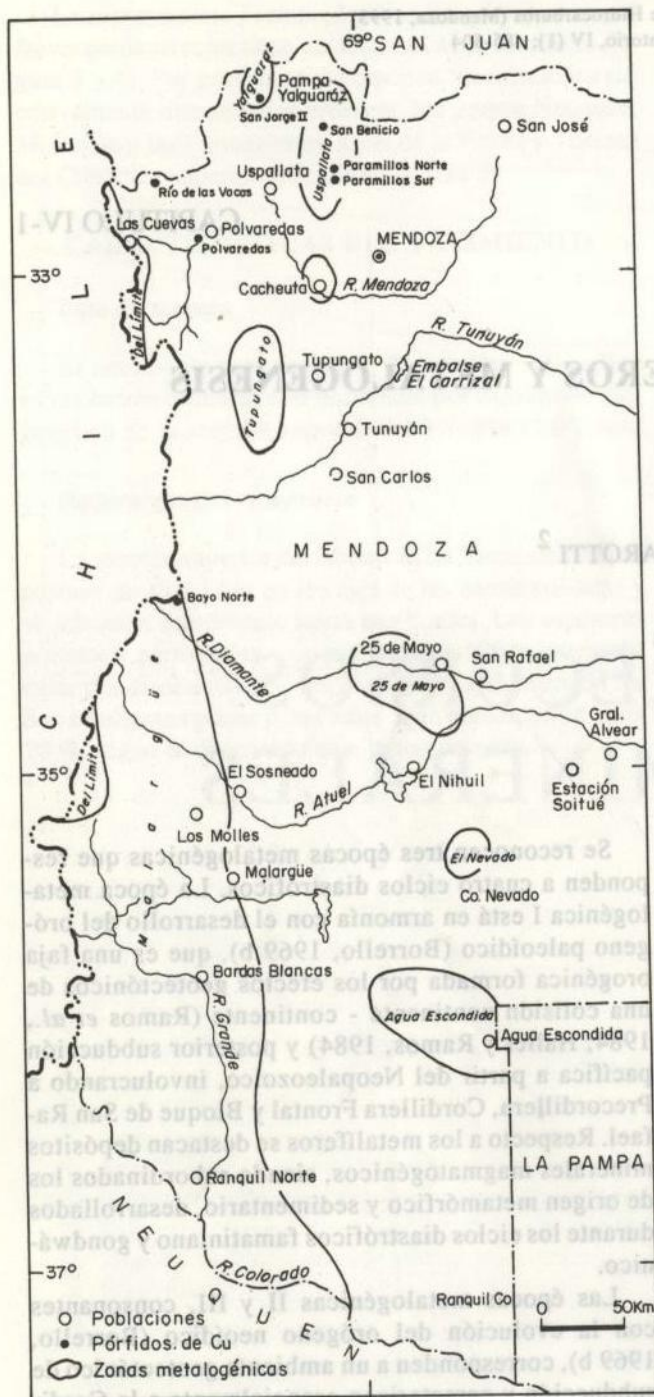


Figura 1: Zonas metalogénicas metalíferas

vado, en parte, a una imbricación geográfica de metalotectos, provocando la superposición de ocurrencias minerales de diferente edad. La distribución de las mismas permite reconocer nueve zonas metalogénicas de carácter monocíclico o policíclico, según la edad de las mineralizaciones presentes en cada una de ellas. Se distinguen las siguientes zonas (figura 1):

Monocíclicas: Cacheuta (Pi), Agua Escondida (Ptr), del Límite (Js), El Nevado (Ti) y Yalguaraz (Ts).

Policíclicas: Tupungato (Os, PTr, Ts), Uspallata (Os, Ts), 25 de Mayo (Pi, PTr) y Malargüe (Ks, Ti-s).

METALOTECTOS Y YACIMIENTOS ASOCIADOS

Epoca Metalogénica I (Cámbrico-Triásico)

La época metalogénica I contiene un primer intervalo durante el cual habría ocurrido la aproximación y colisión del bloque alóctono Chilenia con el continente de Gondwana e involucra cinco metalotectos de edad cámbrica a carbonífera. El segundo intervalo corresponde al establecimiento de la subducción pacífica, a partir de la fase chánica, e implica tres metalotectos de edad pérmica a triásica.

Metamorfitas eofamatinianas

El metalotecto se manifiesta en la Cordillera Frontal y en la Sierra Pintada del bloque sanrafaelino, constituido por metamorfitas de bajo grado correspondientes a las Ectinitas Macho Viejo y La Horqueta de edad eopaleozoica.

En ambas unidades se encuentran depósitos de grafito, originados por la transformación metamórfica de materia orgánica, que se ubican al oeste y sudoeste de Tunuyán y en el flanco occidental de la Sierra Pintada, donde la Ectinita La Horqueta es trabajada también para obtener piedra laja.

Sedimentitas calcáreas eofamatinianas

Sobre el flanco oriental de la Precordillera afloran rocas calcáreas depositadas en ambiente de plataforma marina durante el Cámbrico-Ordovícico Inferior. Se reconocen en las Formaciones San Isidro, Solitario y La Cruz, las que en su conjunto constituyen un notable reservorio de calizas. Las correspondientes a la Formación La Cruz, al noroeste de la ciudad de Mendoza, son motivo de explotación económica.

Sedimentitas clásticas eofamatinianas

El metalotecto se ubica sobre el flanco oriental de la Precordillera, compuesto por sedimentitas clásticas marinas en parte dinamometamorfizadas, identificadas

como Formación Villavicencio de edad llandeiliiana-caradociana.

Al norte de Potrerillos se vinculan con la entidad depósitos de grafito y algunos niveles pobres de fosforitas. En la comarca de Canota, con pizarras y pelitas fétidas del Miembro Pelítico Superior (Cuerda *et al.*, 1989) se intercalan bancos y lentes singenéticos de barritina negra.

Plutonitas ultramáficas eofamatiniinas

El metalotecto reúne las fajas de rocas máficas y ultramáficas de tipo alpino que con rumbo meridiano a submeridiano afloran en la Precordillera, Cordillera Frontal y Bloque de San Rafael. Son cuerpos lentiformes de dimensiones variadas que conforman manifestaciones discontinuas, disponiéndose de manera concordante a subconcordante con la estructura de las metamorfitas encajantes.

En la Precordillera se alojan en las Formaciones Cortadera, Buitre y Farallones-Bonilla. Son piroxenitas y harzburgitas serpentinizadas, de grano fino y coloración verde a gris oscuro con brillo sedoso. También están presentes gabros y microgabros de grano fino a mediano, verde grisáceos hasta negros.

En la Cordillera Frontal afloran dunitas, harzburgitas, wehrlitas y carbonatitas con diverso grado de serpentización, intruidas en la Ectinita Macho Viejo. Más al sur, en el Bloque de San Rafael, alojado en la Ectinita La Horqueta al norte de la represa El Nihuil, aflora un cuerpo esencialmente gábrico, parcialmente saussuritizado, color gris verdoso oscuro.

Estas ofiolitas, rocas máficas y ultramáficas, son interpretadas como tholeitas de fondo oceánico, que fueron obductadas cuando una dorsal oceánica segmentada fue subductada y el posterior proceso de acreción del bloque aloctono Chilenia las ubicó siguiendo la línea de paleosutura (Kay *et al.*, 1984; Haller y Ramos, 1984; Ramos *et al.*, 1984, 1986). Levantamientos diferenciales e imbricaciones repetidas han dado lugar a la exposición de distintos niveles estructurales. Los niveles superiores de lavas almohadilladas están ausentes en la provincia, exponiéndose hacia el sur y el oeste los niveles más profundos, que afloran en Cordillera Frontal, en rocas de caja de mayor metamorfismo regional (Villar *et al.*, 1982). El conjunto, denominado Complejo Ofiolítico Eofamatínico (Méndez *et al.*, 1987) es considerado de edad caradociana (Ramos *et al.*, 1984), habiéndose emplazado como efecto de los movimientos de la fase guandacólica del ciclo diastrófico famatiniano.

En la Precordillera y Cordillera Frontal este metalotecto condiciona la presencia de mineralizaciones singenéticas de Fe, Cr, Cu, Cu-Zn-Fe-Au y de no metalí-

feros, siendo posible distinguir cuatro tipos de yacimientos según el nivel estructural expuesto: de segregación, hidrotermal, exhalativo y metamórfico, que se ubican en las zonas metalogénicas Uspallata y Tupungato.

a) Segregación magmática. Este tipo de depósito se encuentra mejor desarrollado en la faja de Cordillera Frontal. En Precordillera sólo se hallan diseminaciones de magnetita y pequeñas manifestaciones de cromita diseminada y en bolsones vinculadas a piroxenitas serpentinizadas (Villar *et al.*, 1982; Méndez *et al.*, 1989).

En Cordillera Frontal, en la comarca de Novillo Muerto, el complejo ultrabásico contiene hasta un 3 % de sulfuros niquelíferos, con presencia de magnetita, cromita, pirrotina, pentlandita, ilmenita, valleriita, millerita y espinelo cromitífero. Los valores geoquímicos de superficie obtenidos son: cobre hasta 120 ppm, cromo hasta 3.500 ppm, níquel hasta 4.000 ppm, cobalto hasta 30 ppm y manganeso hasta 1.200 ppm, sin evidencias de platino y solamente vestigios de oro (Villar, 1975; Villar *et al.*, 1982).

Se destaca la mina de hierro Don Rocha, localizada 50 Km al oeste de Tunuyán, en el cerro homónimo. De acuerdo con Polanski (1972) y Angelelli (1984) la geología local está compuesta por esquistos de la Ectinita Macho Viejo, intruidos por un cuerpo máfico serpentizado. La mineralización de magnetita se aloja como delgadas lentes irregulares en las serpentinitas, constituyendo cuerpos de hasta 3 m de largo con 0,40 m de potencia y rumbo N15°E. Las zonas más ricas presentan leyes de hasta el 80 % de magnetita, disminuyendo rápidamente a 30 % hacia la roca de caja.

b) Hidrotermal. El tipo hidrotermal se manifiesta con depósitos de Cu(Zn-Au) en la Cordillera Frontal, siendo su exponente el grupo Salamanca, compuesto por los yacimientos Salamanca, La Rica, La Luisa, Pascual y Barrera. Se hallan ubicados 35 Km al noroeste de Tupungato, sobre las estribaciones orientales de la Cuchilla de Guarguaraz, siendo Salamanca el más importante.

De acuerdo con González Stegemann (1949) la geología local está compuesta por esquistos paleozoicos de la Ectinita Macho Viejo en las que se alojan cuerpos de peridotita serpentizada, anfíbolitas y filones de kersantita y cuarzo. La mineralización se inserta en una falla cizallada de rumbo nornordeste e inclinación al oeste, a lo largo de la cual se dispone un cuerpo serpentínico de 920 m de longitud y 110 m de ancho máximo; la estructura de la falla es brechosa y alcanza más de 30 m de potencia.

CUADRO I: CUADRO METALOGENICO

E PO CA	METALOTECTO REGIONAL	DEPOSITO		METALIFEROS	NO METALIFEROS	ROCAS DE APLICACION	COMBUSTIBLES SOLIDOS	EDAD		CICLO
		TIPO	SUBTIPO					E	Ma	
III	SEDIMENTOS CONTINENTALES NEOANDINICOS	DETRITICO				Arena, canto rodado		CUATERNARIO		ANDINICO
		EVAPORITICO			Sales de Na-Ca-Mg, yeso, sulfato					
		BIOGENICO				Turba				
	MAGMATITAS CALCOALCALINAS ANDICAS	LITOLOGICO	Estratoligado			Basaltos, toba, piedra pomez, granulado volcánico		CUATERNARIO		
		METEORICO	Exhalativos y termales		Bentonita					
			De contacto	Cu, Fe, Cu (Co-Ni)	Aguas termales, azufre	Aragonita, onix calcáreo, travertino				
		HIDROTHERMAL	Filoniano	Cu, Pb-Ag-Zn, Au, V, Fe	Baritina			TERCIARIO		
	SEDIMENTITAS CONTINENTALES EO-MESOANDINICAS	TERMICO	Diseminado, stockwork, brechas	Cu, Cu-Mo, Cu-Au						
		LITOLOGICO	Filoniano		Bentonita	Arcilitas				
		BIOGENICO	Estratoligado		Diatomita					
II	SEDIMENTITAS CONTINENTALES EO-ANDINICAS	BIOQUIMICO	Estratoligado	Cu, V, V-Cu				CRET.	96	AUSTRALICO
		QUIMICO		Mn				SUP.		
	SEDIMENTITAS MARINO CONTINENTALES NEOAUSTRALES	BIOQUIMICO			Azufre					
		EVAPORITICO			Sal de roca, sales de K, baritina, celestina, yeso			CREM.		
	VOLCANITAS MESOAUSTRALES EVAPORITAS MESOAUSTRALES	HIDROTHERMAL	Estratoligado	Cu						
		EVAPORITICO	Estratoligado		Yeso, anhidrita					
		EVAPORITICO			Baritina, Celestina					
		BIOGENICO	Estratoligado				Carbón, lúritas bituminosas		208	

CUADRO I: (continuación)

GONDWANICO										FAMATINIANO									
SEDIMENTITAS CONTINENTALES NEOGONDWANICAS	LITOLOGICO	Estratoligado		Bentonita	Arcillas	TRIASSICO	Carbón, lutitas bituminosas	TRIASSICO	208	360	TRIASSICO	TRIASSICO	208						
	BIOQUIMICO		Fosforita																
	BIOGENICO																		
MAGMATITAS CALCOALCALINAS MESO-NEOGONDWANICAS	LITOLOGICO	Estratoligado			Arcillas, granito	PERMIICO		PERMIICO	360	PERMIICO	PERMIICO	PERMIICO	360						
	METEORICO				Caolin														
	HIDROTERMAL	Filoniano	Fe, W, V, Mn, Mo, Cu-Pb-Zn-As-Ag-	Fluorita															
		Diseminado y stockwork	Mo, Cu-Mo																
		PEGMATITICO	Filoniano		Cuarzo y feldspato														
SEDIMENTITAS CONTINENTALES MESOGONDWANICAS	LITOLOGICO	Estratoligado			Piedra laja, arcillas	PERMIICO		PERMIICO	360	PERMIICO	PERMIICO	PERMIICO	360						
	QUIMICO		U		Piedra de afilar														
SEDIMENTITAS MIXTAS EOGONDWANICAS	LITOLOGICO	Estratoligado				CARB.	Carbón	CARB.	360	CARB.	CARB.	CARB.	360						
	BIOGENICO																		
	EXHALATIVO SUBMARINO	Filoniano	Cu																
	HIDROTERMAL	Contacto	Cu-Zn-Au-Fe	Talco y amianto															
	SEGREGACION	Diseminado	Ni-Fe-Cr		Serpentinita														
SEDIMENTITAS CLASTICAS EOFAMATINIANAS	METAMORFICO					ORDOVICICO		ORDOVICICO	360	ORDOVICICO	ORDOVICICO	ORDOVICICO	360						
	METAMORFICO																		
	BIOQUIMICO	Estratoligado		Grafito															
	QUIMICO			Fosforita															
SEDIMENTITAS CALCAREAS EOFAMATINIANAS	LITOLOGICO	Estratoligado			Caliza	ORDOVICICO		ORDOVICICO	360	ORDOVICICO	ORDOVICICO	ORDOVICICO	360						
	METAMORFICO																		
METAMORFITAS EOFAMATINIANAS	LITOLOGICO	Estratoligado			Piedra laja	ORDOVICICO		ORDOVICICO	360	ORDOVICICO	ORDOVICICO	ORDOVICICO	360						
	METAMORFICO																		

El depósito ha sido reconocido hasta 200 m en la vertical. En la parte superior el mineral se presenta como lentes masivas que hacia profundidad se ramifican en "cola de caballo". A lo largo de la corrida las lentes son discontinuas, terminando en acuña-mientos o en impregnaciones de mineral en la caja; lateralmente, a partir de una apretada faja central, se pasa a lenticillas discontinuas e impregnaciones dispersas. La longitud máxima reconocida es de 195 m, con anchos variables desde pocos decímetros hasta 3,50 m; el rumbo nornordeste sigue el de la zona de cizalla y la inclinación al oeste es de 45-50° en la porción superior a 80° en la inferior. La roca de caja, a lo largo de la falla, se halla intensamente cloritizada y en menor proporción sericitizada y silicificada, con caolín como producto de alteración supergénica.

Los minerales se presentan en dos zonas bien definidas. Una zona de oxidación, de 10 a 15 m de potencia, contiene azurita, malaquita, cuprita, cobre nativo, óxidos de manganeso y limonitas. De ésta se pasa bruscamente a una zona hipogénica portadora de calcopirita, pirrotina y escasas blenda y cobaltopentlandita. La poca presencia de calcosina insinuaría una zona intermedia de cementación. La escasa ganga consiste en tremolita, calcita, cuarzo y serpentinita. En las lentes la calcopirita y pirrotina se presentan mezcladas o en fajas alternantes con predominio de uno u otro mineral; la relación entre ellos se mantiene constante en la vertical, lo que se traduce en leyes semejantes de techo a piso del yacimiento. Las leyes de los principales elementos son: 6,40 % Cu, 4,30 % Zn, 0,20 % Ni, 0,05 % Co, 0,51 g/t Au y 12 g/t Ag. Las reservas medidas alcanzan a 31.500 t de mineral. El yacimiento consta de 2.000 m de laboreo y fue explotado en forma discontinua hasta la década de 1970.

Dentro de este tipo de depósito se incluyen los de talco, asbesto y magnesita, presentes en Precordillera y Cordillera Frontal, generados en la fase final del metamorfismo regional cuando en la zona de contacto de los cuerpos máficos y ultramáficos se producen fenómenos hidrotermales que los modifican, así como también a su roca de caja. El aporte de sílice en rocas magnesianas da lugar a concentraciones de talco y asbesto y el aporte metasomático de magnesio origina magnesita (Kuzvart, 1984).

c) Exhalativo submarino. El tipo exhalativo submarino está representado en la Precordillera por los yacimientos de cobre San Antonio y San Francisco, ubicados a 45 Km al nordeste de Uspallata. Según Catalano (1944) consisten en vetas de rumbo N50°O, inclinadas 40°NE, alojadas en serpentinitas. Presentan corridas de

más de 200 m, con potencias medias de 0,60 a 1,50 m. La mineralización está compuesta por carbonatos de Cu en ganga de limonitas y sílice; las serpentinitas de la mina San Francisco presentan pequeños nidos de cromita y magnetita. Para estas manifestaciones se estima una ley de Cu del 3 %.

d) Metamórfico. Los procesos autometamórficos de las rocas máficas y ultramáficas han dado lugar a su transformación en serpentinitas, que son explotadas como tales tanto en Precordillera como en Cordillera Frontal.

Sedimentitas mixtas eogondwánicas

El metalotecto se expresa en Precordillera, Cordillera Frontal y Bloque de San Rafael compuesto por sedimentitas psamo-pelíticas depositadas en ambiente de plataforma inestable, generada por las fases diastróficas chánica y malimánica en el Carbonífero.

De acuerdo con las características sedimentológicas (Caminos, 1979) se diferencian tres facies: oriental (Precordillera y bloque sanrafaelino), central y occidental (Cordillera Frontal). Con la facies oriental, de deposición en ambiente supralitoral próximo a la costa a litoral, se relacionan niveles biogénicos de carbón de tipo límnic a mesoparálico; bancos de areniscas son explotados como piedra de afilar al oeste y sudoeste de San Rafael.

Sedimentitas continentales mesogondwánicas

El metalotecto está presente en la Sierra Pintada del bloque sanrafaelino, compuesto por sedimentitas molásicas depositadas en el Neopaleozoico. Son conglomerados polimícticos pedemontanos color rojizo sobre los que se apoyan areniscas arcóscas de grano mediano a grueso, varicolores, de deposición fluvio-eólica; ambas unidades presentan intercalaciones de piroclastitas. La secuencia culmina con tobas riolacíticas gris violáceas (Pérez y Solís, 1984). El conjunto corresponde a la Formación Cochicó sedimentada en el Pérmico inferior en una cuenca de arco interno bordeando al arco magmático neopaleozoico.

Dentro de la zona metalogénica 25 de Mayo, al sudoeste de la localidad homónima, con las areniscas arcóscas del Miembro Areniscas Atigradas se asocia una mineralización epigenética uranífera de origen químico. Al sudoeste de San Rafael las areniscas tobáceas son explotadas para la extracción de piedra laja y en algunos niveles se extraen arcillas. La piedra laja es obtenida también de las rocas del grupo Santa Clara en la Precordillera.

Magmatitas calcoalcalinas meso-neogondwánicas

Este metalotecto está relacionado con un cuadro tectónico compresivo, representado por intrusivos y volcanitas calcoalcalinas de un arco magmático interno, aflorantes en las Cordilleras Principal y Frontal, en la Precordillera y en el Bloque de San Rafael.

Las plutonitas son silíceas y en baja proporción básicas; en su conjunto pueden diferenciarse, sobre la base de dataciones radimétricas y relaciones estratigráficas, dos subciclos de intrusividad (Caminos *et al.*, 1979; 1982). Al primer subciclo corresponden rocas graníticas de las Cordilleras Frontal y Principal, con edades isotópicas que varían entre 278 ± 10 y 264 ± 8 Ma que incluyen, de manera muy subordinada, rocas basálticas y gábricas. Intruyen a sedimentitas carboníferas y más antiguas. Son granitos de grano mediano, color rosado a blanco crema, y en menor escala granodioritas y tonalitas de igual granulometría y color. En baja proporción se encuentran dioritas oscuras constituyendo cuerpos pequeños y como xenolitos en las tonalitas.

Al segundo subciclo pertenecen también rocas graníticas expuestas en la Cordillera Frontal, en la Precordillera y en el Bloque de San Rafael, con edades radimétricas comprendidas entre 244 ± 10 y 234 ± 10 Ma, que intruyen a sedimentitas paleozoicas y a términos mesosilíceos y silíceos de la Volcanita Choiyoi, siendo a su vez penetradas por diques riolíticos y lamprofíricos asimilables a ésta. Este subciclo es considerado coetáneo con las extrusiones ácidas del Choiyoi (Caminos, 1979; Méndez *et al.*, 1989). Petrográficamente son granitos y granodioritas de grano grueso a fino, color gris blanquecino a rosado y rojo, que han provocado un leve metamorfismo de contacto en la roca de caja. Las volcanitas son coladas, ignimbritas y tobas riolíticas de colores rojizos, pardos, violados, verdosos y amarillentos y diques de pórfido riolítico rojos, rosados y grises. Sus dataciones isotópicas dan edades que varían entre 252 ± 14 y 235 ± 10 Ma (Caminos *et al.*, 1979, 1982).

De acuerdo con la edades radimétricas indicadas y las relaciones estratigráficas, el primer subciclo intrusivo es referible al Pérmico inferior y el segundo, como así también las volcanitas, al Pérmico superior-Triásico inferior, estando conectados respectivamente a las fases pituflica, sanrafaélica y huárpica del ciclo diastrófico gondwánico. Corresponden a un arco magmático generado al establecerse la subducción pacífica en el Neopaleozoico.

Los numerosos plutones que constituyen el metalotecto, que en la literatura llevan nombres formales locales, han sido agrupados por Méndez *et al.* (1987), junto con la Volcanita Choiyoi, en el Complejo Eruptivo Gondwánico. Vinculados a su emplazamiento existen depósitos singenéticos de tipo hidrotermal en los que

se manifiestan mineralizaciones de Cu, Mo, W, Pb-Zn, Fe, V y Mn, con las cuales se asocian subordinadamente otros elementos.

De acuerdo con la yacencia de las mineralizaciones hidrotermales se diferencian dos subtipos de depósitos: diseminado-stockwork y filonianos, que se localizan en las zonas metalogénicas Tupungato, Cacheuta, 25 de Mayo y Agua Escondida.

a) Diseminado y stockwork. En la zona metalogénica Tupungato, diseminaciones de molibdenita y delgadas vetillas del mismo mineral acompañado por galena son citadas por Polanski (1964 b) en cuerpos graníticos y granodioríticos sitios en Invernada del Castaño, cerro Punta Blanco y Alborada; sulfuros de cobre y plomo diseminados se localizan en Cajón Amarillo.

Un sistema de alteración hidrotermal y mineralización cupro- molibdenífera diseminada y en stockwork ha sido reconocido en Santa Clara, 60 Km al noroeste de Tupungato, relacionado a un stock de pórfido granítico permo-triásico (Chabert, 1984).

En la zona metalogénica 25 de Mayo reviste cierto interés el depósito de cobre-molibdeno de Infiernillo, ubicado unos 50 Km al oeste de San Rafael. Según Naciones Unidas (1968) en el sitio aflora un stock de pórfido dacítico de forma oval, de 4,5 Km de largo por 3,5 Km de ancho, que intruye con contactos netos a metamorfitas de la Ectinita La Horqueta y a volcanitas y sedimentitas de la Formación Cochicó. El pórfido dacítico es intruido a su vez, por un pórfido riódacítico inalterado y diques basálticos. A lo largo de fallas y diaclasas son frecuentes las vetas y vetillas de cuarzo, cuarzo-calcita o calcita; algunas de éstas, de generación posterior a las primeras.

Con ubicación casi central en el stock se presenta un núcleo intrusivo de cuarzo masivo hidrotermal, de grano fino y estéril, de 200 m de longitud N-S y 60 m de ancho. Es de color negruzco y está rodeado por una zona decolorada, fracturada e inyectada con cuarzo, que alcanza 500 m de largo por 200 m de ancho; esta zona contiene abundante hematita en la proximidad del núcleo silíceo y se encuentra brechada y cuarzo-hematizada en su sector noroeste. El pórfido dacítico presenta un área de alteración hidrotermal en forma de herradura de posición central, que se desarrolla también en relación con estructuras mayores. La propilitización es evidente en el sector central y sur del cuerpo, la silicificación se presenta masiva y en venas y venillas, mientras que argilización y sericitización afecta a los fenocristales del pórfido. Distribuidos cerca de las márgenes del stock se encuentran fracturas menores rellenas por cuarzo acompañado de piritita y pequeñas cantidades de galena, blenda, arsenopiritita y calcopiritita.

Los estudios geoquímicos y geofísicos indican que, si bien en toda el área se halla diseminación de los minerales indicados, las anomalías de cobre y molibdeno se distribuyen de manera anular en el sector marginal del pórfido dacítico, coincidiendo con las zonas de fracturación mayor de rumbo nor-nordeste, nor-noroeste y este-nordeste y revelando un control estructural de la mineralización hipogénica, válido también para las anomalías de plomo, cinc y arsénico. Por otro lado se observa que no hay paralelismo entre alteración hidrotermal y elementos anómalos, aunque si coinciden las anomalías de arsénico con zonas silicificadas.

La investigación mediante sondeos señala escasa variación del tenor de Cu y Mo desde superficie a profundidad (0,1 % Cu y 0,01 % Mo) aunque existen valores puntuales de hasta 1 % Cu y 0,06 % Mo. Los mejores valores de oro varían entre 0,10 y 0,68 g/t y los de plata oscilan de 1,3 a 118 g/t, guardando relación con las anomalías de arsénico (J.C. Sabalúa, com. pers.).

Las características del área sugieren que el pórfido dacítico podría constituir un cuello volcánico peneplanizado por la erosión. De acuerdo con Dessanti (1956) sería de edad triásica inferior.

b) *Filoniano*. Las expresiones filonianas se distribuyen de manera unitaria o agrupadas en la Precordillera, Cordillera Frontal y Bloque de San Rafael. Comprenden yacimientos de hierro, wolframio, vanadio, manganeso, molibdeno y polimetálicos de Cu-Pb-Zn-As-Ag-Au, en los que los minerales de estos elementos prevalecen de distintas maneras y son acompañados, al igual que los monometálicos, por otros elementos minoritarios.

En ambiente precordillerano se localiza un grupo de depósitos de hierro que conforman la zona metalogénica Cacheuta, situados entre 5 y 9 Km al nordeste de la localidad homónima, entre Pampa Seca y Cerro de La Cruz, expresados en los yacimientos La Generosa, Paso de los Andes y La Ponderosa.

En general son vetas de rumbo variable entre N38°O y N45°E e inclinación de 50-80°SE, que alcanzan hasta 100 m de largo y desde pocos decímetros hasta 4 m de espesor. Están encajadas en granito con el que se vincularían; la mineralización consiste en especularita asociada a cuarzo, con leyes de hierro entre 18 y 37 %.

El más importante de los depósitos citados es La Generosa, ubicada 7 Km al nornordeste de Cacheuta. De acuerdo con Beder (1925) en esta mina afloran rocas plutónicas del Granito Cacheuta que intruyen a pizarras de la Formación Villavicencio. En la zona de contacto se alojan las vetas ferríferas en una estructura de falla que corta a ambas unidades. A lo largo de 2.400 m se disponen varios afloramientos cuya continuidad no se puede asegurar debido a la cobertura de derrubio moderno; estos afloramientos, de 10 a 20 m de longitud y

de 2 a 11 m de ancho presentan mineral alternando con roca de caja, en partes brechada y silicificada. Las vetas propiamente dichas ostentan ramificaciones en vetillas y venas anastomosadas, variando su espesor de uno a 40 cm. Su rumbo es variable entre N38°O y N10°E, con inclinación 50°E a subvertical. El mineral hipogénico consiste en especularita en ganga de cuarzo blanco y jaspe ferruginoso, con vestigios de calcopirita, galena y pirolusita; también se observan limonitas y muy escasa malaquita. La ley de hierro es variable entre 24 % y 37 %.

La mineralización hidrotermal se relacionaría genéticamente con el Granito Cacheuta, de edad pérmica inferior.

Los yacimientos de la zona metalogénica Tupungato son en su gran mayoría polimetálicos y comprenden minas de molibdeno, plomo y wolframio. Manifestaciones molibdeníferas de relativa importancia fueron ubicadas durante los estudios del Plan Cordillerano (Naciones Unidas, 1968) en las zonas de El Portillo y arroyo Cuevas.

En El Portillo, 56 Km al oeste de Tunuyán, se encuentran fracturas en granito rellenas por molibdenita sola o en ganga de cuarzo, con calcopirita, blenda, galena y galena-bismutita.

En arroyo Cuevas, 40 Km al noroeste de Tupungato, en una zona de falla en granito se disponen vetillas este-oeste de un centímetro de espesor con molibdenita sola o en ganga de cuarzo, hallándose también mineral diseminado en la caja granítica. Se aprecian además vetillas de baritina-galena y la periferia del cuerpo intrusivo presenta un paisaje anómalo en cobre-plomo-cinc.

Las expresiones de mineral de plomo y otros asociados se sitúan en el Cordón del Portillo, entre 45 y 65 Km al oeste de Tunuyán. Comprenden yacimientos conocidos como Pablita, Santa Rosa y Santa Teresa y manifestaciones sin mayor interés económico vinculadas a plutonitas permo-triásicas. De acuerdo con Polanski (1972) son vetas hidrotermales alojadas en fisuras y fallas que afectan a rocas graníticas y metamorfitas eopaleozoicas, de rumbo nordeste a este-oeste e inclinaciones variables entre 30° y la vertical, con 0,15 a 1 m de potencia. La caja suele estar propilitizada y la mineralización consiste en galena argentífera, calcopirita, blenda y pirita en ganga de cuarzo, acompañada en ocasiones por fluorita, calcita y baritina. Los minerales de oxidación son malaquita, azurita, limonita y óxidos de manganeso.

La mina Pablita se ubica 49 Km al oeste de Tunuyán, en esquistos de la Ectinita Macho Viejo. La mineralización está alojada en una veta de 50 m de largo y 0,30-0,70 m de ancho, con rumbo N25°O e inclinación 60-80°O; consiste en galena argentífera en nidos y diseminada asociada con blenda, calcopirita y pirita en ganga

de cuarzo; los oxidados presentes son limonitas, malaquita, azurita y óxidos de manganeso. Los trabajos ejecutados revelaron disminución de la ley de plomo hacia profundidad (de 12,5 a 4,2 %) y aumento del cinc (de 26 a 50,8 %); los metales nobles están presentes con 8 g/t Au y 160 g/t Ag.

Los depósitos de wolframio están ubicados al oeste de Tunuyán. En esta área se encuentran las minas San Antonio, Don Federico, Blanquita, La Toma y, la más importante, el grupo San Eduardo, situado 48 Km al oeste de Tunuyán.

Según Angelelli (1984) en la comarca afloran metamorfitas eopaleozoicas de la Ectinita Macho Viejo intruidas por el stock granítico pérmico Las Cuevas y diques riolíticos y andesíticos. La mineralización se dispone en seis vetas principales acompañadas por otras menores. La más importante es la denominada Josefina, que fuera reconocida hasta 70 m de profundidad, siendo las restantes Primera, Rica, Blanca, Sur y Marchant. Con longitudes de 60 a 200 m y un ancho variable entre 10 y 70 cm, presentan un rumbo entre N60°O y N85°O, con algún cambio local a este-nordeste por efecto de fallamiento postmineral; la inclinación es de 45 a 70°S y en menor escala 50 a 60°NE. El mineral es wolframita en granos diseminados o como bolsones irregulares en ganga de cuarzo, muscovita y fluorita, con escasa cantidad de molibdenita, scheelita, pirita, calcopirita, pirrotina, blenda y minerales de bismuto. La ley de wolframato es de 0,50 % a 1 %, llegando al 20 % en los bolsones y se estiman reservas de 25.000 t con 0,75 % (Angelelli *et al.*, 1970).

El yacimiento fue descubierto en 1937 y estuvo en producción hasta 1944. Posteriormente fue reactivado entre 1953 y 1962, produciendo un total de 175 t de concentrado.

En el Bloque de San Rafael se encuentran las más importantes expresiones del metalotecto considerado, ubicándose en las zonas metalogénicas 25 de Mayo y Agua Escondida, cuyas expresiones hidrotermales metalíferas y no metalíferas asociadas se enlazan genéticamente con cuerpos intrusivos ácidos permo-triásicos. En la primera zona citada, entre 20 y 35 Km al sudoeste y oeste de Villa 25 de Mayo, se encuentran yacimientos plomo-arsenicales y depósitos menores de vanadio y cobre.

Se reconocen tres grupos mineros: Las Picazas (Río Diamante, Juanita y Silvia), Puesto Laura (Elenita, Del Medio y Nueva) e Infierno (Descubridora, Argentina, Rosarita, Carmen, Infierno y Santa Teresa), que guardan estrecha relación entre sí y con el stock cupro-molibdenífero de Infiernillo, del cual se consideran satelitarios.

En general son vetas alojadas en metamorfitas eopaleozoicas y cuerpos riolíticos del Triásico, con rumbo

este-nordeste y este-sudeste, inclinados de 50 a 75° y desde pocos decímetros a 2 m de potencia. Los tenores de mineral son del orden de 10-20 % Pb, 3-5 % As, 18-400 g/t Ag y 1-2 g/t Au.

El depósito más conocido es la mina Río Diamante, del grupo Las Picazas. Según Angelelli (1950) y Desanti (1956) la geología local está representada por metamorfitas de la Ectinita La Horqueta intruida por cuerpos riolíticos del Triásico inferior. En estas rocas de caja se alojan dos a tres vetas principales subparalelas de rumbo N30°O, inclinadas 75°SO. Presentan varios cientos de metros de corrida donde hay sectores mineralizados de hasta 400 m con 0,5 a 2 m de potencia y continuidad hasta los 200 m de profundidad. La mineralización primaria está compuesta por galena argentífera de grano medio, en masa puras, guías o mezclada con otros sulfuros, blenda, pirita, arsenopirita y calcopirita en ganga de cuarzo y fluorita. Como minerales secundarios en la zona de oxidación hay cerusita, anglesita, calamina, limonita, escorodita, malaquita y azurita. Se estiman reservas para el sector cubicado del orden de las 70.000 t con 10 % Pb, 4,5 % Zn, 200 g/t Ag y 5 % As.

Estas minas son conocidas desde fines del siglo pasado pero los intentos de explotación fracasaron por problemas metalúrgicos debidos al alto contenido en arsénico, siendo éste el único producto extraído.

El yacimiento vanadinífero Santa Elena consta de seis vetas paralelas alojadas en esquistos filíticos eopaleozoicos de la Ectinita La Horqueta, intruida por cuerpos subvolcánicos riolíticos. Las vetas tienen rumbo N10-20°E e inclinan 50-60°O, con longitudes de hasta 250 m y potencias de 0,10 a 0,40 m. La mineralización primaria está compuesta por galena, pirita y arsenopirita en ganga de cuarzo; los minerales secundarios son vanadinita, pirolusita, malaquita y limonitas. La ley de vanadato es del orden del 4,5 %, habiéndose extraído 641 t en los años 1939 a 1941, cuando se paralizó la explotación.

En la zona Agua Escondida se encuentran los yacimientos manganésíferos de mayor importancia de la provincia y otros de plomo-zinc, molibdeno y wolframio. Se destacan dos grupos mineros: Ethel (Ethel, Beba, Don Luís, Iris, Negrita, Isabel y Marta Haydeé) y Santa Cruz (Santa Cruz, Haydeé, San Alberto y Chacayal). En el segundo agrupamiento se agregan los depósitos Elsiren (Mo-W-F), Potosí, La Esperanza, Magdalena, Irma y Mimí (Pb-Zn) y denuncios menores por mineral de wolframio. Los yacimientos de manganeso mencionados han sido todos objeto de explotación, destacándose las minas Ethel y Santa Cruz.

El grupo Ethel se ubica 90 Km al sudeste de Malgüe. De acuerdo con Gonzalez Díaz (1972 c) y Angelelli (1984) la roca de caja está compuesta por volcanitas y



cuerpos subvolcánicos riolíticos del Pérmico superior. El largo de las vetas varía entre 150 y 900 m y su potencia entre 0,10 y 1,80 m; la mineralización se presenta como relleno de brechas tectónicas de dirección este-oeste, con desarrollo de bolsones de hasta 25 m de ancho o dispuestas en rosario. Con leyes de manganeso entre 20 y 50 %, la mena está compuesta por psilomelano, masivo, compacto y botroidal, y pirolusita en ganga de calcedonia, cuarzo y escasa de fluorita; limonita y hematita se presentan como minerales de oxidación. Con intensos laboreos desarrollados, la mina Ethel ha sido reconocida hasta 120 m de profundidad.

Estos yacimientos fueron descubiertos en 1951-1952 y puestos en producción en 1953, habiendo sido explotados por unos 20 años. Tan sólo la mina Ethel produjo hasta 1964 unas 60.000 t con 36-38 % de Mn, quedándole reservas de 138.000 t con 36 % de Mn.

El grupo Santa Cruz está 30 Km al noroeste de la localidad de Agua Escondida. Según los autores antes citados, la caja de las vetas es de pórfido riolítico y, en menor escala, sedimentitas carboníferas. Los filones tienen de 60 a 350 m de longitud y hasta 1,50 m de ancho, inclinando 60° a verticales; se alojan en fallas de rumbo nordeste, con estructuras bandeada y brechosa. La mineralización consiste en psilomelano, pirolusita, criptomelano y coronadita, con escaso contenido de galena, blenda y sulfosales de plomo, en ganga de calcita, cuarzo, calcedonia, ópalo, yeso, aragonita y escasa fluorita. El tenor de manganeso varía de 37 a 45 %.

La mina Santa Cruz estuvo en producción desde 1955 hasta 1971, totalizando 70.000 t con 38-40 % de Mn y ha sido reconocida hasta 60 m de profundidad.

Los yacimientos de otros metales, Pb-Zn y Mo, carecen de valor económico. Las minas de Pb-Zn Potosí, La Esperanza, Magdalena, Irma, Mimí están ubicadas 12 Km al oeste-noroeste de Agua Escondida. Según Angelelli (1984) la geología está caracterizada por sedimentitas carboníferas intruidas por diques de pórfido riolítico pérmico. Se reconocen más de 100 vetas de rumbo noroeste, con corridas máximas de hasta 150 m y potencias desde el centímetro hasta 10 m en algunos bolsones. Están compuestas por galena argentífera, blenda y carbonatos de hierro y manganeso como minerales primarios, siendo los secundarios óxidos y sulfatos de plomo y óxidos de hierro y manganeso; la ganga es de cuarzo, ópalo, calcedonia y calcita. Sólo presentan algún laboreo de exploración. En muestreos en canaleta se han detectado valores de Ag de 36 y 28 g/t.

La mina Elsiren de Mo-W-F está ubicada 7 Km al norte de Agua Escondida. La mineralización vetiforme se aloja en un granito de posible edad precámbrica (Gonzalez Díaz, 1972 b), que se encuentra intruido por pórfiros graníticos y dacíticos pérmicos y pegmatitas. Las vetas son numerosas y están compuestas por cuar-

zo-molibdenita, cuarzo-wolframita, cuarzo-óxidos de hierro, cuarzo-fluorita-óxidos de hierro-manganeso y fluorita-calcedonia. Los filones con molibdenita son las más abundantes, dispuestos en enrejado, con rumbos este-oeste y norte-sur y una corrida máxima de 500 m. El yacimiento fue parcialmente explotado por fluorita.

A este subtipo de depósito pertenecen además los yacimientos de fluorita de la comarca de Agua Escondida y Sierra Pintada, en el Bloque de San Rafael. Pegmatitas cuarzo feldespáticas son trabajadas en el mismo ámbito, como así también al oeste de Tupungato, en Cordillera Frontal.

Desde el punto de vista de las rocas de aplicación, los materiales graníticos de Cordillera Frontal y bloque sanrafaelino son considerados para su utilización como roca ornamental.

Las rocas efusivas de la Volcanita Choiyoi no revisiten interés en función de su contenido de metalíferos. Sin embargo la alteración meteórica de niveles de tobas ha originado depósitos de caolín en el flanco oriental del Cordón del Tigre, al oeste de Cacheuta, en Precordillera y en la Sierra Pintada. En esta última, son de alguna importancia las intercalaciones lentiformes de arcilla bentonítica.

Sedimentitas continentales neogondwánicas

El metalotecto se manifiesta en la Precordillera, integrado por sedimentitas fluviales y lagunares depositadas en cuencas táfricas generadas por la actividad de la fase diastrófica riojánica en el Triásico medio a superior. Corresponden al Grupo Uspallata y dentro de éste implica a las Formaciones Potrerillos y Cacheuta. Con las facies lagunares distales de la primera formación se vinculan niveles explotables de arcillas y bentonita. En la segunda entidad, unidas a facies lagunares de ambiente reductor se encuentran manifestaciones bioquímicas de fosforitas, como así también lutitas bituminosas y carbón.

Epoca Metalogénica II (Jurásico-Cretácico medio)

La época metalogénica II responde a la implantación de un régimen traccional que genera una cuenca marina de trasarco al oriente del arco magmático. Abarca el Jurásico-Cretácico medio e implica el desarrollo de cuatro metalotectos, tres de ellos de principal importancia para elementos no metalíferos.

Sedimentitas marinas eoaustriáticas

El metalotecto tiene expresión en la Cordillera Principal, en el extremo sudoeste de la provincia. Agrupa a

las sedimentitas marinas jurásicas depositadas en los tiempos iniciales de la era diastrófica neófica, en una cuenca de trasarco.

La mineralización, referida a no metalíferos, está vinculada a la existencia de ambientes tipo sabkha y a litofacies características de procesos regresivos. La unidad litológica involucrada es la Formación Los Molles correspondiente al ciclo sedimentario Cuyano. Con facies de margas y calizas de la misma se conectan mantos lentiformes de deposición química singenética de baritina y celestina (Ba-Sr) que se localizan desde el noroeste de El Sosneado hasta el noroeste de El Alambrado. Asimismo mantos de carbón de tipo parálico a mesoparálico son conocidos desde el paso del Maipo hasta el río Atuel, asociándose localmente con lutitas bituminosas.

Evaporitas mesoaustrálicas. Este metalotecto se desarrolla en la Cordillera Principal, compuesto esencialmente por evaporitas marinas litorales depositadas durante la etapa regresiva en una cuenca de trasarco. Se reconoce en la Formación Auquillo, integrada por yeso y anhidrita color blanco a blanco grisáceo, acompañados por calizas fétidas. La entidad constituye un importante reservorio de yeso y anhidrita, que son motivo de explotación económica al nor-noroeste de Malargüe.

Volcanitas mesoaustrálicas

El metalotecto se presenta en la Cordillera Principal, a lo largo de la línea fronteriza con Chile, desde las nacientes de la quebrada de Las Cuevas hasta el paso Vergara.

Son mantos de volcanitas y brechas volcánicas que alternan con sedimentitas molásicas. Constituyen una facies lateral de la Formación Tordillo, reconocida en Chile como Formación Río Damas. Los clásticos son conglomerados polimícticos, areniscas arcóscas de grano grueso a mediano y areniscas tobáceas y arcillosas de coloración rojiza, violácea y verdosa. Las volcanitas son basaltos porfíricos de color gris claro a oscuro y negros, vesiculares a macizos, andesitas porfíricas gris mediano a oscuro y brechas andesíticas. Por sus relaciones estratigráficas son asignadas al Kimmeridgiano, debiéndose su formación a la emergencia de la cuenca jurásica ocasionada por los movimientos sanjórnicos del ciclo diastrófico australico. El material volcánico pertenece al arco magmático situado inmediatamente a occidente (Méndez *et al.*, 1989). Si bien los elementos sedimentarios son localmente anómalos en cobre, es con los mantos basálticos que se vincula una mineralización cuprífera singenética de tipo hidrotermal. Sus manifestaciones conforman la zona metalogénica del Límite, con grupos mineros que se ubican al norte y sur de Las Cuevas y al oeste de Malargüe.

El grupo Las Cuevas comprende las minas San José, Germinal, Tierra, Santa Ana, Sol, Catalina, La Campeona y San Sebastián, ubicadas en una faja norte-sur de 50 Km de longitud, cercana al límite con Chile, en la comarca de Villa Las Cuevas.

Entre ellos se destaca el yacimiento San José, sito 5 Km al sudeste de Villa Las Cuevas. La geología local está constituida por un complejo volcano-sedimentario de unos 1.025 m de potencia correspondiente a una facies lateral de la Formación Tordillo. Son cuerpos lentiformes de lavas andesíticas y basálticas amigdaloides, color gris claro a oscuro y pardas, de 200 m de longitud y 20 m de espesor máximo, que alternan con piroclásticas finas grises, pardas, verdes y rojizas, y brechas andesíticas gruesas, gris verdoso oscuro (Sanguinetti, 1987 a).

De acuerdo con Palacio y Wleklinski (1951) las rocas efusivas se encuentran hidrotermalmente alteradas. A 625 m de la base de la secuencia se encuentra el paquete mineralizado, donde los mantos de volcanita, de 5 a 15 m de potencia, toman colores verdosos, rojizos y amarillentos, con clorita, epidoto, sericita y prehnita como minerales de alteración de baja temperatura, además de sílice en geodas. Distribuidos en 120 m de potencia se encuentran seis niveles mineralizados desconectados entre sí, con 1 a 4 m de espesor, en los que el mineral se halla en planos de separación entre mantos y como guías en diaclasas de 1 a 3 cm y hasta 10 cm de ancho, como así también rellenando vesículas en la parte superior de las coladas. Los minerales primarios son bornita, calcopirita y magnetita en ganga de cuarzo y, a veces, calcedonia; los secundarios consisten en calcosina azul, malaquita y azurita. Se han definido tres cuerpos principales discontinuos en una superficie de 0,9 x 1,4 Km, con leyes medias de 1,5 % Cu, 25 g/t Ag y vestigios de Au. La alteración y mineralización se atribuye a circulación de aguas hidrotermales singenéticas con las coladas.

El yacimiento fue explotado en los años 1902-1907 y 1914-1919, estimándose una producción de 500 t de concentrado. Se han estimado reservas de 242.000 toneladas.

Al noroeste de Malargüe se encuentra el agrupamiento minero del valle de La Matancilla que comprende las minas El Burrero, Amelia, Juanita, Marcial y Clotilde en su sector norte y El Guanaco, Sybil, Victoria y Adriana en la parte sur. De similares características, sobresale entre ellas el yacimiento El Burrero localizado 60 Km al oeste de El Sosneado.

Según Zanettini (1984) en el sitio afloran areniscas rojas y rojo parduzcas con intercalaciones de basaltos porfíricos gris rojizo, compactos y vesiculares, de la Formación Tordillo. Las volcanitas presentan alteración hidrotermal, con feldespatos argilizados y serici-

tizados por meteorización; como relleno de grietas y alvéolos se observan prehnita, calcita y datolita. Los minerales hipogénicos son calcosina gris y calcopirita, que se disponen ocupando alvéolos o en venas y venillas de 1 a 3 cm y hasta 10 cm de ancho, alojadas en la parte superior del cuerpo lávico inferior. Los minerales secundarios son calcosina azul, cuprita, malaquita, azurita, tenorita y limonitas. Las leyes obtenidas en este depósito son de 15,5 % Cu, 9,5 g/t Ag y 0,08 g/t Au.

Mena (1912) y Angelelli (1946) vinculan esta mineralización a cuerpos dioríticos de la comarca, mientras que Zanettini (1984) la relaciona a flujos hidrotermales ligados a la volcanita portadora, por cuanto las areniscas que subyacen y se superponen a ella no están alteradas ni mineralizadas. Por otra parte, calcopirita y bornita petrogénicas se encuentran en las rocas efusivas, como así también calcopirita y cobre nativo incluidos en prehnita y datolita.

En la mina existen numerosas y desorganizadas labores de escaso desarrollo. Fue explotada en forma discontinua desde 1895 hasta 1910, con una extracción del orden de 350 t con 46-47 % de cobre. De los depósitos situados en el extremo sur del valle de La Matancilla, en el cordón del Cobre, tiene cierta relevancia la mina El Guanaco. En su aspecto litológico y mineralógico es similar a El Burrero, hallándose además bornita entre los minerales primarios y covellina entre los secundarios, como así también impregnaciones de asfaltita (Zanettini, 1984). El yacimiento que cierra la faja de cobre volcanogénico es la mina Villagra, ubicada 13 Km al norte de Baños del Azufre, con características similares a las anteriores.

Sedimentitas marino-continentales neoaustrálicas

El metalotecto se desarrolla en el sudoeste de la provincia, dentro del ambiente de Cordillera Principal. Los movimientos ascensionales de la fase Miránica llevaron a la recurrencia de la cuenca marina ándica, que se inicia con la deposición de evaporitas y pelitas marinas intercaladas con psamitas y pelitas continentales aluviales. Con estas sedimentitas de edad aptiana-albiana, que pertenecen a la Formación Huitrín, se vinculan depósitos de minerales no metalíferos.

Al norte de El Alabrado, capas lentiformes singenéticas de baritina-celestina (Ba-Sr) se intercalan en margas, calizas y yeso. En El Zampal y poco más al sur, bancos evaporíticos de sal de roca (halita) se interponen con arcilitas y yeso, y concentraciones importantes de sales de potasio (silvita) han sido ubicadas en subsuelo, en la zona limítrofe con Neuquén.

Al oeste de Malargüe y al sur de Ranquicó, se localizan depósitos bioquímicos de azufre, formados a partir de la reducción bacteriana del yeso en presencia

de hidrocarburos. Por otra parte, la Formación Huitrín constituye un importante recurso para la obtención de yeso, el que se explota al oeste de Malargüe.

Epoca Metalogénica III (Cretácico superior-Holoceno)

La época metalogenética III refleja la etapa comprensiva de la era neófica, iniciada con la fase patagónica, en la que la región evolucionó a cuencas continentales con predominio de plegamiento y fracturación; el arco magmático sufrió desplazamientos y presenta fajas de diferente edad parcialmente superpuestas unas a otras. Se han individualizado cuatro metalotectos que cubren el lapso Cretácico superior-Holoceno.

Sedimentitas continentales eoándicas

El metalotecto se manifiesta en el sudoeste de la provincia, en terrenos de Cordillera Principal, constituyendo una faja de afloramientos de dirección norte-sur.

La conformación del metalotecto es debida a la fase patagónica, con la que se inicia el ciclo diastrófico ándico (Méndez *et al.*, 1987), que provocó la elevación de una proto-cordillera y dió lugar a sedimentación continental al oriente de la misma (Polanski, 1964 b; Méndez *et al.*, 1989). Son depósitos molásicos de trasarco desarrollados en ambiente pedemontano y de llanura aluvial, con asociación de materiales propios de pantanos y lagunas temporarias. El conjunto configura la Formación Diamante, secuencia varicolor integrada por areniscas de grano mediano a grueso, areniscas conglomerádicas, conglomerados polimícticos lenticulares y arcilitas, con escasa participación de calizas y areniscas calcáreas. Su contenido fosilífero y las relaciones estratigráficas indican edad cretácica superior.

Con los niveles psamíticos, en menor escala pelíticos, se asocian mineralizaciones epidiagenéticas de cobre, cobre-vanadio, cuya génesis está vinculada a fenómenos de bio-rhesistasia en estrecha relación con materia orgánica (Ramos, 1975), y de manganeso de origen químico singenético. El metalotecto controla además la presencia de depósitos epigenéticos de uranio-cobre en la comarca de Agua Botada y Cerro Mirano, al sudoeste de Malargüe. La fuente de cobre, vanadio y uranio habrían sido los cuerpos intrusivos del Terciario (Navarro, 1967).

Se conocen las minas de cobre San Romeleo, La Carmelita, Mallín de los Caballos, Don Victor, El Manzano, Liú Cullín, Cesar y Pablo Daniel, además de manifestaciones menores de cobre y cobre-vanadio ubicadas entre El Manzano y Ranquil Norte y poco al norte del río Colorado, al oeste de la Sierra de Chachahuén. El conjunto, que forma parte de la zona metalogénica Malargüe, se de-

sarrolla desde Agua Botada hasta el río Barrancas-Colorado, de norte a sur, y entre los meridianos 69°30' y 70°O, de este a oeste, incluyendo los depósitos de uranio-cobre. Este tipo de mineralización ha sido conocido con detalle por los estudios de los planes Cordillerano (Naciones Unidas, 1968) y Cordillerano Centro (1969).

Los yacimientos cupríferos se alojan en areniscas a veces conglomerádicas, con estratificación cruzada sugiriendo paleocanales. Constan de uno a dos bancos con mineralización discontinua y lentiforme, de 5 a 400 m de longitud y 0,10 a 3 m de espesor. La mineralización consiste en impregnaciones de malaquita, azurita y calcantita en las areniscas y vegetales fósiles con los que se vinculan. En Pablo Daniel y en las manifestaciones del río Colorado se observa, además, crisocola y los restos vegetales están ausentes. Un estudio calcográfico del mineral de río Colorado señala que las areniscas están cementadas por abundante calcosina secundaria y covellina alteradas a malaquita. Las leyes de mineral son variables entre 0,11 y 7,5 % de cobre.

El depósito mejor conocido es la mina San Romeleo situada 82 Km al sudeste de Bardas Blancas, próxima al Bordo Alto del Payún. De acuerdo con Navarro (1967) la mineralización se aloja en un paquete de areniscas calcáreo yesosas, en parte bituminosas, de grano mediano, color gris a pardo y con estratificación cruzada e intercalación de lentes de arcilitas rojizas. El conjunto inclina 31°N con un espesor de 8 m promedio.

El mineral se distribuye en una longitud de 180 m y consta de calcantita, malaquita, azurita, brocantita, antlerita, calcosina y cuprita. Se presenta en gránulos de hasta 12 mm de diámetro alineados según planos de estratificación o distribuidos irregularmente; microscópicamente se observa que calcantita rodea a malaquita, la que reemplaza selectivamente a yeso. También se aprecia una disposición veniforme del mineral, donde malaquita y azurita cubren núcleos lentiformes de calcosina y cuprita.

La mina fue rudimentariamente explotada, con una extracción de 280 t con 9-10 % de Cu. Las reservas del área se estiman en 272.000 t con 1,5 % Cu.

Las manifestaciones cupro-vanadíferas se sitúan entre El Manzano y Ranquil Norte y al sudoeste de esta localidad, sobre el río Barrancas. En bancos de arcillas rojas, a veces lenticulares, se encuentran nódulos arenosos color verde de hasta 20 cm de diámetro, irregularmente distribuidos, con impregnación de carbonato de cobre y volborthita (vanadato hidratado de Cu-Ca-Ba). En raras ocasiones el mineral forma capas homogéneas o rellena fisuras. Los niveles mineralizados varían de 1 a 35 m de largo por 0,05 a 2 m de potencia. Las leyes en los nódulos son de 40 ppm a 5 % Cu y de 200 ppm a 1 % V, mientras que las muestras en canaleta señalan 20-120 ppm Cu y 200-500 ppm V.

Las manifestaciones de manganeso se hallan situadas 95 Km al sudeste de Ranquil Norte, en la Sierra de Chachahuén. La mineralización consiste en pirolusita en forma de nódulos, lentes y concreciones que se disponen en manto en un horizonte areno arcilloso rojizo. Las manifestaciones se distribuyen en una superficie de 4 Km² y el mayor de los mantos tiene 850 m de extensión con un máximo de 2,5 m de potencia. Los valores de Mn son de 0,9 a 8 %, con una media de 3,4 % y de 15 % para muestras elegidas, mientras que los tenores de hierro varían de 1 a 5 %.

Las aguas termales relacionadas con el volcanismo basáltico de la comarca habrían sido la fuente del manganeso e hierro (Angelelli, 1984).

Sedimentitas continentales eo-mesoándicas

El metalotecto se expresa de manera discontinua en terrenos de Cordillera Principal, Bloque de San Rafael y Precordillera. Está referido a minerales no metalíferos y rocas de aplicación que se relacionan con sedimentos psamo-pélticos fluvio-lagunares, depositados en depresiones tectónicas originadas por los movimientos andicos durante el Terciario.

Con las facies lagunares se vinculan esencialmente niveles de arcillas en las Formaciones Pircala, Coihueco (Paleoceno) y Río Diamante (Plioceno), ubicadas en Malargüe y en la Sierra Pintada; en la última entidad se encuentran, además, bancos lentiformes de diatomitas. Al norte de Mendoza se localizan estratos de bentonita intercalados en las sedimentitas pliocenas del Grupo Calchaquí.

Magmatitas calcoalcalinas ándicas

Este metalotecto está ubicado fundamentalmente en Cordillera Principal y en menor proporción en las demás unidades de la provincia. Está relacionado a un arco magmático de margen continental activo, en el que se reconocen fajas eruptivas de distinta edad dentro del Cenozoico, parcialmente superpuestas unas a otras. Se vincula también con una faja magmática de retroarco.

Las rocas componentes son volcanitas calcoalcalinas mesosilíceas a básicas y subvolcanitas y plutonitas mesosilíceas a silíceas, en cuyo conjunto se diferencian, sobre la base de dataciones radimétricas y relaciones estratigráficas, cuatro subciclos de eruptividad identificados como Grupo Molle (50-24 Ma; Llambías y Rapela, 1987; Méndez *et al.*, 1989), Grupo Palaoco (16-8 Ma; Méndez y Zappettini, 1984; Méndez *et al.*, 1989), Grupo Huincán (Plioceno), escasamente representado en la provincia y sin relación con mineralizaciones, y las volcanitas de edad cuaternaria. Estos subciclos se conectan con las fases orogénicas compresivas

mapúchica-incaica, pehuénchica, quéchuica y diaguita del ciclo diastrófico ándico, cuyas edades están comprendidas entre el Eoceno y el Holoceno.

Las volcanitas son andesitas y andesitas hornblendíferas, basaltos olivínicos hornblendíferos y piroxénicos y basandesitas, todas ellas de color gris a gris oscuro hasta negro, acompañados por sus aglomerados y tobas. Los cuerpos subvolcánicos son pórfidos de andesitas, dioritas y dacitas de tonos grises, mientras que las plutonitas constituyen stocks de granodiorita, tonalita y granito de grano fino a mediano, color blanco amarillento a gris mediano.

El metalotecto, sobre todo sus facies subvolcánicas y plutónicas, controla el emplazamiento de los depósitos metalíferos de tipo hidrotermal de mayor interés económico en la provincia, con mineralizaciones de Cu-Mo, Pb-Zn-Ag, Au, Fe, Mn y V.

De acuerdo con la morfología de las mineralizaciones hidrotermales conocidas se distinguen cuatro subtipos: de contacto, filonianos, diseminado-stockwork y exhalativos-termales.

a) *De contacto.* El subtipo abarca las manifestaciones relacionadas al metamorfismo de contacto y piro-metasomatismo, en las que cuerpos magmáticos penetran calizas y desarrollan zonas de skarn con posterior hidrotermalismo y mineralización de alta a baja temperatura. Las rocas involucradas en estos depósitos son subvolcanitas andesíticas y dioríticas del Grupo Molle y calizas y margas de las Formaciones Los Molles, La Manga y Vaca Muerta.

El níquel se halla en Aguas Amarillas, yacimientos de cobre corresponden a las minas del grupo Las Choicas y Cerro La Virgen y depósitos de hierro se distribuyen entre las nacientes del río Atuel y la Sierra Azul, formando parte de la zona metalogénica Malargüe.

La manifestación de Aguas Amarillas (Ni-Cu-Co) se halla situada 5 Km al oeste de Los Molles. De acuerdo con Lurgo y Zappettini (1987) en el sitio se hallan sedimentitas calcáreas de la Formación Vaca Muerta, intruidas por un stock diorítico-granodiorítico del Grupo Molle (Eoceno-Mioceno inferior). Las sedimentitas evidencian metamorfismo de contacto constituyendo una faja de skarn de 4 Km de longitud por 500 m de ancho, de orientación norte-sur. En ella se diferencian, de adentro hacia afuera, tres facies de metamorfismo: corneanas piroxénicas, corneanas hornbléndicas y corneanas con albíta-epidoto.

La mineralización que las acompaña está irregularmente distribuida, disponiéndose en fajas masivas centimétricas, como pequeños stockwork y en fina diseminación. Los minerales metalíferos presentes son pirrotina diseminada y en agregados masivos, pirita diseminada y como reemplazo de pirrotina, escasas calcopiri-

ta, magnetita y hematita, con limonitas como mineral de oxidación. Valores anómalos de Ni, Cu y Co se localizan en una faja de skarn clinopiroxénico-granatífero y coinciden con una mayor proporción de sulfuros dentro de la facies de corneanas hornbléndicas. Dentro de la faja anómala los tenores de níquel varían entre 50 y 460 ppm, cobre entre 26 y 400 ppm y cobalto entre 14 y 116 ppm, con registro de anomalías de cinc de 180 a 460 ppm. Otros elementos analizados (Pb, W, Sn, Ag y Au) no revelan anomalías.

El grupo Las Choicas comprende las minas de cobre Las Choicas, Clota, Las Choiquitas, El Coloso, España, Chile e Hilda, de las que se destaca la primera citada. El yacimiento Las Choicas se localiza 70 Km al oeste de El Sosneado, sobre la falda norte del cerro homónimo. Según Angelelli (1946) y Zanettini (1984) en el sitio se manifiestan rocas calcáreas jurásicas de la Formación La Manga intruidas por un stock diorítico del Grupo Molle, que se resuelve lateralmente en un enjambre de diques y filones capa de similar composición y de andesitas hornblendíferas. El stock presenta alteración hidrotermal propilítica y silíceas, como así también argilización meteórica. Los calcáreos en contacto se hallan masivamente silicificados y atravesados por venas de calcita y de cuarzo con sulfuros. La mineralización hipogénica constituye cuerpos aislados entre sí, alojados en la zona de contacto diorita-calcáreo y distribuidos en el intrusivo y en las sedimentitas; el más trabajado alcanza 42 m de longitud, 20 m de ancho y 8-10 m de espesor.

La mineralización hipogénica consiste en bornita y calcopirita en ganga de calcita y escasa siderita, como relleno de fisuras y diseminados, y como mineral secundario calcosina asociada a bornita. En las manifestaciones superiores externas al depósito, como así también en los yacimientos menores citados que lo rodean, el mineral hipogénico es calcopirita y pirita en ganga de baritina, calcita, siderita y cuarzo; como secundarios se observan calcosina, cuprita, cobre nativo, malaquita, azurita y limonitas. En estos casos la mineralización se aloja en fisuras de las calizas y del intrusivo, con espesores de 5 a 50 cm, o constituye cuerpos irregulares. La distribución de sulfuros y ganga sugiere una zonación térmica meso a epitermal, con centro en la mina Las Choicas. Se considera que la diorita ha sido la fuente de la alteración-mineralización, admitiéndose reemplazo metasomático en las calizas.

Las leyes de mineral son de 4 a 10 % Cu y 44 a 350 g/t Ag. La ley media sería del orden del 6-7 % y las reservas se estiman entre 27.500 y 40.000 t, además de 15.000 t de desmontes con 2 a 3 % de cobre. Los laboratorios tienen unos 2.000 m de desarrollo. La mina fue descubierta en 1874 y explotada en forma irregular hasta 1941, con una producción total estimada de 3.500 t con 18-25 % de Cu.

El yacimiento de cobre Cerro La Virgen se ubica 45 Km al oeste de Malargüe, en la pendiente oriental del cerro homónimo; forma parte del grupo minero Cerro de las Minas. De acuerdo con Barrionuevo (1953) en el sitio afloran calcáreos y margas de la Formación Vaca Muerta intruidos por stocks y diques dioríticos y andesíticos atribuidos al Grupo Molle. En los contactos se presenta una zona de skarn de potencia variable entre 25 y 30 m, donde se distinguen fajas con mineralización metalífera de 25 a 60 m de longitud y espesor variable de pocos decímetros a un metro, que acusan dirección norte-sur e inclinan de 18 a 27°O.

La mineralización está constituida por pirita y calcopirita diseminadas en el skarn; en las fajas citadas la calcopirita ocurre como nódulos de hasta más de 10 cm y como cortas lenticulas. Como productos de oxidación se encuentran malaquita y limonitas. La ley media de cobre es de 2,8 % y 34 g/t de plata. Tanto las leyes como las dimensiones de los cuerpos mineralizados disminuyen en profundidad.

En el sudoeste de la provincia, distribuidos en una extensión de 135 Km entre Baños del Sosneado y Llano Blanco, se encuentran varios depósitos ferríferos de reemplazo que comprenden, de norte a sur, las minas Poblet, Hierro Indio, Atlas I y II, Arroyo Las Cargas, Vegas Peladas, Vegas Atravesadas, Hierro Felix, El Kaiser, El Rezago, Piedra Imán, Rincón de las Tordillas y Buenaventura.

Están caracterizados por la presencia de rocas calcáreas de la Formación Vaca Muerta y en menor escala de las Formaciones Los Molles y La Manga, intruidas por stocks y diques de dioritas y andesitas hornblendíferas del Grupo Molle, con formación de skarn granatífero-epidótico-clorítico en la zona de contacto. Dentro de éste se encuentran fajas y bolsones de magnetita, especularita, hematita, pirita y calcopirita. Los cuerpos mineralizados llegan a tener hasta 135 m de longitud, con potencias entre 0,20 y 25 m, variando la ley de hierro de 15 a 63 % (Plan Cordillerano Centro, 1969, Angelelli, 1984).

Entre los depósitos mencionados sobresale la mina Hierro Indio, ubicada 20 Km al noroeste de El Sosneado, en la sierra de los Chivatos. De acuerdo con Vendramini y Zanettini (1982) en el sector del yacimiento se encuentran calizas y lutitas calcáreas fosilíferas de la Formación Vaca Muerta intruidas por dioritas, andesitas y traquiandesitas del Grupo Molle, las que presentan alteración hidrotermal propilítica y silíceas, como así también argilización y sericitización meteóricas. Las sedimentitas, en el contacto con los intrusivos, han sido decoloradas y transformadas en calizas cristalinas y skarn granatífero-epidótico con diseminación y venulación pirítica.

El yacimiento está compuesto por cuatro cuerpos minerales dispuestos de manera discontinua en sentido norte-sur. Los dos septentrionales se emplazan en calizas, mientras que los meridionales encajan en pórfidos andesíticos. De forma irregular, aunque lenticular, alcanzan de 18 a 135 m de longitud y de 10 a 25 m de ancho. La mena ferrífera reemplaza total o parcialmente a bancos de caliza y se aloja en sus fisuras; en los cuerpos meridionales se dispone en zona de falla y en diaclasas del pórfido andesítico. El mineral consiste en magnetita compacta, de grano fino y color gris oscuro, menor proporción de especularita hojosa color negro, pirita y calcopirita; los supergénicos son malaquita, azurita, calcosina, hematita roja y limonitas ocres; la ganga está constituida por granate, epidoto, calcedonia, ópalo, fluorita, calcita y apatita.

A partir de estudios geofísicos realizados se infiere la existencia en subsuelo de otros cuerpos mineralizados de pequeñas dimensiones. Las leyes de mineral hallada en sondeos varían entre 8 y 87 % de óxido de hierro, mientras que en superficie se constató hasta 90 %. Se han establecido reservas de 368.000 t con 60 % de Fe (Rigal, 1942), de las que ya se han extraído más de 70.000 t hasta 1975.

b) *Filoniano*. Los yacimientos más destacados de este subtipo corresponden a zonas metalogenéticas relacionadas a cuerpos subvolcánicos emplazados durante el Eoceno-Mioceno inferior y el Mioceno medio-superior. Los primeros, ligados al Grupo Molle, comprenden depósitos de Cobre, plomo-cinc-plata, manganeso-hierro y vanadio situados en la Cordillera Principal y Bloque de San Rafael; mientras que los segundos, enlazados al Grupo Palaoco, son yacimientos de cobre-plomo-plata-cinc y oro localizados en la Cordillera Frontal y en la Precordillera, mayormente vinculados con sistemas de pórfidos cupríferos.

Las manifestaciones paleógenas se sitúan en la zona metalogénica Malargüe y El Nevado. En la zona Malargüe se encuentra el grupo cuprífero Violeta y el polimetálico Cerro de las Minas.

El grupo Violeta se ubica 82 Km al noroeste de El Sosneado, integrado por las minas Santa Filomena, Lagarto y Borrachera. Según Angelelli (1950) la mineralización se presenta en vetas encajadas en calizas de la Formación Vaca Muerta intruidas por andesitas del Grupo Molle. Las estructuras tienen rumbo este e inclinación al sur, con 0,37 a 1,35 m de ancho. El mineral hipogénico consiste en calcopirita y bornita en ganga de calcita, mientras que los secundarios son calcosina, malaquita y limonitas.

El grupo Cerro de las Minas está situado 36 Km al oeste y sudoeste de Malargüe, conformado por las minas El Cajón, La Flor, Cuhinchenque, Yupanqui (Pb-Zn), El

Gato y Yaraví (Mn-Fe), con las que se asocian los yacimientos de contacto Vegas Peladas y Vegas Atravesadas como así también depósitos vetiformes de baritina. De acuerdo con Angelelli (1984) la caja de las vetas son sedimentitas marinas del Lias-Dogger que han sido intruidas y alteradas hidrotermalmente por cuerpos dacíticos, dioríticos y andesíticos del Grupo Molle. Las vetas se alojan en fracturas, con estructura masiva a brechosa; con una longitud de 95 a 500 m, con potencias entre 0,15 y 8 m, rumbos variables de ONO a ENE e inclinaciones de 58 a 85°.

En los depósitos plumbíferos el mineral primario es galena argentífera, blenda, pirita, calcopirita y oro, en gangas de cuarzo, calcita, baritina y siderita; los secundarios son cerusita, anglesita, hematita, limonita y óxidos de manganeso. Los tenores son de 0,37-20 % Pb, 4,67-10 % Zn, 60,5-438 g/t Ag y 1,6 g/t Au.

En los yacimientos manganesíferos se tiene pirolusita y psilomelano como hipogénicos y hematita y limonitas como supergénicos, con leyes de 21-28 % Mn y 22-35 % Fe.

La zona polimetálica de El Nevado se localiza 65 Km al sudoeste de Estación Soitúé, en el faldeo noroeste del cerro El Nevado, constituida por las minas del grupo El Nevado: La Julia, La Margarita, San Jorge, Anita (Cu), San Eduardo, La Salvadora (Pb-Zn) y El Peseño (V). Según Angelelli (1950) y Nuñez (1979) las vetas se alojan en fracturas que afectan a andesitas y riolitas permotriásicas del Grupo Choiyoi, como así también en cuerpos andesíticos terciarios con los que se relacionan genéticamente; tanto estos como aquellos se encuentran hidrotermalmente alterados. Las vetas presentan ramificaciones y estructuras masivas a brechosas, con longitudes de 40 a 450 m y potencias de 0,10 a 1 m, arrumbando al noroeste y en menor escala al este, con inclinación entre 55° y 80°.

Los yacimientos de cobre llevan pirita, calcopirita, bornita, galena y especularita en ganga de cuarzo, cacita y yeso; malaquita, azurita, hematita y limonitas son los secundarios. Las leyes se encuentran entre 4 y 8 % Cu. Galena argentífera, blenda y pirita, con ganga de cuarzo, calcedonia y calcita se ubican en los depósitos plumbíferos, con 100 g/t Ag, mientras que vanadinita, descloizita, calcopirita y galena con cuarzo constituyen la última mina mencionada, con una ley de 1,30 % de vanadato (Días, 1978). Además de las citadas se halla en esta zona una mineralización pirítica diseminada aurífera asociada a silicificación, que es controlada por fallas y zonas de cizalla (Días y Lavandaio, 1983).

Las manifestaciones filonianas neógenas se ligan en su mayoría con sistemas de cobres porfídicos y brechas hidrotermales. Se ubican en las zonas metalogénicas Tupungato, Yalguaraz y Uspallata.

En la zona metalogénica Tupungato se encuentran las mineralizaciones de oro del grupo San Ramón, situado 30 Km al oeste-noroeste de Tupungato. Según Angelelli (1950, 1984) consta de varias vetas: San Ramón, La Portaña, El Condor, La Josefa y Arco Iris, de las cuales la primera es la más importante. Se alojan en fracturas que afectan a la Ectinita Macho Viejo y a cuerpos subvolcánicos dacíticos asignables al Grupo Palao; ambas litologías muestran alteración caolínica, fílica y propilítica. Los filones tienen rumbo noreste y oeste-noroeste, con inclinación de 50° a vertical; su potencia varía de pocos centímetros a 0,50 m con longitud que, en San Ramón, supera los 100 m. El mineral hipogénico es pirita aurífera, calcopirita, blenda, galena, y oro nativo en ganga de cuarzo; en la zona de oxidación, que alcanza los 70-80 m de profundidad, se halla limonita aurífera, cerusita, calamina, malaquita e hidrocincita. Se han determinado leyes de 36 a 70 g/t Au y de 51 a 71 g/t Ag; estudios más recientes le asignan 4 a 8 g/t Au.

En Yalguaraz se ubican los filones cupríferos Yalguaraz I, Yalguaraz II, San Jorge I y otros menores que en conjunto con la brecha intrusiva La Colorada y el pórfido cuprífero San Jorge II constituyen una zona metalogénica situada sobre la estructura regional norte-sur que por occidente limita el graben de Uspallata, y que contiene hacia el norte, en San Juan, el sistema porfídico de Leoncito.

Los vetiformes principales, Yalguaraz I y II, se localizan 70 Km al nor-noroeste de Uspallata. De acuerdo con Angelelli (1984) y Chabert y Sabalúa (com. verbal) la roca encajante son sedimentitas carboníferas de la Formación Yalguaraz, silicificadas y sericitizadas por intrusivos dacíticos a su vez silicificados. Las vetas subverticales alcanzan hasta 150 m de largo y 0,03 a 0,40 m de ancho, con rumbo N15°O, alojándose en estructuras de falla. La mineralización hipogénica es pirita, arsenopirita, blenda, calcopirita y bornita en ganga de cuarzo; los supergénicos son calcosina, cuprita, tenorita, malaquita, azurita y limonitas. Rodeando a las vetas se localiza una mineralización diseminada de pirita y escasa calcopirita. Hasta 1964 de estas minas se extrajeron 1.500 t con ley media de 5-6 % Cu.

En la zona metalogénica Uspallata se encuentran dos agrupamientos mayores de yacimientos: Cortaderas y Paramillo. Ambos están vinculados con sistemas porfídicos y brechas hidrotermales, constituyendo un conjunto polimetálico de edad miocena media.

El grupo Cortaderas, situado 33 Km al noroeste de Uspallata, reúne los depósitos auríferos de La Negrita, La Carolina, Rotterdam, La Verde, Brillante, Carmen y Juanita (Pb); próxima a ellos se halla la brecha hidrotermal San Benicio (Au). De acuerdo con Ha-

rrington (1971) y estudios más recientes de Lavandaio y Fusari (1986) las vetas se alojan en fracturas de tensión que cortan a metamorfitas ordovícicas de la Formación Cortaderas y a pórfidos hornblendíferos asimilables al Grupo Palaoco, con los que se relacionan genéticamente. Con rumbo N30°O a N80°O e inclinaciones de 40° a la vertical, alcanzan longitudes de 10 a 350 m y potencias entre 0,10 y 3,10 m. La mineralización primaria consiste en galena argentífera, blenda, calcopirita, pirita aurífera y sulfoantimonio de plata en ganga de cuarzo y yeso, observándose limonitas como secundaria. Se han determinado leyes de 0,70 a 9,30 g/t Au y 30 a 820 g/t Ag, con una producción de 8.900 t; se estiman reservas de 276.700 t.

El grupo Paramillo, ubicado entre 45 y 55 Km al noroeste de la ciudad de Mendoza, congrega los yacimientos de Oro del Norte (Oscarcito, Al Fín Hallada, Deseada, Salvadora, El Crucero (Au) y otros menores de plomo-plata), Paramillo Centro (Mantos de Cobre (Cu), La Negra (Au-Ag) y Los Tres Manueles (Fe-Au-Ag)), Paramillo de Uspallata (numerosas vetas de Pb-Ag-Zn) y Oro del Sur (Boqui, Mascareño, Trinidad, Contapiera y otros (Au)). Ellos se vinculan con los pórfidos cupríferos Paramillo Norte y Sur y las brechas hidrotermales de Crestón Amarillo, Paramillo Centro y Cerro Canario.

Según Lavandaio y Fusari (1986) las vetas encajan en sedimentitas y diabasas triásicas del Grupo Uspallata y pórfidos andesíticos del Grupo Palaoco. Son el relleno hidrotermal de fracturas de tensión, de ancho irregular dado por bolsones y adelgazamientos, con bifurcaciones y tramos anastomosados; sus longitudes varían entre 20 y 900 m, alcanzando hasta 3.000 m en Paramillo de Uspallata, con potencias de 0,05 a 2,20 m y rumbos dominantes de N15°O a N80°O, en menor escala N65°E a este-oeste, e inclinaciones de 55° a vertical. La mineralización ocupa el ancho de las fracturas o se distribuye en vetas y guías paralelas separadas por roca de caja o brecha de falla.

En los depósitos auríferos de Oro del Norte, Paramillo Centro y Oro del Sur el mineral hipogénico es calcopirita, pirita aurífera, galena argentífera y escasa blenda en ganga de cuarzo cavernoso y el supergénico es limonita aurífera y escasa malaquita; la zonación vertical que se observa en Oro del Sur muestra una zona de oxidación de espesor variable, no mayor de 30 m, con limonitas castañas y amarillas, esponjosas, portando oro residual, cuarzo cavernoso "diente de perro" y malaquita; se pasa luego a la zona primaria con pirita aurífera y calcopirita. En las limonitas el oro se concentra con tenores de 200-350 g/t (Angelelli, 1950), mientras que en el primario varía desde vestigios hasta 55 g/t, con 1,2 a 700 g/t Ag. En

estas minas se estima una extracción de 38.500 t y reservas de 763.500 t.

En el yacimiento cuprífero de Mantos de Cobre se observan filones de cuarzo con calcopirita y pirita con leyes de 10 a 20 % Cu, pero el mineral explotable es el secundario alojado en sedimentitas triásicas donde constituye tres mantos de 1 a 5 m de espesor, con el mineral relleno de finas grietas y fisuras de la caja; consiste en calcosina, cuprita, cobre nativo, malaquita, azurita y crisocola. Se estiman reservas de 15.000 t con 5 % Cu, 0,5 g/t Au y 1 g/t Ag.

Las vetas plumbo-argentíferas de Paramillo de Uspallata han sido las más trabajadas de la comarca (1683-1981), con una extracción estimada de 414.500 t y reservas de 71.200 t. La mineralización se distribuye verticalmente en tres zonas: de lixiviación-oxidación, de 10 m de espesor con limonitas negras a castaño rojizas, óxido de manganeso, crisocola, malaquita, azurita, cerargirita, anglesita, cerusita, con escasos sulfuros primarios; entre 10 y 50 m de profundidad se halla una zona de transición-enriquecimiento con limonitas con primario, pirargirita, proustita, argentita y calcosina; finalmente el primario contiene galena argentífera, tetraedrita, blenda, calcopirita, pirita y escaso oro. La ganga está constituida por siderita manganífera, cuarzo y escasas rodocrosita, calcedonia y baritina. Se han determinado leyes de 0,30-7,80 % Pb, 0,50-8,50 Zn, 8-800 g/t Ag y hasta 2 g/t Au.

Sobre el flanco oriental de la Precordillera se encuentra un conjunto de depósitos alojados en estructuras reactivadas y que se consideran relacionados al magmatismo mioceno. Estas manifestaciones, sin mayor interés económico, son de cobre (Manto Poroso, Manto Azul, Manto Flores, Cerro de los Leones, Arroyo del Lagarto Dormido), uranio y baritina.

c) *Diseminado, stockwork y brechas*. El subtipo reúne los pórfidos cupríferos de San Jorge II, Río de las Vacas, Bayo Norte, Paramillo Norte y Paramillo Sur y las brechas hidrotermales auríferas La Colorada, Polvaredas, San Benicio, Crestón Amarillo, Paramillo Centro y Cerro Canario, relacionados a cuerpos plutónicos de emplazamiento poco profundo, de edad miocena media a superior (16-8,5 Ma; Méndez y Zappettini, 1984), formados a partir de la fase diastrófica pehuénchica. Se localizan en las zonas metalogenéticas Yalguaraz, Malargüe y Uspallata.

Estos depósitos se sitúan en la intersección de fajas estructurales meridianas con megafracturas este-nordeste y conforman yacimientos de gran volumen y baja ley donde la mineralización se distribuye en forma diseminada, en stockwork o en brechas hidrotermales, contando además con un séquito de yacimientos filonianos satelitarios.

CUADRO II: YACIMIENTOS DE DISEMINADOS - STOCKWORK Y BRECHAS

DEPOSITO	DIMENSION km ²	SUBTIPO	FILONIANOS ASOCIADOS	MINERAL PRIMARIO	MINERAL SECUNDARIO	LEYES	RESERVAS Millon t	FUENTE
LA COLORADA	0,03	Brecha hidroter- mal	Yalguaraz I y II	Cpy-Py-Pirr-Ars- Bl-Bis-Mol-	Lim	1 % Cu		Chabert y Saba- lua (com verbal)
SAN JORGE II	0,35	Diseminado- stockwork	San Jorge I	Cpy-Py-Pirr	Lim-Cup-Cu- Mal-Cris-Tur-	0,85 % Cu hasta 2,5 g/t Au	43.000	
RIO DE LAS VACAS	7,5	Diseminado- stockwork		Cpy-Py-Tetr- Mol-Gal-Bor-Mg	Lim-Femol-Mal- Cv	0,50 % Cu hasta 4-7 ppm Mo		Naciones Uni- das, 1968
POLVAREDAS		Brecha hidroter- mal		Cpy-Py-Mol-Ars	Tur			
BAYO NORTE		Diseminado		Cpy-Py	Lim-Mal			
SAN BENICIO	0,05	Brecha hidroter- mal-stockwork	Cortadera	Cpy-Py-Au	Lim-Tur-Cris	2 g/t Au 18 g/t Ag	12.150	Lavandaio y Fu- sari, 1986
PARAMILLO NORTE	4,75	Diseminado	Oro del Norte	Cpy-Py-Mol- Bor-Pirr-Mg-Ilm	Lim-Jar-Femol- Cu-Cup-Mal- Tur-Cc-Del-Cv	1,70 % Cu 0,07 % Mo		Naciones Uni- das, 1968
CRESTON AMARILLO	0,016	Brecha hidroter- mal		Py	Lim	0,90 g/t Au	2.700	Lavandaio y Fu- sari, 1986
PARAMILLO CENTRO	0,30	Brecha hidroter- mal	Paramillo Cen- tro-Paramillo de Uspallata	Py	Lim	1 g/t Au	10.800	
PARAMILLO SUR	5,00	Diseminado		Cpy-Py-Mol- Bor-Pirr-Gal-Bl- Mar-Mg-Ilm-Au	Lim-Cu-Tur- Cris-Co-Cu	0,58 % Cu 0,05 % Mo	187.000	Romani, 1968
CERRO CANARIO	0,58	Brecha hidroter- mal	Oro del Sur	Py-Au	Lim	1 g/t Au 8,7 g/t Au en ven. lim	24.300	Lavandaio y Fu- sari, 1986

Se caracterizan por presentar una aureola de alteración hidrotermal variable entre 0,35 y 7,5 Km, donde la alteración se distribuye en tres zonas: potásica, filica-argílica y propilítica, afectando a la roca intrusiva y a la encajante. La mineralización primaria comprende pirita, calcopirita, bornita, molibdenita, magnetita, ilmenita, pirrotina, oro, blenda y galena, mientras que la secundaria contiene limonitas, malaquita, azurita, turquesa, crisocola, delafosita, jarosita, calcosina y covelina.

En Río de Las Vacas, Polvaredas y Bayo Norte predomina el cobre en tanto que en los restantes, además de este elemento, se halla una mayor proporción de molibdeno y oro. Las leyes de cobre varían entre 0,50 y 1,70 % mientras que el molibdeno se encuentra entre 0,05 y 0,07 %, habiéndose determinado hasta 2,5 g/t de oro. En el cuadro II se dan las características principales de estos depósitos.

Del conjunto sobresale el pórfido cuprífero de Paramillo Sur, ubicado 35 Km al nordeste de Uspallata, siendo el primer depósito de cobre diseminado detectado en nuestro país.

La expresión superficial de este pórfido (Romani, 1968) se manifiesta en un área de 5 Km² cubierta en un 90 % por depósitos cuaternarios de hasta 100 m de potencia, donde se encuentra un afloramiento principal, de 700 x 300 m, rodeado por otros menores. Allí se exponen rocas intrusivas silíceas y subvolcanitas mesosilíceas de tonos grises en general, de edad miocena, que penetran a sedimentitas y volcanitas supratríasicas del Grupo Uspallata. Las rocas terciarias corresponden a un magma monzodiorítico, variando de monzonitas a dioritas y sus correspondientes hipabisales, distribuyéndose como pequeños stocks, diques y filones capa que intruyen a la roca encajante formando hornfels y rocas de mezcla; se encuentran también brechas intrusivas marginales constituidas por clastos de metasedimentos, diorita y andesita en matriz de andesita.

La alteración hidrotermal oblitera las rocas y dificulta su identificación; se reconocen dos zonas de alteración: potásica y filica-argílica. La zona potásica se manifiesta escasamente en superficie en el afloramiento principal haciéndose bien evidente en subsuelo, con biotita secundaria, feldespato potásico y cuarzo-sericita asociados. La zona filica-argílica se observa en subsuelo superpuesta a la anterior y caracteriza a los afloramientos, con cuarzo-sericita y argilización asociada. Una zona propilítica, con epidotoclorita, se insinúa en la parte central del afloramiento principal y en el extremo nordeste del área. Los minerales de alteración se disponen en venillas, en parches, de manera generalizada y atacando selectivamente a minerales primarios.

La mineralización diseminada y en venillas se distribuye verticalmente en tres zonas: lixiviación-oxidación, cementación y primaria. La zona de lixiviación-oxidación tiene un espesor promedio de 96 m, conteniendo limonitas, cuprita, cobre nativo, delafosita, crisocola, turquesa y malaquita. La zona de cementación promedia 50 m de potencia, portando calcosina pulverulenta y covelina. El pasaje a la zona primaria es transicional, hallándose en ella pirita, calcopirita, molibdenita, magnetita, ilmenita y rutilo; como inclusiones en pirita se encuentran pirrotina y bornita, mientras que cubanita y mackinawita son productos de desmezcla en calcopirita; pequeños y escasos granos de oro se observan en los testigos de perforación.

En este depósito se han ejecutado 6.355 m de sondeos de exploración, habiéndose determinado 187.000.000 t de mena con ley de 0,58 % de cobre y 0,05 % de Mo (Naciones Unidas, 1968), el tenor de oro es del orden de 0,06 a 0,42 g/t.

d) Exhalativos y termales. El subtipo comprende depósitos neoterciarios y cuaternarios de mantos de azufre solfatárico (Volcán Maipo, Cerro Overo, Cerro Risco Plateado, Paso del Pehuenche) y horizontes de aragonita, onix calcáreo y travertino formados por precipitación de soluciones acuosas bicarbonatadas en fuentes termales (Sierra Pintada). Se suman las vertientes actuales de aguas termales sulfurosas (Puente del Inca, Sosneado, Los Molles, Baños del Azufre) que son las manifestaciones póstumas del volcanismo cuaternario.

Otros tipos de depósitos relacionados con el metalotecto se refieren a minerales no metalíferos, combustibles sólidos y rocas de aplicación. En la Cordillera Principal, andesitas terciarias argilizadas son productoras de bentonita. Filones de asfaltita se conocen desde el río Diamante hasta el río Colorado, en relación con la distribución de las sedimentitas mesozoicas en el sudoeste de la provincia, habiendo sido generadas por la acción térmica de los cuerpos intrusivos sobre hidrocarburos líquidos, que fueron oxidados e inyectados en las grietas que los alojan.

Las rocas extrusivas cenozoicas sobre todo las de ubicación extraandina y en el bloque sanrafaelino, son utilizadas para extracción de basalto, granulado volcánico, piedra pomez, tobas y piedras para triturados.

Sedimentos continentales neoándicos

El metalotecto es de situación extraandina y comprende depósitos de minerales no metalíferos y rocas de aplicación de edad cuaternaria.

Depósitos biogénicos de turba, formados durante el Holoceno por la lenta e incompleta descomposición de restos vegetales en terrenos saturados de agua, se conocen en Cordillera Frontal (al sur de Yalguaraz, al oeste de Cacheuta y entre Tunuyán y Los Papagayos) y bloque sanrafaelino (Punta de Agua).

Depósitos evaporíticos actuales de sal común acompañada por salmueras de Ca, Mg y Na, formados por

evaporación de agua lagunar en cuencas endorreicas, se ubican en salina del Diamante, laguna Llancanelo y Ranquicó. Concentraciones de sulfato de sodio y rose-tas de yeso se presentan vinculadas con afloramientos de aguas subterráneas al este de San José, en el departamento Lavalle.

Depósitos detríticos de arena y canto rodado se explotan en el pedemonte y ríos actuales.