

GEOLOGIA Y MINERIA EN LA CORDILLERA
ORIENTAL EN EL SUR DEL PERU
DPTO. PUNO

Por:

Hugo Rivera Mantilla

1986

GEOLOGIA Y MINERIA EN LA CORDILLERA
ORIENTAL EN EL SUR DEL PERU
DPTO. PUNO

Por:

Hugo Rivera Mantilla

1986

INDICE

	Pág.
<u>GENERALIDADES</u>	
1.- <u>RASGOS GEOMORFOLOGICOS</u>	1
1.1 Altiplano	1
1.2 Cordillera Oriental	2
2.- <u>GEOLOGIA GENERAL</u>	3
2.1 Precámbrico	3
2.2 Paleozoico inferior	3
2.3 Paleozoico medio	3
2.4 Paleozoico superior	4
2.5 Cretácico	6
2.6 Terciario	7
3.- <u>TECTONICA</u>	7
3.1 Tectónica Eoherciniana	8
3.2 Tectónica Tardiherciniana	10
4.- <u>PLUTONISMO</u>	11
4.1 Metamorfismo y Magmatismo Herciniano	11
4.2 Plutonismo Permo-Triásico	12
4.3 Magmatismo Andino	14
5.- <u>MINERALIZACION</u>	15
5.1 Descripción de Minas	15
6.- <u>REFERENCIAS</u>	26

GEOLOGIA Y MINERIA EN LA CORDILLERA ORIENTAL

EN EL SUR-ESTE DEL PERU

GENERALIDADES

El área de estudios de prospección y exploración geológica-minera por mineralización de W-Sn-Sb, está ubicada al norte del Lago Titicaca, Dpto. de Puno, comprendida entre $14^{\circ} 15' 20''$ S y $69^{\circ} 40' - 70^{\circ} 40'$ N; abarcando una superficie aproximada de 11,600 km². El área abarca principalmente las zonas del Altiplano y la Cordillera Oriental con altitudes de 3800 a 5000 m.s.n.m.

1.- RASGOS GEOMORFOLOGICOS

En esta región los Andes muestran una zonación geomorfológica y estructural con tendencia NW-SE, en la cual se distinguen las siguientes unidades geomorfológicas-estructurales según Audebaud:

1.1 El Altiplano

Esta unidad corresponde en gran parte a la cuenca del Lago Titicaca (3,815 m.s.n.m.), está ubicada entre la Cordillera Occidental y la Cordillera Oriental, su ancho no sobrepasa los 150 kms. El Altiplano no constituye una verdadera altiplanicie sino que corresponde zonas de pampas, colinas aisladas y altas mesetas con alturas que varían de 3,800 a 4,800 m.s.n.m. La constitución del Altiplano moderno empezó a partir del Plioceno, por el juego de forma normal de fallas antiguas, la depresión así formada se relleno con depósitos recientes lacustres, volcánicos, aluviales y fluvio-glaciares. Esta unidad se puede dividir en unidades más pequeñas las que se distinguen de Oeste a Este:

1.1.1 Puna Altiplánica Occidental

Al Oeste del Lago Titicaca corresponde a una zona de mesetas altas, principalmente volcánicas con alturas de 3,900 a 4,800 m.s.n.m.; es una zona de transición del Altiplano a la Cordillera Occidental, el cual se asemeja por sus volcánicos y formaciones volcanodetríticos.

1.1.2 Depresión Central del Lago Titicaca

En altitudes de 3,800 a 4,000 m.s.n.m., es una extensa depresión de origen tectónico de más de 300 km. de largo y un ancho máximo de 60 kms. Esta depresión se halla rellena con depósitos lacustres y aluviales en algunos lugares se observa remanentes de una formación lacustre antigua de edad pleistocénica.

1.1.3 Sinclinorio de Putina

Se ubica al NE del Lago Titicaca y consiste de altas mesetas muy disectadas. Se trata de colinas, con crestas alargadas según la dirección andina NW-SE que coincide con las estructuras tectónicas. La altura de las cumbres quedan entre 4,200 y 4,500 m.s.n.m., materializando una superficie de erosión (Superficie Puna) que trunca las estructuras. Desde el punto geológico está constituido por:

El substrato Herciniano, de varios miles de mts. de sedimentos marinos y continentales moderadamente plegadas por las orogenias hercinianas.

Series Andinas, principalmente continentales en las cuales se distingue una secuencia del Cretáceo y el Eoceno con areniscas y lutitas rojas y grises, una delgada intercalación de calizas marinas, las cuales fueron plegadas a fines del Eoceno, por encima se depositaron durante el Oligoceno y el Mioceno, sedimentos volcánico-detríticos gruesos y volcánicos plegados a fines del Mioceno.

1.2 Cordillera Oriental

La Cordillera Oriental es la prolongación de la Cordillera Real y Cordillera Apolobamba de Bolivia, se trata de una zona morfoestructural nítidamente individualizada, bordeada al SW y al NE por grandes fallas de zócalo. Dicha zona se comportó como una zona positiva, lo que explica la ausencia de depósitos Mesozoicos y la importante erosión que afectó a los terrenos Paleozoicos. De Oeste a Este se distinguen las siguientes sub-unidades:

1.2.1 Pre-Cordillera de Carabaya

Corresponde a una zona de colinas y cerros aislados ubicados entre el Sinclinorio de Putina y el curso superior del Río Carabaya. Está formada por terrenos del Paleozoico superior y restos de una cobertura Cretácica reducida. La superficie Puna marcada por el alineamiento de las cumbres, ha sido llevada hasta una altura de 4,500 - 5,000 m.s.n.m. debido al juego de fallas normales Plio-Cuaternarias y está cubierta por mesetas de ignimbritas. El borde NE se halla ocupado por grandes morrenas glaciares que bajan hacia la depresión de Crucero-Ananea.

1.2.2 Depresión Longitudinal de Crucero-Ananea

Corresponde a varias pequeñas cuencas ubicadas a lo largo de la vertiente SW de la Cordillera Oriental sobre más de 150 kms. Un juego de grandes fallas longitudinales Post-Miocénicas han originado estas cuencas rellenas por depósitos volcánicos y lacustres, ocupados por inmensos conos glaciares y fluvio-glaciares provenientes de los nevados del NE y de la Pre-Cordillera de Carabaya del SW

1.2.3 Cadena de Nevados (Cordillera Oriental)

Comprende varios macizos de grandes glaciares que llegan cerca de los 6,000 m.s.n.m. de altura y las líneas de nieves descienden actualmente a 5,100-

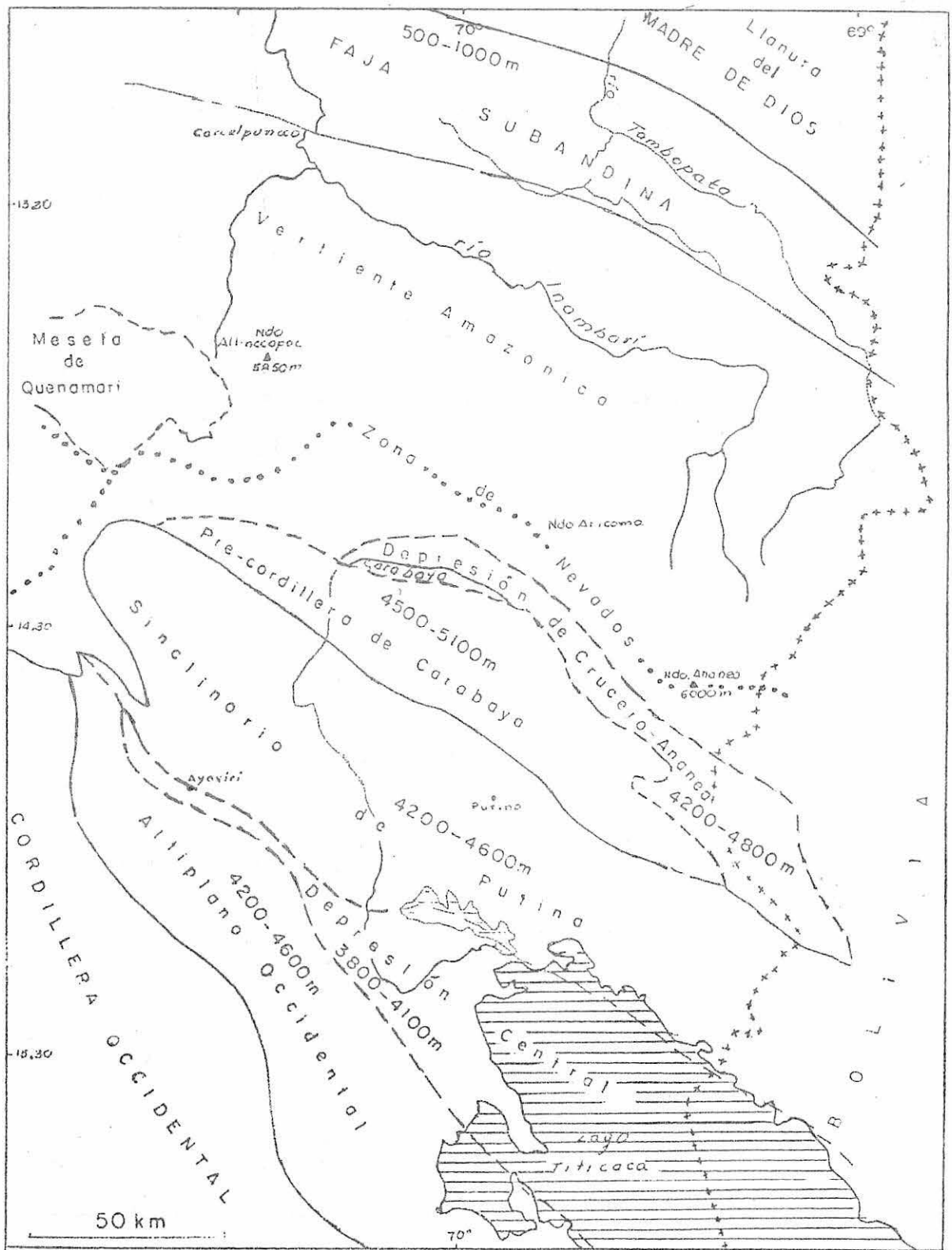


Figura 4.- Zonación morfoestructural del sureste peruano.

5,200 m.s.n.m. Desde el punto de vista geológico, esta zona comprende al Paleozoico inferior y superior, así como a grandes intrusiones principalmente Pérmicas. El mismo sistema de fallas longitudinales Plio-Cuatemarias que fué la causante de la formación de la depresión longitudinal de Crucero-Ananea, ha controlado también el levantamiento de la zona de nevados y por tanto de la superficie Puna hasta los 5,000 m.s.n.m.

2.- GEOLOGIA GENERAL

2.1 Pre-Cámbrico

El zócalo Pre-cámbrico no aflora en el área pero su existencia queda claramente establecida al Norte cerca de Quincemil (Cuzco) en los anticlinales de Vilcabamba. La tectogénesis Herciniana y Andina afectaron de formas variadas.

2.2 Paleozoico Inferior

Muy potente, caracterizado por una sedimentación monótona de lutitas y areniscas del Ordoviciano, Siluriano y Devoniano. Este conjunto fué intensamente plegado a fines del Devoniano superior o durante el Missisipiano basal por una primera fase Herciniana llamada "Eoherciniana". Este plegamiento fué acompañado por un metamorfismo general epizonal y por un plutonismo sin y post-tectónico.

En el área, el Paleozoico inferior aflora ampliamente en la Cordillera Oriental y en el Altiplano al NW del Lago Titicaca:

2.2.1 Formación San José

Corresponde al Ordoviciano medio, constituida en gran parte de una secuencia potente de lutitas negras graptolíferas, aflora sólo en la Cordillera Oriental, en el núcleo de un gran anticlinorio de dirección NW-SE. Las lutitas negras son frecuentemente ampelíticas y de niveles rítmicos formados por alternancia de pequeños niveles areniscos claros con lutitas negras de 5-10 cms. que le dan a la secuencia un aspecto flyschoid. Toda esta secuencia y particularmente los niveles ampelíticos contienen pirita en abundancia. Contiene una rica fauna que se compone de graptolites, trilobites, braquiópodos, etc.

2.2.2 Formación Sandia

Corresponde al Ordoviciano superior, aflora con gran extensión en los flancos NW y SE del anticlinorio y constituido principalmente por una potente serie compuesta de capas de cuarcitas con delgadas intercalaciones de lutitas grises-negras. La potencia de esta formación alcanza 3,000 mts. en el valle de Sandia, pero hacia el NE, la potencia se reduce solamente a 500 mts. de cuarcitas en Corcolpuncco (Río 'nambari).

2.3 Paleozoico Medio

La presencia del Siluro-Devoniano en la Cordillera Oriental es actualmente un hecho comprobado. Sin embargo, se distingue sólo dos unidades litoló

gicas diferentes:

- Nivel glacio-marino basal denominado Formación Zapla
- Serie Siluro-Devoniano post-tillíticas o Formación Ananea.

2.3.1 Formación Ananea

Esta formación es una gruesa secuencia de lutitas negras, afectadas por una esquistosidad de flujo, con una estratificación fina o no visible a simple vista. Hacia el techo se intercala con algunos bancos de cuarcitas. El espesor total de la Formación Ananea, parece ser superior a los 2,500 mts.

2.4 Paleozoico Superior

Los terrenos del Paleozoico Superior (Carbonífero y Permiano) afloran principalmente a lo largo del borde SW de la Cordillera Oriental y en el Altiplano. En la Cordillera Oriental, el Paleozoico superior descansa en fuerte discordancia angular sobre las series plegadas y esquistosas del Paleozoico inferior. La discordancia Eoherciniana exhibe una importante superficie de erosión que recorta en la Cordillera Oriental hasta el Paleozoico inferior y el Ordoviciano y en el Altiplano hasta el Siluriano y Devoniano. Estos terrenos están constituidos por un conjunto de materiales continentales y marinos epicontinentales de facies carbonatadas, detríticas y volcánicas:

2.4.1 Grupo Ambo

Corresponde al Missisipiano, y se trata de depósitos detríticos, cuarzo-feldespáticos y lutáceos. En el Altiplano aflora al NW del Lago Titicaca y tiene 50-150 mts. de espesor y constituido por arcosas y areniscas feldespáticas blancas y en la Cordillera Oriental aflora depósitos marinos y continentales y corresponde una sucesión estratigráfica de la base al techo:

- Una secuencia basal con cuarcitas y dolomías que sugiere un ambiente de deposición continental y lacustre.
- Una secuencia marina, fosilífera con cuarcitas, areniscas feldespáticas a veces micáceas intercaladas con lutitas grises a negras.

Esta sedimentación molásica llega a ser flyschóide, una secuencia terminal con areniscas y lutitas, así como intercalaciones de microconglomerados. La composición mineralógica de los niveles detríticos es en general cuarzo-feldespáticas y la abundancia de feldespatos parece ser debida a la erosión de los granitos Hercinianos. El espesor en la Cordillera Oriental se estima en más de 1,500 mts.

2.4.2 Grupo Tarma

Corresponde al Pennsylvaniano y comprende una potente serie marina de areniscas verdes, lutitas y calizas que contienen fósiles. De la base al techo - comprende la siguiente sucesión litológica:

- Una secuencia inferior volcanodetrítica, fosilífera constituida por 50 a 300 mts. de areniscas feldespáticas blanquecinas y verduzcas, lutitas margosas y raras intercalaciones de calizas. Las areniscas verdes que constituyen un nivel guía muy característico, contienen cuarzo redondeados, ortosas y clorita, así como rodados de volcánicos. Se trata de grauvacas relacionadas a una importante actividad volcánica de composición riolítica a andesítica.

- Una secuencia superior volcanodetrítica y carbonatada, la litología corresponde a areniscas verdes, cuarcitas, calizas y margas, donde las intercalaciones de calizas son bastante frecuentes.

2.4.3 Grupo Copacabana

Este grupo litológico corresponde al Permiano inferior que aflora extensamente a lo largo del borde SW de la Cordillera Oriental y también en zonas del Altiplano, que alcanzan espesores de 1,500 mts. En esta región las capas del Pennsylvaniano están recubiertas por:

- Por 400 a 500 mts. de calizas negras con chert, bien estratificadas, intercaladas con bancos de calizas areniscosas y con niveles de areniscas finas y de lutitas verduzcas o blanquecinas.

- Por 400 a 500 mts. de calizas negras con chert, en bancos gruesos e intercalaciones de cuarcitas, areniscas y margas verduzcas.

- Por 400 a 500 mts. de calizas silicificadas, ricas en chert, con intercalaciones de calizas arenosas y margas grises. Ciertos niveles de calizas muestran una coloración rojiza debido a una oxidación, primer indicio de una tendencia a la emersión de la cuenca.

- Una secuencia detrítica continental rojiza, constituida por areniscas arcósicas, lutitas, brechas y conglomerados poligénicos.

2.4.4 Grupo Mitu

Corresponde al Permiano medio a superior, cuyos sedimentos comprenden a moladas post-tectónicas que fosilizan una superficie de erosión Tardiherciniana, es importante en el SW de la Cordillera Oriental, donde recorta todos los niveles del Paleozoico superior y en parte del Paleozoico inferior. Este grupo está representado por series continentales y volcano-detríticas rojas en la que se intercalan niveles de volcanitas más o menos gruesas y al menos un nivel lenticular de calizas marinas con fusulinas.

Los sedimentos detríticos provienen de la erosión de los relieves Tardihercinianos rejuvenecidos continuamente por la tectónica de bloques intra-Mitu, depositados en un ambiente continental sub-acuático. El material detrítico incluye brechas, conglomerados y microconglomerados, areniscas y lutitas rojas. Los conglomerados y brechas están formados por cuarcitas, esquistos, calizas y cherts, la matriz arcósica es de color rojo a causa de los óxidos de hierro que contiene y son frecuentes las estratificaciones entrecruzadas en todos los niveles.

2.5 Cretácico

Los afloramientos del Cretácico están ampliamente distribuidos y por conveniencia pueden ser delineados dos regiones principales, el área SW del borde NE del Lago Titicaca, SW de la falla Azángaro y el área del Sinclinorio de Putina al NE del Lago Titicaca.

2.5.1 Formación Sipin

Es una formación que parece ser más local en su distribución, constituida en gran proporción por calizas dolomíticas que han sido intruídas por sills de basalto cerca del tope de la formación. Estas calizas intemperizadas amarillas a grises, con intercalaciones de limolitas y fangolitas; también ocurren areniscas calcáreas y cuarzosas de grano grueso. Las calizas están pobremente estratificadas y frecuentemente están internamente brechadas.

2.5.2 Formación Ayavacas

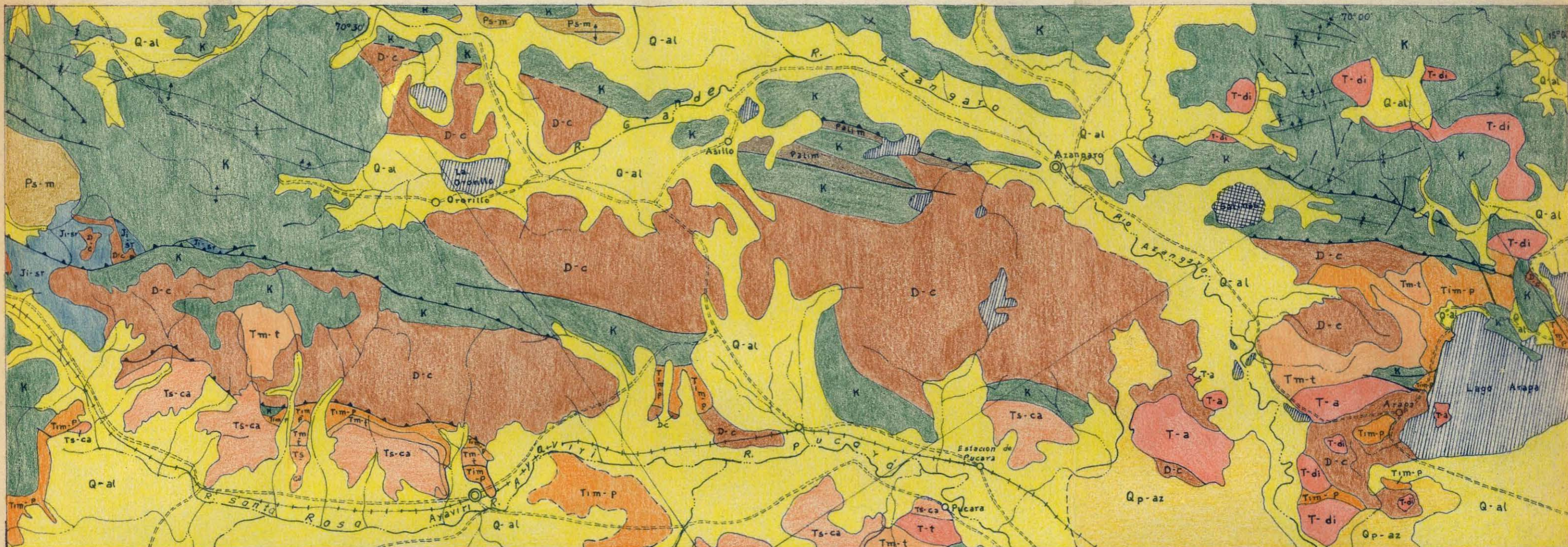
Consiste de calizas grises de grano fino, calizas argiláceas grises-amarillentas de estratificación delgada y laminadas, están intrinsecamente plegadas y fracturadas.

2.5.3 Formación Muni

Es una secuencia de limolitas-lutitas predominantemente rojas, que contienen delgados estratos de areniscas de grano fino, finamente estratificados, lodo litas gris verde-marrón rojizo bien estratificadas, observándose en esta formación yeso cerca de la base.

2.5.4 Formación Huancane

Esta formación es una de las más nítida y persistente del Cretácico en la región, consiste de areniscas localmente cuarcitas masivas rosadas (con pequeñas intercalaciones de lutitas) de grano fino a grueso con algunas capas con estratificación cruzada y algunos niveles de carácter conglomerádico. Esta formación es especialmente importante porque tiene características de alto grado de ser rocas reservorios de petróleo.

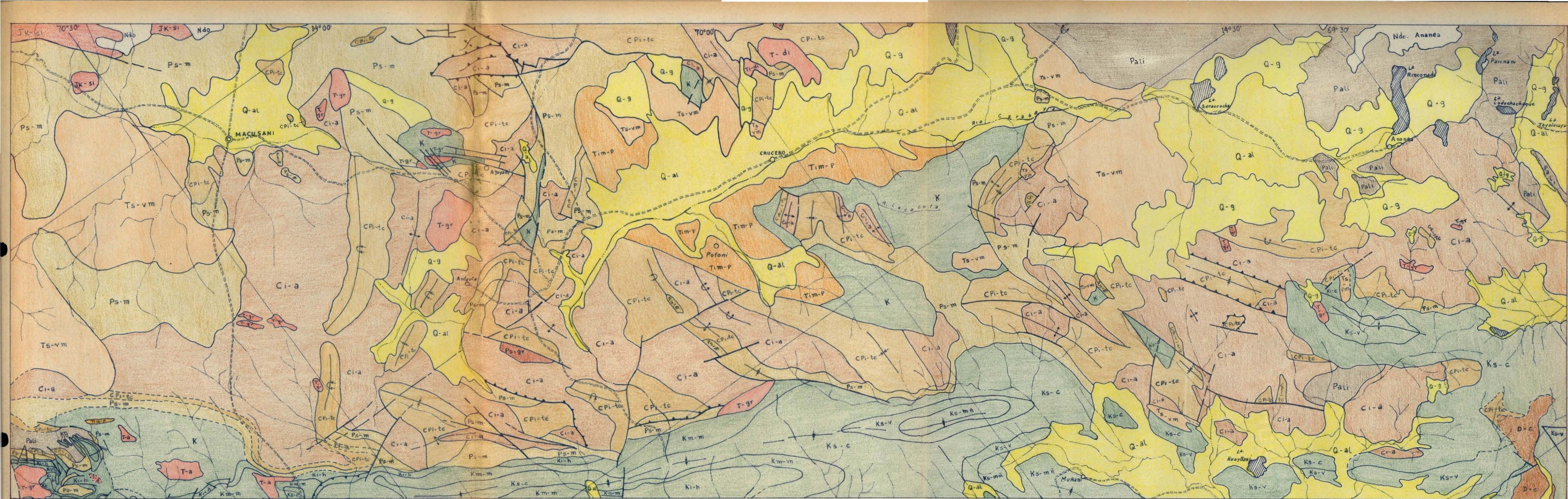


ERA	SISTEMA	SERIE	ESTRATIGRAFIA	ROCAS INTRUSIVAS									
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE	Q-al Dep. Aluviales	<table border="1"> <tr> <td>T</td> <td>a</td> <td>andesita</td> </tr> <tr> <td></td> <td>di</td> <td>diorita</td> </tr> <tr> <td></td> <td>t</td> <td>Traquita</td> </tr> </table>	T	a	andesita		di	diorita		t	Traquita
		T	a		andesita								
		di	diorita										
		t	Traquita										
	PLEISTOCENO	Qp-az Fm. Azangaro											
TERCIARIO	SUPERIOR	Ts-ca Fm. Capillune											
	MEDIO	Tm-t Volcanico Tacaza											
	INFERIOR	Tim-p Gpo. Puno											
MESOZOICO	CRETACEO	SUPERIOR	K Cretaceo Indiviso										
		MEDIO											
	INFERIOR	Ji-sr Fm. Santa Rosa											
PALEOZOICO	PERMICO	Ps-m Gpo. Mitu											
	DEVONICO	D-c Gpo. Cabanillas											
	SILURICO ORDOVICICO CAMBRICO	Pali Paleozoico Inferior Indiviso											

SIMBOLOS

- | | | | |
|--|-------------------------------|--|---------------------------|
| | Rumbo y buzamiento normal | | Eje sinclinal |
| | Rumbo y buzamiento invertido | | Eje de sinclinal acostado |
| | Contacto conocido | | Carretera afirmada |
| | Contacto inferido | | Camino cartozable |
| | Falla normal | | Capital de provincia |
| | Cabalgamiento y falla inversa | | Capital de distrito |
| | Eje anticlinal | | |
| | Eje de anticlinal acostado | | |

INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO
 DIRECCION DE GEOLOGIA MINERA
 COOPERACION MINERA PERUANO - ALEMANA
 MAPA GEOLOGICO
 PROYECTO - AZANGARO
 DPTO. DE PUNO
 Escala 1: 250,000



ERA	SISTEMA	SERIE	ESTRATIGRAFIA	ROCAS INTRUSIVAS	
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE	Q-al, Q-g, Q-9		
		TERTARIO	SUPERIOR	Ts-v, m	T-gr GRANITO
			INFERIOR	Tim-p	
MESOZOICO	CRETACEO	SUPERIOR	Ks-m, n, Ks-v, Ks-c	K CRETACEO INDIVISO	
		MEDIO	Km-m		
		INFERIOR	Ki-h, Ki-m		
		JURASICO			JK-s SIENITA
PALEOZOICO	PERMICO	SUPERIOR	Ps-m, m	Ps-gr GRANITO	
		INFERIOR	Cpi-tc		
	CARBONIFERO	SUPERIOR	Cpi-tc		
		INFERIOR	Ci-a		
	DEVONICO		D-c		
SILURICO ORDOVICICO CAMBRICO		Pali			

SIMBOLOS

- Rumbo y buzamiento normal
- Rumbo y buzamiento invertido
- Contacto conocido
- Contacto inferido
- Falla normal
- Cabalgamiento y falla inversa
- Eje anticlinal
- Eje de anticlinal acostado
- Rumbo y buzamiento normal
- Eje sinclinal
- Eje de sinclinal acostado
- Carretera afirmada
- Camino carrozable
- Capital de provincia
- Capital de distrito

INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO
 DIRECCION DE GEOLOGIA MINERA
 COOPERACION MINERA PERUANO-ALEMANA
 MAPA GEOLOGICO
 PROYECTO - CRUCERO
 DPTO. DE PUNO
 Escala 1:250.000

2.5.5 Grupo Moho

Esta gran secuencia está ampliamente distribuida en el Cretácico en el Sinclinatorio de Putina y consiste de lutitas de color gris con lechos de cuarcitas gris y bancos gruesos de calizas margosas color gris.

2.5.6 Grupo Cotacucho

Descansa discordantemente al Grupo Moho, es una delgada secuencia de lutitas yesíferas de color rojo, areniscas masivas rosadas que están bien expuestas. Las areniscas son similares al del Grupo Moho, la secuencia de unidades es muy diferente presentan también estratificación cruzada a veces parcialmente silicificadas.

2.5.7 Formación Vilquechico

Es una formación delgada y extensiva de lutitas con chert de color lila, olivo y yace cerca de los ejes de grandes sinclinales, expuestas sobre grandes áreas al NE de Azángaro y al Este de Putina. Aflora también intercalaciones de areniscas y calizas concrecionarias.

2.5.8 Formación Muñani

Descansa en aparente conformidad con la formación Vilquechico y está compuesta de areniscas arcóscas de color rojo ladrillo a amarillo-rojizo de gran espesor, forma remanentes de erosión aislados dentro de los sinclinales. Las areniscas arcillosas son algo fisibles y las lutitas areniscosas constituye una gran parte de la secuencia.

2.6 Terciario

2.6.1 Grupo Puno

Constituye un importante terreno de "Capas Rojas" generalmente de color rosado, gris chocolate y en menor gris-verdoso. Compuesta de areniscas tufáceas y arcóscas con capas subordinadas de lutitas marrón-rojizo y de conglomerados que contienen cantos subangulares y redondeados de andesitas porfiríticas y basalitos; estas rocas debido al contenido de materiales volcánicos se distingue de las areniscas rojizas y lutitas del Permiano y Cretácico. Son totalmente no-fosilíferas excepto por fragmentos de plantas y peliépodos pobremente conservados probablemente de origen de aguas frescas.

3.- TECTONICA

En el SE del Perú, la cadena Herciniana aflora ampliamente al Norte y NE del Lago Titicaca así como en sus alrededores.

Los estudios permiten demostrar que el subsuelo de la cadena Andina está formado en gran parte, por los restos de una cadena Herciniana que se extiende desde el Perú Central hacia el SE de Bolivia y la Argentina Central.

En particular, en el SE del Perú los depósitos de la cuenca subsidente - Paleozoica han sido deformados por dos fases mayores, marcadas por fuertes discordancias angulares, de este modo se pueden distinguir:

- Una fase Eoherciniana, de edad Devoniana superior a Carbonífero inferior (350 a 320 MA), que se pone en evidencia por la discordancia angular que se observa en varios lugares entre las series plegadas y esquistosas del Paleozoico inferior y su cobertura Permo-Carbonífera, esta tectónica es polifásica, siendo - más extensa e intensa la primera fase del plegamiento.

- Una fase Tardiherciniana del Permiano medio (265-260 MA), puesto en evidencia por la discordancia entre los terrenos plegados del Permo-Carbonífero y su cobertura Permo-Triásica. El plegamiento Tardiherciniano en el SE del Perú parece ser la terminación septentrional de una cadena Tardiherciniana de dirección N-S que se extiende desde el sur del Perú hacia la Patagonia.

A las fases compresivas Eoherciniana y Tardiherciniana se sucedieron respectivamente en el Permo-Carbonífero y en el Permo-Triásico, unos períodos de distensión asociados a una sedimentación continental de Capas Rojas y a un intenso magmatismo. Posteriormente, la tectónica Andina (característica de un nivel estructural poco profundo) se superimpuso a las estructuras Hercinianas sin deformarlas íntimamente, salvo en casos excepcionales.

3.1 Tectónica Eoherciniana

La zona afectada por la tectónica Eoherciniana se extiende por la Cordillera Oriental y por el Altiplano. Esta fase queda claramente delimitada por las discordancias angulares entre el Paleozoico inferior y el superior.

Esta deformación Eoherciniana es polifásica, se caracteriza por dos fases de plegamiento acompañados de esquistosidad, fallas inversas a veces muy horizontales, cuyo origen se sitúa en el zócalo, por un metamorfismo regional con intrusiones sintectónicas. La cadena Eoherciniana está formada por un Cinturón NW-SE deformada y plegada en una amplitud de 300 Kms. y está comprendida entre dos cratones incipientemente deformados.

El edificio de la cadena Eoherciniana comprende:

- Una zona axial : De unos 100-150 kms. de ancho situada entre Putina y Sandía que corresponde a la zona de máxima deformación de dirección general W NW-ESE. Está afectada por varias fases de compresión asociadas a una esquistosidad de flujo, también existe un metamorfismo epizonal e intrusiones sintectónicas asociadas a un metamorfismo mesozonal.

- Dos zonas Externas : Moderadamente deformadas, situadas a ambos lados de la zona axial, una al NE entre Sandía y la zona subandina y la otra al SW entre Putina y Arequipa. En estas dos zonas plegadas no se ha desarrollado casi ninguna esquistosidad y sus amplitudes varían de 50 a 150 kms.

- Dos zonas tectónicamente estables: Durante el Eoherciniano que bordean a la cadena al SW (Macizo de Arequipa) y al NE (Escudo Brasileño). Estos cratones sólo parecen afectados por una tectónica de bloques. Su comportamiento es de forma rígida durante el plegamiento Eoherciniano y Tardiherciniano.

La fase mayor del plegamiento Eoherciniano (fase 1) se desarrolla en la primera fase de compresión Eoherciniana, produjo un plegamiento muy intenso en la zona Axial caracterizado por pliegues echados y recostados hacia el SW, por una esquistosidad de flujo horizontal sub-paralela a la estratificación y por un metamorfismo epizonal. Localmente hay un plutonismo sin y post-tectónico. Esta fase ha sido la más intensa y su extensión abarca a los Andes Centrales del Perú y Bolivia. Las características de esta fase se observan bien especialmente en la Cordillera Central y en el Altiplano cerca del Lago Titicaca.

Las estructuras corresponden a grandes anticlinorios y sinclinorios de dirección N 100 - N120 de 10 a 20 kms. de ancho y a veces de varios centenares de kms. de longitud. En la zona interna los pliegues son verticales, tumbados e incluso acostados, sin embargo, la presencia de pliegues recostados en la zona axial es excepcional y parece relacionada con las características geométricas de la cuenca Paleozoica en esta zona. En las zonas externas las estructuras son verticales, decimétricas y vergentes hacia el SW.

El acortamiento es relativamente débil, no supera en mucho los 100 kms., la cuenca inicial, que tenía 400 kms. se ha reducido aproximadamente a cerca de 300 kms.

Las características generales y particularmente el estilo de plegamiento y el acortamiento, así como la naturaleza terrígena de la sedimentación, la ausencia de un arco volcánico y de ofiolitas, apoyan la tesis de la naturaleza intracratónica de la cadena Eoherciniana. Dicha cadena es el resultado de la composición del zócalo de la cuenca Paleozoica, entre los dos bloques rígidos que forman el Macizo de Arequipa y el Escudo Brasileño.

A la fase Eoherciniana le sucede un largo período de estabilidad orogénica que termina en el Leonardiano medio con la compresión Tardiherciniana, sin embargo en este período se caracterizó por movimientos epirogénicos acompañados de fallas normales, es decir un período de distensión Permo-Carbonífera representados por una tectónica de bloques, puesta en evidencia por horst y graben a lo largo del borde NE del Sinclinorio de Putina y un volcanismo explosivo, puesto en evidencia por las intercalaciones más o menos potentes de "areniscas verdes" en los Grupos Tarma y Copacabana, todas estas observaciones hacen resaltar la existencia de movimientos distensivos "fino-Mississippiano" y "fini-Pennsilvaniano".

3.2 Tectónica Tardiherciniana

El pasaje del Carbonífero al Permiano Inferior ha sido frecuentemente afectados por un plegamiento del Permiano medio. Este plegamiento que se ha denominado "Plegamiento Tardiherciniano" está datado como del Permiano inferior tardío (265-260 MA).

El plegamiento Tardiherciniano está marcado por una discordancia mayor entre las series plegadas del Carbonífero y del Permiano inferior por un lado y las series volcanodetrítico continentales del Permiano superior por otro lado.

Las deformaciones que afectan las series Carboníferas y Permianas son el resultado de varias fases tectónicas: en las zonas donde la cobertura Permo-Triásica se observa, ha sido posible identificar las estructuras Tardihercinianas y definir sus características geométricas. En esta zona se ha demostrado que la fase Tardiherciniana corresponde a un plegamiento de dirección NNW-ESE con tendencia a la vergencia hacia el SSW, a menudo en los niveles profundos aparece una esquistosidad de fractura según el plano de los pliegues. Los pliegues Tardihercinianos deformados por la Megavirgación de Macusani y por una fase de desgarre posterior.

Se puede distinguir tres zonas estructurales, dentro de las cuales los pliegues Tardihercinianos tienen una orientación homogénea:

- Rama Occidental de la Megavirgación

En la que los pliegues y fallas Tardihercinianas de dirección NNW-SSE tienen una vergencia hacia el SW. Comprende todas las estructuras situadas justo al NE del Sinclinatorio de Putina, entre el norte de Jajapuncco, al sur de Cojata y al Este de Potoni. Cuyas estructuras se pierden de manera discordante bajo las series Cretácicas del Sinclinatorio de Putina.

- Rama Central de la Megavirgación

En la que las estructuras iniciales han sufrido una rotación dextral de cerca de 90° . Los pliegues han sido torcidos hacia una dirección NE-SW y tienden hacia el SE. Esta rama comprende las estructuras situadas entre la hacienda Jajapuncco, Macusani y Crucero. Las ramas Occidental y Central forman conjuntamente la virgación de Macusani. El buzamiento de los planos axiales y de la esquistosidad es siempre a los 45° . Esta vergencia hacia el SE no es contemporánea del plegamiento Tardiherciniano, sino que es consecuencia del desgarre, responsable de la virgación.

- Rama Oriental de la Megavirgación

Se trata de una estructura muy compleja que a su vez presenta una pequeña virgación con pliegues NNW-SSE vergentes al SSW con inclinaciones de

50 a 70° y una zona de escamas EW. En Usicayos las estructuras NNW-SSE han sido torcidas, laminadas y echadas hacia el sur.

En líneas generales, el plegamiento Tardiherciniano tiene características vecinas al Eoherciniano, pero es menos intenso y más reducido en extensión. Es una cadena intracratónica, puesto que la cuenca descansa sobre una corteza cratonizada. La cuenca es menos ancha y extensa en longitud y menos subsidente que la del Paleozoico inferior.

El acortamiento fué menos importante aproximadamente en un 20% que corresponde a unos 25 kms. y el estilo tectónico es característico de un nivel estructural medio a superior, es decir que se han desarrollado por pliegues Tardihercinianos por encima del frente superior de la esquistosidad. Muy localmente hay un metamorfismo epizonal pero el magmatismo sintectónico no existe.

En conclusión, la fase Tardiherciniana parece marcar la cratonización total de las últimas zonas móviles del dominio Herciniano y el ramal sur-peruano corresponde a la terminación septentrional de una cadena Tardiherciniana que se extiende al SE del Perú hasta La Patagonia.

4.- PLUTONISMO

4.1 Metamorfismo y Magmatismo Herciniano

La tectogénesis Herciniana está asociada a un importante metamorfismo epi y mesozonal y aún magmatismo sin y post-tectónico muy importante. En la región se puede distinguir:

- Un metamorfismo general Herciniano epizonal, que caracteriza a la zona axial. Las series lutáceas y areniscosas del Paleozoico inferior han pasado a esquistos sericiticos y cloríticos; a veces muestran un principio de foliación metamórfica con aparición de clorita y muscovita de neoformación.

- Un metamorfismo de extensión restringida, de la misma edad, de alta temperatura y alta presión, que está relacionado a la intrusión de granitoides durante la compresión Eoherciniana como el granito de San Gaban y su metamorfismo asociado (similar al granito gneisificado de Zongo al norte de Bolivia).

Granito de San Gaban

Es un gran batolito de límites bastante difusos que aflora al NW de Olla echea, se trata de un granito con cuarzo, microclina, plagioclasa, An 10'/15'' y grandes hojuelas de biotita de color marrón-rojizo. Contiene también muscovita, andalusita, estauroлита y cordierita, estos últimos caracterizan el metamorfismo de los esquistos encajonantes. Los minerales a menudos deformados y fracturados, demuestran que el granito ha sufrido una leve cataclasis posterior a la intrusión. La composición química del granito no corresponde a un granito típico ya que contiene un porcentaje bastante bajo de SiO₂ y elevado Al₂O₃ y CaO; este granito muestra una clara tendencia calco-álcaldina.

Al este del río San Gabán, aparece en fotos otras intrusiones cuyos límites son difusos y que hacen pensar en apófisis o intrusiones de la misma edad que el granito de San Gabán.

4.2 Plutonismo Permo-Triásico

La Cordillera Oriental está atravesada por numerosos batolitos post-tectónicos, que intruyen rocas del Paleozoico inferior o del Paleozoico superior, que por argumentos geoquímicos y radiométricos permiten pensar que este plutonismo es esencialmente Permo-Triásico. A lo largo del período post-herciniano se puede distinguir dos tipos de plutonismo, ambos ligados a la fracturación de una corteza continental.

- Un plutonismo alcalino con tendencia calco-alcalina representados por varios batolitos de gran extensión, de composición de leucogranitos, de granitos con biotita marrón, adamelitas, etc., se trata de intrusiones posteriores a la tectónica Tardiherciniana que tuvieron lugar durante el Permiano superior. Representados por el Batolito de Coasa, Limbani, Aricoma, Quellere, etc.

- Un plutonismo hipercalcalino, posterior al anterior, emplazado en un rango comprendido entre el Permiano superior y el Liásico, corresponde a la sienita nefelínica de Macusani y a su cortejo hipabisal.

4.2.1 Plutonismo Alcalino a Calco-alcalino

Batolito de Coasa

Ubicado a 25 kms. al NE de Macusani, se trata de un enorme cuerpo intrusivo de forma globular, con una superficie de 800 km². En su límite NW intruye las series carbonatadas de los Grupos Tarma y Copacabana (Pennsylvaniano y Permiano inferior) produciendo skams, mientras en el límite SE ha formado una aureola de contacto de varios kms. de ancho en el Paleozoico inferior con esquistos.

Posteriormente a su emplazamiento, ha sido recortado por filones y diques de diabasa y afectado por cizallamiento dextral en los límites SW y NE.

En este último, el granito está afectado por una intensa cataclasis, que se manifiesta por una esquistosidad sub-vertical grosera de dirección N 140-N 160.

Se trata de un granito porfídico con grandes cristales de ortosa, fuertemente macladas que presentan estructuras peritéticas de plagioclasas An 10/15 a veces zonadas. Además existe cuarzo xenomorfo y biotita marrón normalmente cloritizada.

Por el metamorfismo de contacto que ha provocado en las calizas del Permiano inferior, una primera datación de una muestra de granito dió una

edad de 207 MA por el método K/Ar (1974) y se ha obtenido finalmente una edad de $238 \text{ MA} \pm 11 \text{ MA}$ ubicando la intrusión en el Permiano superior realizada por el método U/Pb. Al norte de este granito se ha podido localizar en fotos otras intrusiones Hercinianas y dichas intrusiones están limitadas al Paleozoico inferior.

Batolito de Limbani

Es un cuerpo alargado en dirección NW-SE, de 100 a 150 km² de superficie, el contacto intrusivo es neto y la intrusión ha provocado la formación de una aureola de esquistos mosqueados en el Paleozoico inferior al que corta en su borde NE, está intensamente cataclásado en frío, además se observa en fotos una red muy densa de diaclasas y fracturas, unas NE-SW y otras NW-SE que probablemente están ligados a los desgarres y la cataclasis.

Se trata de una adamelita de textura porfídica formada por cuarzo, ortosa, microclina, plagioclasas zonadas, clinozoisita y biotita cloritizada, la composición petrográfica es muy próxima de la del granito de Coasa. La edad de este intrusivo se asume de $225 \pm 10 \text{ MA}$.

Batolito de Aricoma

Este batolito de forma triangular tiene una superficie que no supera los 100 km². En su borde W es intrusivo en las series Missisipiano, en razón de sus fases litológicas y de su estado de deformación, por lo tanto es post-Missisipiano. Este batolito, poco deformado, es de matriz bastante oscura y corresponde a una facie granodiorítica, es más rico en plagioclasas que los batolitos de Coasa y de Limbani. Sobre una muestra se ha obtenido una edad de $230 \pm 10 \text{ MA}$ por el método U/Pb, por lo tanto tuvo lugar en el Permiano superior.

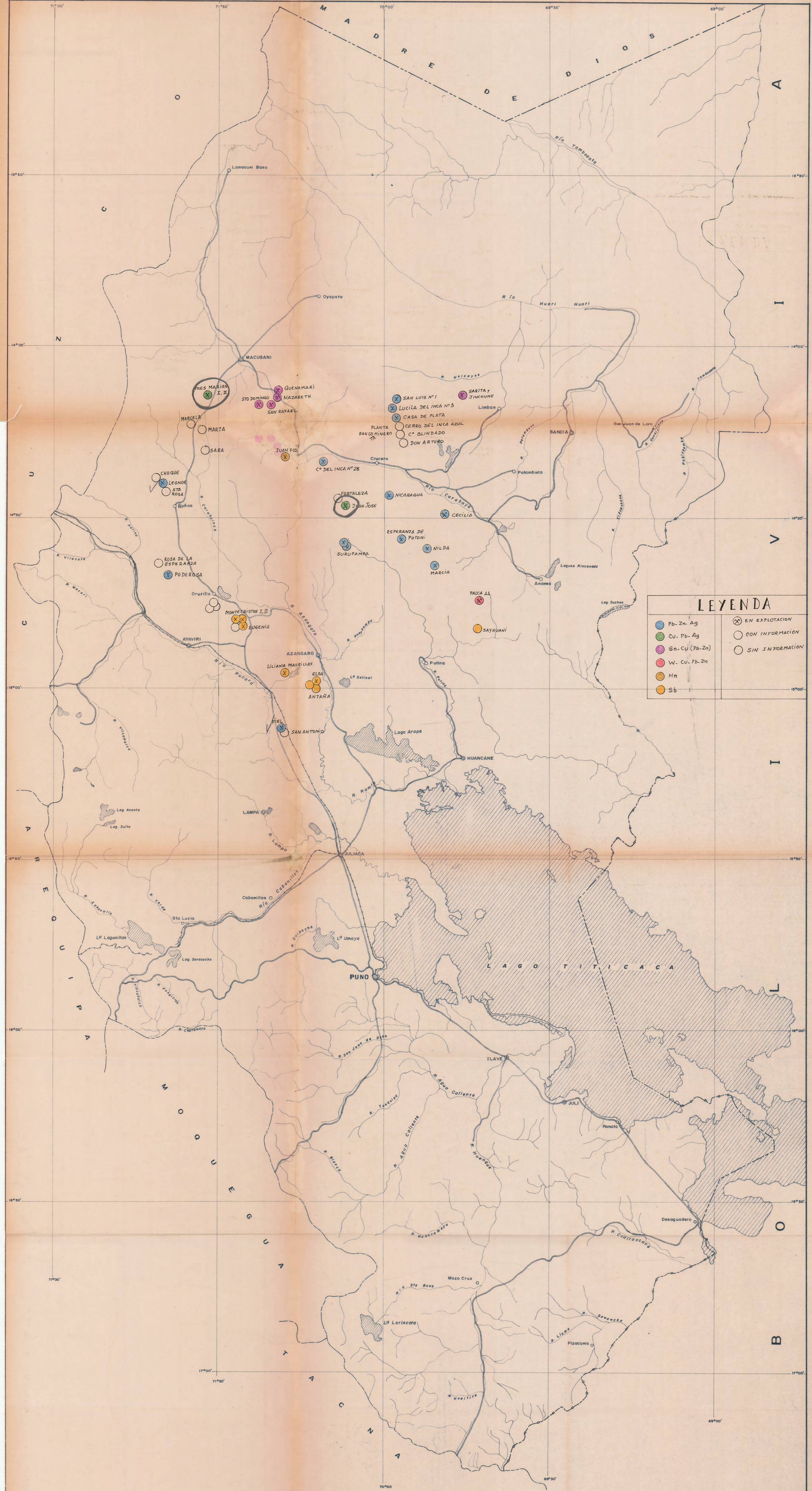
Leucogranito Quellere

Se trata de un pequeño macizo granítico de algunos km² que aflora en la laguna Quellere, a lo largo de la carretera que va a Macusani a Ayapata. Este leucogranito, con feldespato potásico albitizado, cuarzo amorfo sin ferromagnesios, está ligeramente deformado y parece corresponder al Missisipiano en su borde SW.

4.2.2 Plutonismo Hiperalkalino

Sienita Nefilínica de Macusani

Aparece como un gran batolito de más de 100 km² de superficie, que aflora a lo largo del río San Gabán, entre Macusani y Ollahecha, así como en los valles glaciares del macizo de Allinccapacc, mientras en la cima afloran las volcánicas del Grupo Mitu parcialmente metamorfozados por las sienitas. También se encuentran algunos stocks sieníticos en la carretera de Macusani a Ayapata y en los alrededores de Macusani.



LEYENDA

● Pb-Zn-Ag	⊗ EN EXPLOTACION
● Cu-Pb-Ag	○ CON INFORMACION
● Sn-Cu (Pb-Zn)	○ SIN INFORMACION
● W-Cu-Pb-Zn	
● Mn	
● Sb	

SECTOR ENERGIA Y MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

DIRECCION GENERAL DE GEOLOGIA

MAPA MINERO

ESCALA: 1/500,000

JULIO - 1985

H. RIVERA M.

En la sienita en niveles más o menos profundo, se puede distinguir cuatro facies:

- Facie Granuda, es el tipo más corriente, caracterizado por grandes cristales de nefelina, feldespato potásico, biotita, barkevicita, augita, aegerínica y a veces sodalita y analcima.

- Facies Microgranuda, es también frecuente y su composición mineralógica es parecida, pero con variedades más oscuras, ricas en anfíboles, piroxenos y biotitas.

- Facies Afanítica, en su borde Oeste, la sienita se emplaza en las volcánicas del Grupo Mitu, desarrollando una aureola de metamorfismo, en el contacto. La sienita se caracteriza por una facie marginal y por todo un cortejo subvolcánico de filones, stocks y lavas porfiríticas de composición fonolítica que están formados por grandes cristales de nefelina, de anortosita dispersas en una matriz con finas varillas de feldespatos; también se encuentran geodas rellenas por cristales de barkevicita, aegerina o de augita aegerínica y de albita.

- Facie gneisica, intensamente deformadas en frío.

Los análisis geoquímicos realizados refleja un alto contenido de Al_2O_3 , en el cual se distingue dos facies geoquímicas bien diferentes:

- Facies muy ricas en alúmina y sodio, pobre en óxidos de hierro, magnesio, calcio y titanio.

- Facies menos rica en alúmina, en sodio y sílice, pero muy rica en hierro, calcio y titanio.

La edad obtenida por el método K/Ar es de 180 MA, que data su intrusión en el Liásico superior, que se puede considerar como una edad mínima y no se puede excluir una edad algo más antigua; debido a que el método K/Ar es muy sensible a un recalentamiento o a una cataclasis, lo que es el caso de la sienita.

4.2 Magmatismo Andino

Aunque no hay mucha información sobre el magmatismo andino en esta región, se puede considerar que las rocas ígneas se encuentran estrechamente relacionadas a la mineralización de la región. Las rocas ígneas pertenecen, en su gran mayoría, a intrusiones de mediana profundidad, por lo general de composición más o menos ácida.

A este efecto, son comunes los diques y stocks de diorita principalmente al norte y oeste del Lago Arapa.

En el Cerro Huishoroque próximo a la localidad de Pupuja, lugar donde aflora una tonalita.

En la mina Fiel aflora una dacita porfirítica. En las minas Elsa y Urbio-la y Liliána Maurilla N° 3 aflora una cuarzolita porfirítica. En la mina Casa de Plata aflora una diorita porfirítica.

En cuanto a la época de emplazamiento de estas intrusiones, por consi-deraciones geológicas en el Cretácico superior y comienzos del Paleógeno. Las intrusiones en San Rafael (25.9 - 1 MA) y Quenamari, están predominantemen-te compuestas de monzogranito, de grano grueso, peraluminoso con feldespato - alcalino y megacrystales de cordierita euhedral, megacrystales de biotita y poca sillimanita.

En Santo Domingo (23.3 - 0.6 MA) los stocks son pequeños y numerosos diques de monzogranito con gruesos megacrystales de cordierita, muy similares a los plutones de San Rafael y Quenamari.

5.- MINERALIZACION

Un amplio rango de mineralización metálica está representado en la Cor-dillera Oriental del Dpto. de Puno, pero los datos de producción son muy limita-dos. Algunas pequeñas minas están actualmente produciendo concentrados de Pb-Zn-Ag, tanto en la Cordillera Oriental, Pre-Cordillera de Carabaya como - en el Altiplano. La gran mayoría de los depósitos son del tipo veta, aunque tam-bién son conocidos depósitos estratoligados.

Los sistemas de vetas de metales preciosos y bases particularmente aque-llos en los cuales el Cu y Sn son abundantes, muestran una asociación espacial con las intrusiones graníticas, algunos de estos también muestran patrones de - zonación metálica, ejemplo el Cu-Sn concentrados dentro y adyacentes a los plutones, mientras el Pb-Zn-Ag ocurren en las áreas periféricas.

Algunas pequeñas vetas y depósitos de skarn de Cu-W están localizados dentro o adyacentes a los grandes plutones granitoides de edad Permo-Triásico, tal como el batolito de Coasa.

Los depósitos de Sn-polimetálicos de la Cordillera Oriental están asocia-dos con intrusiones graníticas más jóvenes emplazados durante la orogenia andina, esto incluye a la mina de San Rafael de Cu-Sn y el sistema de vetas de Santo Do-mingo de Sn-Pb-Zn-Ag-Cu.

5.1 Descripción de Minas

1.- Mina Fiel (Pb-Zn-Ag)

Se ubica en la falda oriental del cerro Marcache, distrito de Pucará, prov. Lampa; a 4 km. al E de Pucará.

Afloran calizas, lutitas rojas y estratos con yeso, areniscas arcóscas y con glomerados rojos. Se encuentra un afloramiento de dacita porfirítica a escasa dis-tancia de la mina, asimismo aflora rocas volcánicas gris claro, que presentan gran número de fracturas rellenas con baritina.

El yacimiento es del tipo de relleno de fractura, con rumbo N 10 E y 76 SE con una potencia entre 0.15 y 0.50 m.

Los minerales de mena son galena, esfalerita, pirargirita y proustita, y como ganga, cuarzo, baritina, hematita y especularita.

2.- Mina Leonor (Pb-Ag-Zn)

Ubicada hacia la margen occidental de la quebrada Jatuncruz, distrito de Nuñoa, prov. Melgar. Su acceso es por Santa Rosa-Nuñoa, de allí a 13 km. al NW por trocha carrozable.

Las rocas que aflora son areniscas y calizas (Km). El yacimiento puede ser considerado como del tipo de reemplazamiento y relleno de brecha, esta estructura es irregular con rumbo promedio N 35 W y 65 NE.

Los minerales de mena son galena que se presenta en diseminaciones acompañada de cerusita, fina diseminación de argentita, esfalerita y la ganga destaca limonita, cuarzo, calcita, arcilla y pirita.

Leyes: 0.340 Kg/TM Ag, 33.3% Pb, 26.86% Zn.

3.- Minas Montecristo I y II (Pb-Sb)

Se encuentra ubicada en el paraje denominado Cahuañuso, sobre la falda NE del cerro del mismo nombre, distrito de Orurillo, prov. Azángaro.

Su acceso de Ayaviri-Asillo en desvío a Tirapata se continúa por trocha carrozable de 12 kms. al NNW.

Afloran rocas del Devónico compuesta de ortocuarcitas y cuarcitas.

Estos depósitos pertenecen al tipo de relleno de fracturas, las vetas no poseen estructura definida con rumbo promedio S 10 E y 10 NE.

Los minerales de mena son galena, estibina y anglesita y la ganga es cuarzo, calcita, limonita, goethita y hematita.

Leyes : 0.016 Kg/TM Ag, 25.35% Pb, 4.21% Sb.

4.- Mina Poderosa (Pb-Ag)

Ubicada en la falda SW del C° Huacoto, distrito de Orurillo, prov. Azángaro. Su acceso de Orurillo en trocha carrozable 13 Kms. al NW. Las rocas aflorantes son areniscas y areniscas calcáreas (K). El yacimiento es del tipo reemplazamiento, habiéndose producido la mineralización en un cuerpo de brecha constituido por areniscas calcáreas, la estructura es irregular con rumbo promedio NW-SE y 25 NE.

Los minerales de mena son galena, cerusita, argentita y la ganga de hematita y pirita.

5.- Mina Eugenia (Sb)

Situada en la falda SE del C° Cahuañuso, distrito Orurillo, prov. Azángaro. Su acceso a unos 4 kms. del desvío de Orurillo en dirección NNW, afloran areniscas cuarzosas y cuarcitas (D) y calizas (K). El yacimiento es del tipo de relleno de fractura y de estructura muy irregular.

Los minerales de mena son estibina y estibiconita y la ganga de cuarzo material arcilloso.

Leyes : 0.014 Kg/TM Ag, 47.22% Sb.

6.- Minas Elsa y Urbiola (Sb)

En la región de Antaña, situado en el C° del mismo nombre, se encuentran pequeñas minas y prospectos con mineralización principalmente de Sb tales como Elsa y Urbiola, Antonina, Señor de los Milagros y Flor de Antaña.

Las rocas predominantes en el área consisten en lutitas de color negro-gris con intercalaciones de cuarcitas y areniscas del Devónico, además se ha reconocido rocas ígneas como cuarzolatita porfiríticas.

Las rocas encajonantes consisten en lutitas pizarrosas, consideradas como del tipo relleno en zona de cizallamiento, se presentan en pequeños e irregulares vetillas desde 0.05-0.40 m. de potencia, cuyo rumbo general es N 40 W.

Como mineral de mena se encuentra la estibina acompañada de cuarzo, calcita y pirita.

7.- Mina Liliana Maurillas N° 3 (Sb)

Se encuentra cerca de la cumbre del C° Quichusa al N del distrito José Domingo Choquehuanca, prov. Azángaro.

En el C° Quichusa aflora en su parte inferior lutitas de color gris oscuro intercaladas con cuarcitas y pizarras (D). En el área mineralizada aflora un horizonte de cuarzolatita porfirítica (volcánico) que sirve de roca encajonante al mineral.

El yacimiento pertenece al tipo de relleno de fractura, de rumbo NW-SE y 20 NE. El mineral de mena es la estibina y como ganga cuarzo y limonita.

8.- Prospectos Surupampa (Pb-Ag-Zn)

Se encuentran ubicados en la falda SSW del nevado Surupampa, distrito San José, prov. Azángaro. Su acceso es de Azángaro hasta San José y luego por

camino de herradura al NE por la quebrada Ccarcapuncco hasta el paraje Corini. Afloran una secuencia de cuarcitas rosadas y blanquecinas de posible edad cretácica, que sobreyace a un conjunto de areniscas y calizas de posible edad pérmica. Las rocas encajonantes se clasifican como meta-cuarcitas. El yacimiento es del tipo reemplazamiento y de relleno de fracturas con rumbo N 60 E y 30 SE.

Entre los minerales de mena se tiene galena y tetraedrita y como ganga cuarzo, magnetopirita, calcita, baritina y limonita.
Leyes: 0.190 Kg/TM Ag, 25% Pb, 1.6% Zn.

9.- Mina Juan José (Cu-Pb-Ag)

Se encuentra en el paraje Calahuasi, distrito de San José, prov. Azángaro. Su acceso de San Antón-paraje Choquesali, se cruza el río Azángaro y se sigue 16 kms. de trocha carrozable.

Aflora un paquete de areniscas (K) fuertemente fracturado, que se encuentran en contacto con riolitas, siendo esta la roca encajonante.

Este yacimiento se puede considerar como relleno de una zona de fracturamiento. Las vetas son generalmente irregulares y presentan hasta 0.80 m. de espesor. Existen dos tipos de mineralización: la de Cu representado por chalcopirita, malaquita como mena y pirita, óxidos de hierro, calcita como ganga. La mineralización de Pb se encuentra representada por galena argentífera como mena y cuarzo, y calcita como ganga.

10.- Mina Juan Francisco (Mn)

Ubicada en la región de Ccorcopuncco en la falda oriental de los cerros Taucani y Llaritani, dentro de los linderos de las haciendas Cangalle y San Isidro, distrito de San Antón, prov. Azángaro. Su acceso de San Antón-Antauta y 8 kms. para llegar a la mina.

Aflora predominantemente areniscas calcáreas y calizas (K), la mineralización probablemente se deba al reemplazamiento hidrotermal.

Los minerales de mena consisten principalmente en psilomelano y pirolusita y como ganga limonita, calcita, hemetita y cuarzo.
Leyes: 8.1% Fe, 20.19% Mn.

11.- Minas Tres Marías I y II (Cu-Sb-Ag-Pb)

Se encuentra cerca de la divisoria denominada Quellosane al N del distrito de San Antón, prov. Azángaro.

Afloran rocas metacuarcitas, cuarcitas y pizarras (pérmico). Son del tipo relleno de fractura, la mineralización se encuentra a lo largo de una fractura de rumbo N-S y 70-75 W.

Entre los minerales de mena se tiene chalcopirita, antimonita y ganga de pirita, cuarzo y limonita

Leyes : 0.30 Kg/TM Ag, 0.20% Pb, 13.12% Cu.

12.- Prospecto Sarita y Jinchune (Cu-Sn-W-Mo)

Ubicados en el paraje Oscoroque, distrito Crucero, prov. Carabaya.
Coordenadas : S 14° 12' 30" y W 69° 51'. Su acceso de Crucero-Limbani-Mina = 48 Kms.

En el área aflora lutitas negras carbonosas (Fm. Ananea) y Grupo Ambo, las minas están íntegramente dentro del intrusivo de dimensiones batolíticas (Batolito de Aricoma) de edad 230 ± 10 MA.

El mineral se presenta como cuerpos irregulares alargados y tabulares - con mineralización diseminada de Cu principalmente, la alteración es irregular, aisladamente intensa sericitización y propilitización en algunos sectores. Otros elementos en análisis químico arrojan la presencia notable de WO_3 (hasta 0.96%) y estaño (hasta 0.20%), pero no se ha podido determinar en que forma mineral se presenta. Los minerales identificados son pirita, calcopirita, covelita, cuarzo, limonita en pequeña proporción molibdenita, esfalerita, magnetita, ilmenita.

En el prospecto Sarita se han localizado 8 cuerpos mineralizados de aspecto tabular y una estructura angosta con reservas probadas-probables de 307,370 TM con 2.33% Cu, 12 gr/TM Ag, y leyes entre 0.04-0.07% Sn; 0.06-0.59% WO_3 y reservas posibles 153,685 con 2.33% Cu y 12 gr/TM Ag.

En el prospecto Jinchune, tiene 3 cuerpos y una veta angosta muy rica, en análisis de muestra se observa que la ley de Sn es elevada en comparación con la de Sarita, en cambio la ley de WO_3 es insignificante. Las reservas probado-probable es 13,370 TM, Posible 6,685 TM con 1.8% Cu, 21.95 gr/TM Ag y 0.18% Sn.

13.- Mina Casa de Plata (Pb-Ag-Zn)

Se ubica en el paraje Llulluchani, distrito Crucero, prov. Carabaya. Coordenadas: S 14° 13' 50" y W 69° 59' 40". Su acceso de Crucero-Planta-Banco Minerero-Mina = 27 Kms.

Las rocas sedimentarias que afloran y sirven de caja a las estructuras mineralizadas son areniscas del Grupo Tarma del Pennsylvaniano. La secuencia es bastante potente, más de 300 m. en el área, que puede subdividirse en nivel superior, las areniscas gris verdosas a veces presentan horizontes de caliza arenosa y en el inferior son areniscas cuarcíferas grises que sobreyacen a horizontes carbonosos que probablemente constituyen el tope del Grupo Ambo. Los estratos son casi horizontales con una inclinación de 5° a 9° SW y un rumbo generalizado al NW. No se observa rocas ígneas, sin embargo, es importante mencionar que al SE a 3 y 5 kms. en línea recta en Tambopata y Arturo afloran stocks de diorita porfirítica. Cerca de

las vetas, las areniscas sufren una notoria alteración, su color se toma amarillo negrusco y se observa una fuerte silicificación.

Este yacimiento está constituido por dos vetas principales con una longitud de afloramiento de 2,000 m. que son cubiertos por tres denuncios al SE "Sorpresa", al centro "Casa de Plata" y al NW "Lucila del Inca N°3".

Las vetas tienen un rumbo S20E y 74NE. La potencia de las vetas oscila entre 30 y 80 cms. en pocos lugares llegan a tener un m.

El relleno mineral se compone principalmente de galena argentífera masiva y/o grano grueso acompañado en las partes altas de esfalerita y una ganga de cuarzo tipo "peine", calcita, pirita, barita, limonita, psilomelano y cerusita y en los niveles inferiores la galena es de grano fino y va acompañada de pirita y esfalerita con más frecuencia y de chalcopirita en cantidades pequeñas. Mineral Probado y Probable: 17,283 TM, 580.2 gr/TM Ag, 9.5% Pb.

14.- Mina Lucila del Inca N°3 (Cu-Pb-Ag-Zn)

Se ubica en el paraje Lulluchani, distrito Crucero, prov. Carabaya. Coordenadas S 14° 13' W 69° 59' 20". Su acceso Crucero-Planta-Banco Minero-Mina = 27 Kms.

Este yacimiento está constituido por estructuras que tienden a formar curvas y lazos cimoides, que es la prolongación hacia el norte de las estructuras mineralizadas de Casa de Plata. En este yacimiento se observa un aumento del contenido de chalcopirita hacia el norte, mientras que los valores de Pb/Ag se mantienen constante y se presentan en tramos ricos en forma de rosario. Las vetas que han sido cortadas por fallas transversales tienen un rumbo N 37-52 W y 44-85 E. La mineralización consiste de chalcopirita, galena, esfalerita, óxidos de Cu y Fe en ganga de cuarzo.

Leyes: 3.98% Pb, 0.28% Cu, 94 gr/TM Ag.

15.- Mina San Luis N°1 (Cu-Pb-Zn-Ag)

Se ubica en el paraje Punihuasi, distrito Crucero, Prov. Carabaya. Coordenadas S 14° 12' 45" W 69° 59' 00". Su acceso Crucero-Planta Banco Minero-Mina = 29 Kms.

El yacimiento está constituido por varias estructuras mineralizadas polimetálicas, la mineralización rellena fracturas y fallas de corto recorrido y se presenta en forma errática. Tiene 4 vetas con rumbo promedio SE y buzan al NE con minerales de chalcopirita, galena, esfalerita con ganga de cuarzo, pirita, calcita, especularita, óxidos de Cu y Fe.

Leyes Veta B: 25 gr/TM Ag, 0.41% Pb, 0.64% Cu.

16.- Mina Cerro del Inca N° 28 (Pb-Zn-Ag)

Se ubica en el paraje Curihuichinca, distrito Crucero, prov. Carabaya. Coordenadas S 14° 19' 30" y W 70° 11' 15". Su acceso de Crucero-Alzámora-Mina

En la zona aflora principalmente areniscas y calizas de rumbo general N 15 W y 20-26 SW, las areniscas predominan en la parte inferior y las calizas en la parte alta de la secuencia, sobre estos últimos estratos aflora las estructuras mineralizadas observándose un cambio de coloración de la roca que es gris claro se toma amarillenta rojiza.

El depósito mineral está constituido por 5 mantos emplazados en las calizas siendo los rumbos y buzamientos coincidentes con los estratos.

El relleno mineral está compuesto en la zona oxidada por cerusita, limonita, hematita y óxidos de Mn, a mayor profundidad aparece galena y pirita, la ganga de cuarzo y calcita. Se puede considerar como depósito estratoligado.

Leyes promedio: 5.82% Pb, 2 a 3% Zn.

17.- Mina Nicaragua (Pb-Ag)

Se ubica en el paraje Minas Cunca, distrito Potoni, Prov. Azángaro. Su acceso de Crucero-Mina = 11 Kms.

Las rocas son calizas de color gris claro con intercalaciones de estratos delgados de lutitas y areniscas, con rumbo entre N 5-20 W y 72 E, no se ha observado afloramientos de rocas ígneas.

Las estructuras mineralizadas se emplazan en los calcáreos, son por lo menos dos, con rumbo N 14 W 2-25NE con potencia de 40- 80 cms., existen otras estructuras secundarias transversales a veces mineralizadas.

El relleno de las vetas está compuesto básicamente de minerales de galena argentífera, galena, cerusita, esfalerita con ganga de cuarzo, calcita, marcasita, pirita, limonita. Los minerales secundarios son abundantes con valores altos de Pb y Ag.

Mineral Probado y Probable : 14,050 TM, 27.12 gr/TM Ag, 17.6% Pb.

18.- Mina Esperanza de Potoni (Pb-Cu-Zn-Ag)

Se encuentra en el paraje Chicurumi, distrito Crucero, prov. Carabaya. Coordenadas S 14° 32' 45" W 69° 58' 00". Acceso de Crucero-Mina = 25 kms.

Las rocas aflorantes de la zona son principalmente del Grupo Mitu representada por areniscas arcósicas rojo-ladrillo con rumbo general N 60W y 30 E.

Cortando a estas rocas sedimentarias se observa una estructura mineralizada que aflora en 3 áreas: en la parte Oeste se observa una estructura muy delgada y poco mineralizada que tiene rumbo N 29E buzamiento vertical, en la parte central la estructura presenta potencias mayores de 2.50 m. con S53W y buzamiento vertical, en el área Este se adelgaza a 15 cms. presentando leyes altas en Ag con rumbo N17E y 85 SE.

Los afloramientos presentan minerales de la zona de oxidación tales - como cerusita, malaquita, esfalerita y chalcopirita acompañado por cuarzo, barita, óxidos de Fe, la plata puede estar como halogenuros (querargirita y otros) posiblemente debido a un enriquecimiento supergeno.
Reservas Probadas : 3,000 TM, 8.37% Pb, 3.1 oz/TC Ag.

19.- Mina Nilda (Pb-Zn-Ag)

Se ubica en el paraje Tintahuara, distrito Crucero, prov. Carabaya.
Coordenadas S 14°33' 45" y W 69° 53' 50".

Este prospecto poco explorado presenta mineralización de Pb-Zn en mantos y vetas emplazadas en horizontes calcáreos algunos con aspecto brechoide del Grupo Copacabana. Siguiendo estructuras vetiformes aparecen manifestaciones de mineralización, emplazado en material de brecha con intensa limonitización, con potencias menores de 20 cms. y mineralización irregular en algunas áreas sólo óxido de Fe.

En zonas ricas arroja: 12.5% Pb, 17.25% Zn y 0.8 oz/TC Ag.
En otras zonas: 0.15% Pb, 0.18% Zn, trazas de Ag.

20.- Mina Marcia (Pb-Zn)

Ubicada en el paraje Tintahuara, distrito Crucero, prov. Carabaya.
Coordenadas S 14° 36' 30" y W 69° 52' 30".

Acceso de Crucero-Mina = 48 Kms.

Las rocas de la zona consisten de lutitas, conglomerados y calizas con rumbo aproximado al NW y buzan al NE. El yacimiento es del tipo estratoligado posiblemente singenético en que posteriormente hubo procesos de removilización ligados a fallas. El mineral se encuentra localizado en forma de mantos en las calizas Copacabana, las que se encuentran fuertemente fracturados con aspecto brechoide en algunas áreas, la potencia del horizonte mineralizado es superior a los 2 mts., aquí la acción intempérica ha actuado fuertemente, la mena está en la brecha calcárea y arcillas pardas abigarradas.

El plomo mayormente de grano fino se presenta como cerusita y en menor cantidad como galena, el zinc se presenta como blenda y posiblemente como smithsonita. En los alrededores de la mina no se ha observado rocas ígneas.

21.- San Rafael (Cu-Sn)

Ubicado en el nevado Quenamari, distrito Antauta.

Afloran en el área el Grupo Ambo, Tarma y Copacabana. En el macizo de Quenamari hay dos áreas que intruyen al Grupo: San Rafael y Quenamari. En el cerro Moromoroni hay un complejo ígneo que intruye a los grupos Tarma y Mitu. El pórfido de San Rafael (25.9 - 1 MA) es una monzonita cuarcífera porfirítica Mariano de 300 x 400 m. latita cuarcífera porfirítica Andes Peruanos, diques y sills que intruyen al Grupo Ambo.

En Quenamari, aflora el pórfido del mismo nombre de 1000 x 1200 m. del cual salen varios diques, la roca es muy similar al del pórfido de San Rafael la riocacita porfirítica Comerciocha, la edad de los intrusivos de Quenamari es de 24.5 MA.

La mineralización es del tipo hidrotermal, están en vetas del tipo relleno de fracturas y de reemplazamiento en los intrusivos y en el Grupo Ambo. La zona mineralizada abarca una extensión de 5 x 7.5 km. se distingue 3 áreas :
 San Rafael : con mineralización de Cu-Sn.
 Quenamari : con mineralización de Pb-Ag-Zn-Cu-Sn.
 Zona Intermedia: sin intrusivos conocidos con mineralización de Cu-Sn-Pb-Ag-Zn en donde se encuentra la veta Nazareth N°17.

Las vetas tienen rumbo N30W y N60W con 40-75 NE.

Los minerales económicos principalmente son casiterita y chalcopirita en menor proporción galena, esfalerita y tetraedrita con cuarzo, fluorita, pirita y turmalina. En la mina San Rafael hay un marcado zonamiento vertical Cu en la parte superior 3% Cu y 0.5% Sn, en la parte inferior 2% Sn 0.5% Cu y en los bordes Pb-Zn-Ag están menos definidos.

En la mina Quenamari, hay un marcado zoneamiento de la mineralización de Pb-Zn-Ag hacia los bordes y Cu-Sn hacia la parte central.

La mineralización de Cu-Sn es lenticular irregular y en forma de rosario y la casiterita es botroidal o masiva. Los cuerpos de mineral son más grandes, definidos y persistentes en el intrusivo y en los sedimentos son discontinuos y pequeños. Hay una intensa relación entre la clorita, sílice, fluorita y arsenopirita con la casiterita, cuando mayor cantidad de clorita mayor riqueza de Sn. La silicificación precede a la mineralización principal, se manifiesta en vetillas de cuarzo-turmalina de 1 a 5 mm. de ancho, en casi todo el intrusivo, dentro y fuera de la veta hay una fuerte cloritización que no se extiende más de 3 mt.

22.- Santo Domingo (Cu-Sn-Pb-Ag-Zn)

Este centro polimetálico relacionado al Sn está localizado a 20 kms. de San Rafael al oeste, en altitudes de entre 4,600 -5,000 sobre el flanco sur del cerro Ccasahuallata.

Las vetas son inclinadas escasamente metamorfoseadas pero fuertemente deformadas y por esto los sedimentos del Paleógeno inferior están sobreyaciendo en el sur por sedimentos clásticos del Grupo Ambo. Estos están intruídos por varios pequeños stocks y numerosos diques de monzogranito con gruesos megacristales de cordierita muy similar a los plutones de San Rafael y Quenamari, tiene una edad de 24.3 - 0.6 MA.

La veta mayor reconocida es Santo Domingo, de largo de 3 kms. y espesor de 50 a 5 mt. El depósito de Cu-Sn-Pb-Ag-Zn están íntimamente asociadas y es estructuralmente compleja mostrando evidencias de varios episodios de fracturamiento y mineralización.

23.- Mina Cecilia (Pb-Zn-Ag)

Se ubica en el paraje Minastira, distrito Muñani, prov. Azángaro.
 Coordenadas : S 14°29' 59" W 69° 50' 32".
 Acceso de Putina -Hda. Cambria-Mina

Geológicamente esta mina se encuentra en el margen oriental del Sinclinal norio de Putina, afloran areniscas, lutitas, calizas que forman la base del sinclinal, no se reporta afloramientos de rocas ígneas.

El yacimiento es del tipo vetas y cuerpos de reemplazamiento (cuerpos brechados) que parten de las fallas, la mineralización Pb-Zn-Ag está rodeado de un halo de pirita, que muchas veces penetra varios metros dentro de la roca encajonante que son principalmente cuarcitas y las calizas impuras. El relleno de mineral está constituido por galena masiva, esfalerita diseminada y en fisuras y pirita, jamesonita y limonita.

24.- Mina Palca 11 (W-Cu-Pb-Zn-Ag)

Se ubica en la parte W de la Cordillera de Carabaya.

Estratigráficamente las capas de las vetas de Palca 11, pertenecen al Grupo Ambo del Carbonífero inferior. Al NE y SE del anticlinal de la quebrada Choquene afloran los Grupos Copacabana y Tarma del Carbonífero superior Permiano inferior, hacia el SSE del yacimiento afloran el Grupo Cotacucho y la Formación Vilquechico del Cretácico superior, sobreyaciendo a éstos los volcánicos de Macusani del Terciario superior. Se presenta un stock de granito de edad más reciente que podría ser del Terciario inferior-superior. Como plegamiento mayor se tiene un anticlinal asimétrico inclinado hacia el SW, con un plano axial al NE, de gran longitud. El rumbo de los estratos varía de N-S a N45-50W, los pliegues mayores están afectados por fallas inversas a algunas de tipo normal entre ellas la falla Choquene. El plegamiento fué Tardiherciniano en la fase inicial N 75E más intenso y luego de N 55-30E es decir que el esfuerzo rotó.

Se puede distinguir dos sistemas de fallas: a) Primer sistema de fallas pre-mineral que ha dado lugar a las vetas que se observan en la zona y b) Segundo sistema de juegos de fallas post-mineral que se han formado luego de la época de mi

neralización. Se observa que las fallas pre-mineral cuyo relleno dió lugar a las vetas de Palca 11 son más o menos concordantes al eje de la Cordillera de los Andes.

En Palca 11 podemos definir tres zonas importantes:

1. Zona de W : Palca W, Palca E, Evita, Pucapollera
2. Zona de Cu-Zn: Cobremina, Minsur
Zn-Cu : Alejandrito
3. Zona de Ag-Pb : Españoles

En todas las vetas se tiene la textura de relleno, en la veta Palca es del tipo brechoso donde hay vetillas así como crustificación, bandeada.

El yacimiento es de W y polimetálicos Cu-Zn-Ag-Pb de alcance mesotermal a epitermal?. La sheelita se ha formado a mayor temperatura que la Ferberita, pues está asociado a feldespato más fresco, la chalcopirita, esfalerita, galena con ganga de pirita, cuarzo con ferberita, especularita.

En la veta Palca W se ha determinado tres cuerpos mineralizados de WO_3 (Jimena, Consuelo y Miriam).

Las cajas en la zona de W tiene alteración potásica dentro de la veta, una pegmatita sericitizada y caolinizada, en las cajas de los sulfuros una descarbomatización de las lutitas y una ligera propilitización de las lutitas y cuarcitas.

* * * * *

HR/jr.
24-7-86



LEYENDA

1.9 - 5.0	PLIOCENO	(Yellow circle)
5.1 - 22.5	MIOCENO	(Light yellow circle)
22.6 - 38	OLIGOCENO	(Orange circle)
38.1 - 55	EOCENO	(Red circle)
55.1 - 65	PALEOCENO	(Pink circle)
65 - 141	CRETACEO	(Light green circle)
142 - 195	JURASICO	(Light blue circle)
196 - 230	TRIASICO	(Blue circle)
231 - 280	PERMIANO	(Dark blue circle)
281 - 345	CARBONIFERO	(Purple circle)
346 - 395	DEVONIANO	(Light purple circle)
396 - 435	SILURIANO	(Brown circle)

M.A. segun ELSEVIER

- PLUTONES
- △ VOLCANICOS
- ☆ DIQUES
- ◇ ROCA ALTERADA

SECTOR ENERGIA Y MINAS
 INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO
 DIRECCION GENERAL DE GEOLOGIA
 MAPA DE EDADES RADIOMETRICAS

ESCALA 1/500,000
 JULIO - 1985

H. RIVERA M.

REFERENCIAS

- Newell, N.D. : Geology of the Lake Titicaca Region,
Peru and Bolivia
Soc. Amer. Mem 36 1949
- ONERN : Desarrollo de Puno
Vol. II 1965
- Laubacher, G. : Estudio Geológico de la Región Norte
del Lago Titicaca - Boletín N°5 Serie
D - INGEMMET 1978
- INGEOMIN-BCO.MINERO : Recursos Mineros para el abastecimien
to de la Planta Crucero - Puno
Informe 1978
- Wolff F, Gómez R. : Estudio geológico de la Mina Cecilia
C.M.P.A. 1979
- Arenas, Mario : El distrito minero San Rafael : Estaño
en el Perú.
Tomo 66 Soc. Geol. Perú 1980
- Clark A. y otros : Occurrence and age of tin mineraliza -
tion in the Cordillera Oriental, South-
ern Peru
Economy Geology Vol 78 1983
- Tumialán H., Supo R. : Informe Geológico de la Mina Palca 11
Inédito 1985.

* * * * *

HR/jr.