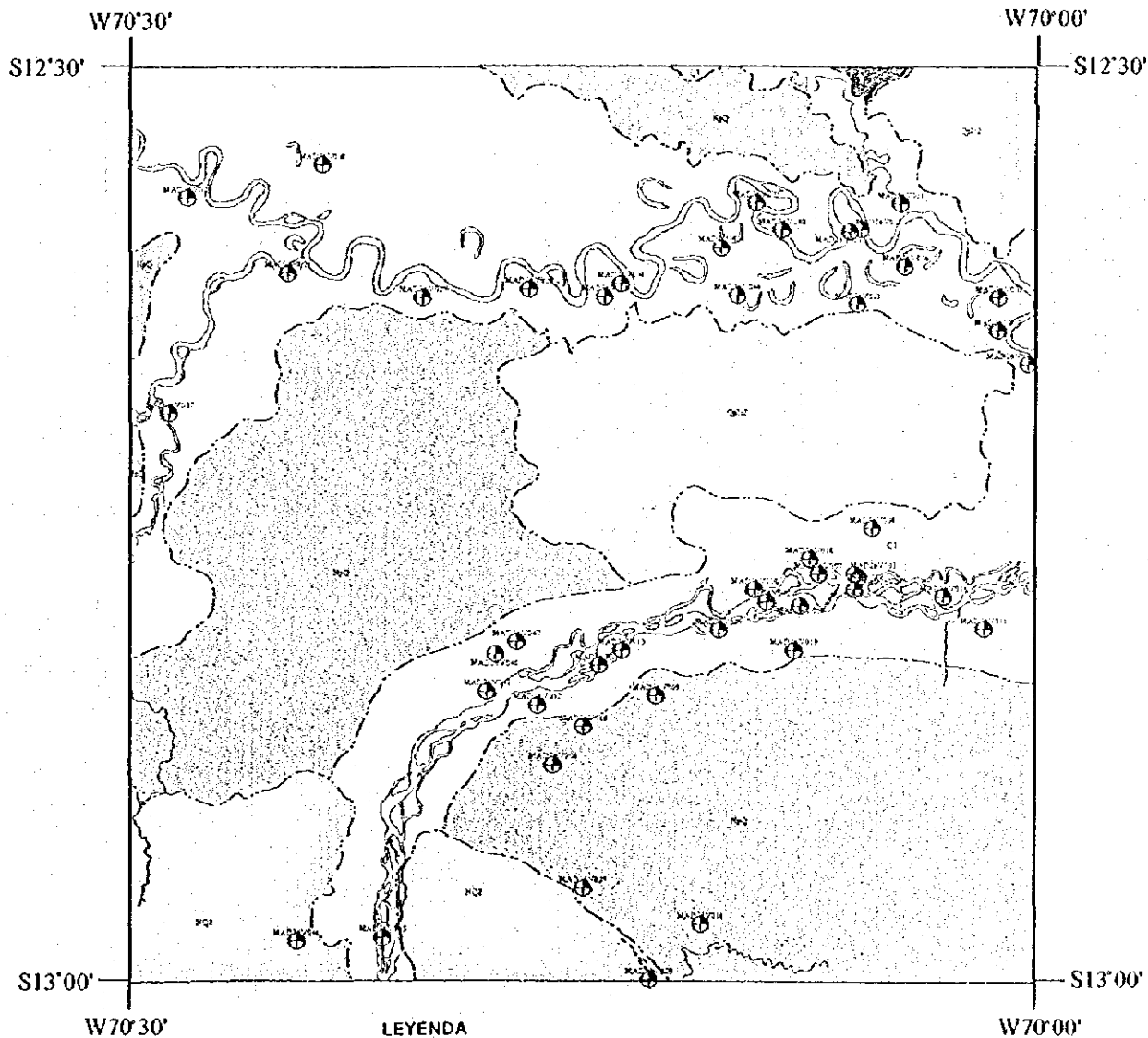


Figura 7-2 IMAGENES DEL LANDSAT/TM (Cuadrángulo 26-v)



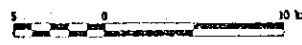
26-V

(Colorado)



LEYENDA

- contacto y nombre de unidad
- contacto, nombre y número de unidad
- número y formación de falda
- eje de pliegue antiformal y su pliegue
- eje de pliegue sinclinal y su pliegue
- falla normal simple
- falla profunda
- zona de falla
- pozo
- pozo con profundidad
- pozo con profundidad y diámetro
- pozo con profundidad, diámetro y nombre
- pozo con profundidad, diámetro, nombre y número
- pozo con profundidad, diámetro, nombre, número y unidad



Nombre de Unidad	Número de Corchete	Unidades de Mapa Geológico del Puro 1975 y 1981 Escala 1:50,000
CLAYTON (U90)	1-10	Formación Verde de Dunas
NEOGENO	11-15	Formación Ely
	16-20	Formación Ogallala
	21-25	Formación Ogallala
	26-30	Formación Ogallala
	31-35	Formación Ogallala
PALEOZOICO	36-40	Grupo Tropic
	41-45	Formación Salsburgo
	46-50	Formación Salsburgo
	51-55	Formación Salsburgo
	56-60	Formación Salsburgo
	61-65	Formación Salsburgo
	66-70	Formación Salsburgo
	71-75	Formación Salsburgo
	76-80	Formación Salsburgo
	81-85	Formación Salsburgo
PALEOZOICO	86-90	Formación Salsburgo
	91-95	Formación Salsburgo
	96-100	Formación Salsburgo
	101-105	Formación Salsburgo
	106-110	Formación Salsburgo
	111-115	Formación Salsburgo
	116-120	Formación Salsburgo
	121-125	Formación Salsburgo
	126-130	Formación Salsburgo
	131-135	Formación Salsburgo

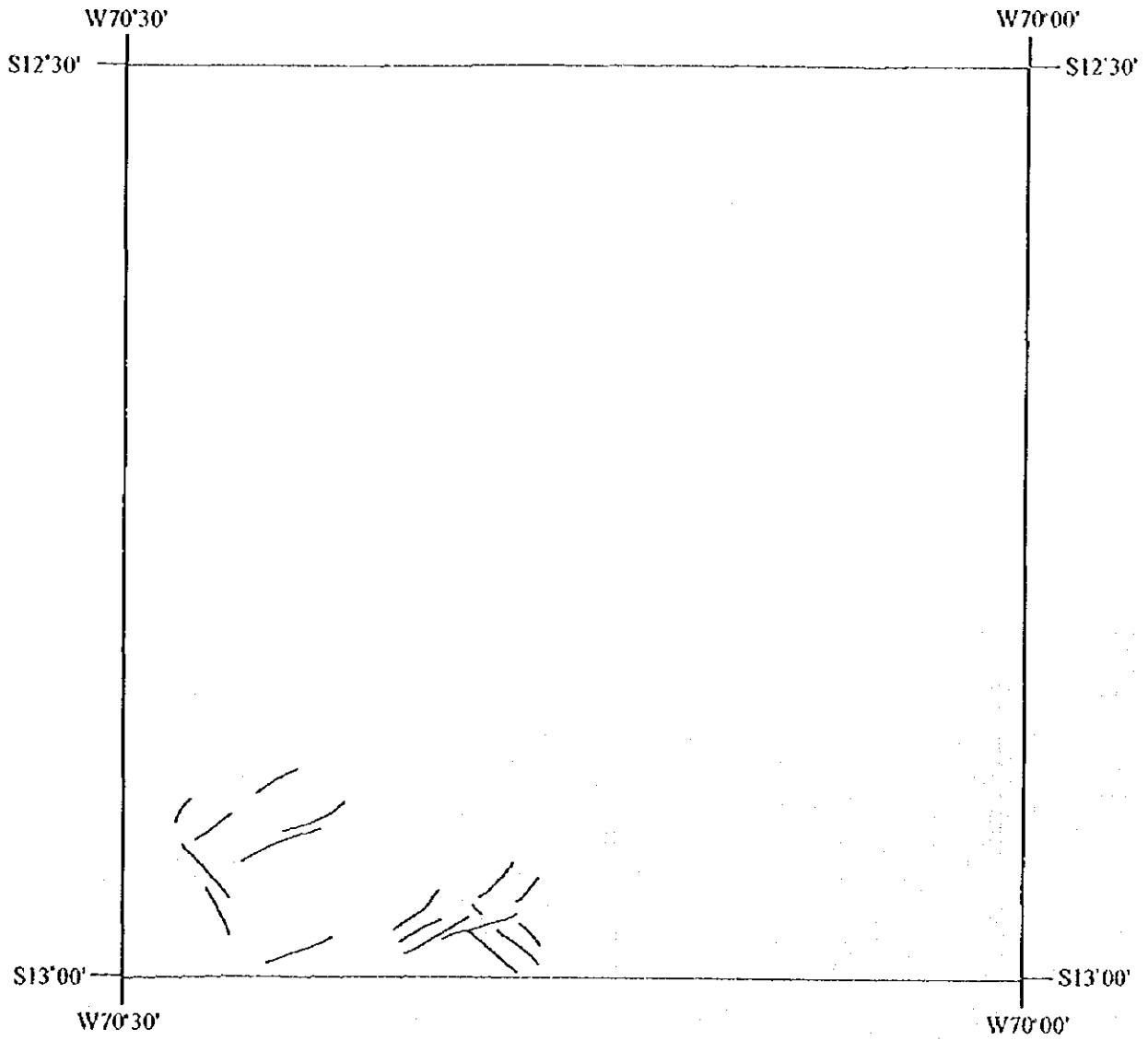
SIMBOLOGIA METALOGENETICA

Elemento	Tipo	Placer	Veta	Contacto Mineral
As, Ag	⊕	⊕	⊕	⊕
Pb/Zn/Cd	⊕	⊕	⊕	⊕
Cu	⊕	⊕	⊕	⊕
Co, Ni	⊕	⊕	⊕	⊕
Uranio	⊕	⊕	⊕	⊕
Sn	⊕	⊕	⊕	⊕

Figura 7-3 MAPA DE INTERPRETACION DE UNIDADES GEOLOGICAS (Cuadrángulo 26-v)



26-V
(Colorado)



LEYENDA

 lineamiento

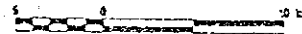


Figura 7-4 MAPA DE INTERPRETACION DE LINEAMIENTOS (Cuadrángulo 26-v)



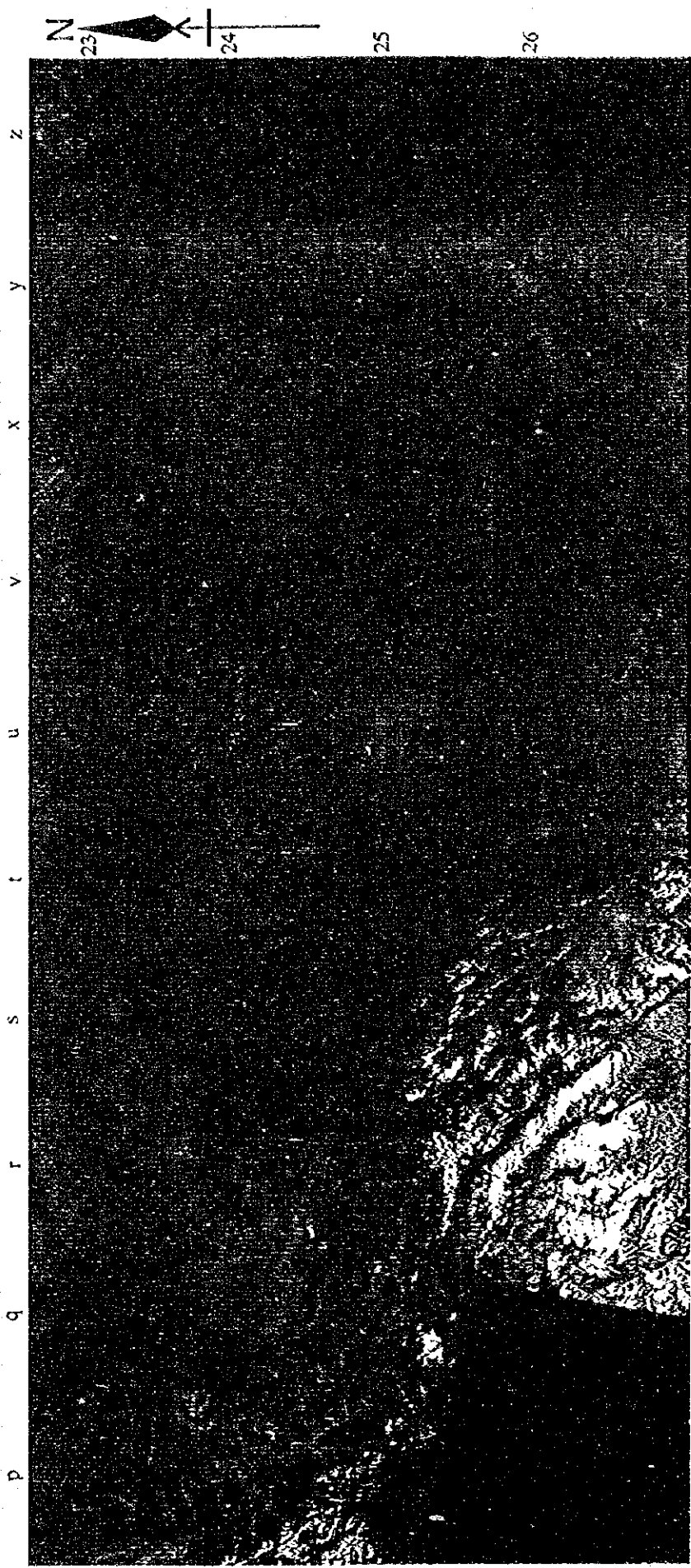
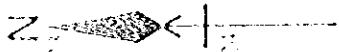


Figura 8 IMAGENES DEL LANDSAT/TM



ESPAÑOLA, ON



CAPITULO 2 ESTUDIO GEOLOGICO

2-1 Generalidades geológicas de los sectores de trabajo

De los 6 sectores en que se realizaron las investigaciones de la presente fase, 5 de ellos se ubican al norte del Cusco, estos son los sectores Paucartambo, Calca-North, Urubamba-North, Urubamba-West y Anta-West, los 2 primeros están contenidos dentro del cuadrángulo topográfico Calca (27-s) y los 3 últimos dentro de Urubamba (27-r). El otro sector es el sector Puerto Maldonado, que tiene como centro la ciudad del mismo nombre y está contenido dentro del cuadrángulo topográfico Puerto Maldonado (26-y).

Los 5 sectores al norte del Cusco están formados por terrenos elevados (4,000 m.s.n.m.), denominados Cordillera Oriental y Las Altiplanicies y por quebradas (3,000 m.s.n.m.), conocidas como Valle del Vilcanota-Urubamba.

En la geología de esta región, según Carlotto et al., (1996), se distribuyen, a partir de las rocas metamórficas del Cámbrico, rocas sedimentarias del Paleozóico, Mesozóico y Cenozóico. Las rocas ígneas están representadas por los granitos, que se suponen son de la actividad del Pérmico y por el batolito, que se supone de la actividad que va desde finales del Cretácico al Terciario. Como rocas intrusivas están los diques medios a ácidos que intruyen dentro de los grupos Paleozóico y Mesozóico. La columna estratigráfica de la presente región se presenta en la Figura 9.

En la estructura geológica del Paleozóico y Mesozóico se destaca el sistema NW-SE que armoniza con la tendencia de los Andes y son evidentes las estructuras plegadas, de fallas de sobrecorrimiento, etc.

El sector Puerto Maldonado está formado por las cuencas del Río Madre de Dios y del Río Tambopata en el punto de confluencia de los mismos Puerto Maldonado. En la cuenca del río a unos 200 m.s.n.m. se desarrollan terrazas fluviales comparativamente elevadas de 5 a 10 m.

Sobre la geología, esta región está cubierta por margas, areniscas y conglomerados del Cuaternario. En la cuenca del Río Madre de Dios se reconocen depósitos de placer auríferos, en cada uno de estos lugares se llevan a cabo extracciones de pequeña envergadura.

Seguidamente se describen los resultados del presente estudio de cada uno de los sectores.

2-2 Sector Paucartambo

2-2-1 Generalidades de la geología (Figura 10)

Las rocas que constituyen este sector de estudio están formadas por rocas metamórficas o sedimentarias de la era Paleozóica del período Ordovícico al Pérmico y rocas sedimentarias de origen volcánico del Pérmico superior al Triásico inferior. En las rocas ígneas se reconocen diques que intruyen al grupo Paleozóico. En la estructura geológica, se desarrolla una estructura del sistema NW-SE paralela al Río Paucartambo y se reconoce la repetición de los estratos debido a los plegamientos y fallas de sobrecojrimiento. Seguidamente se describen las características de las rocas que constituyen al presente sector.

(1) Formación San José (Ordoviciano medio)

Se distribuye en la parte noreste del sector de estudio, formada por alternancia de pizarra, lutita y cuarcita. Presenta rumbo de N33°W y buzamiento de 53°NE. Se distribuye por encima la Formación Sandia que sobreyace con una relación de falla de sobrecojrimiento.

(2) Formación Sandia (Ordoviciano superior)

Esta formación se distribuye en los alrededores del Río Paucartambo y en su parte noreste. Las litofacies principales son arenisca o cuarcita intercalándose pizarra de color negro. El rumbo en Pututuyoc de la cuenca del Río Paucartambo es de N29°W, el buzamiento muestra 51°NE corriente abajo y 55°SW corriente arriba. Además, en la parte noreste del Río Paucartambo son abundantes los que muestran rumbo del sistema NW y buzamiento NE. El primero presenta una estructura anticlinal, el último muestra una estructura monoclinal. La relación con la Formación Paucartambo que sobreyace en la cuenca del Río Paucartambo, debido a que la Formación Zapla no existe, se supone que la relación es de discordancia. En la parte noreste tienen una relación de falla de sobrecojrimiento, suponiéndose que se distribuye por encima de esta.

(3) Formación Zapla (Ordoviciano superior)

En la Quebrada Yanahuaylla se distribuyen pizarra y cuarcita que se comparan con la presente formación. Contacta con la Formación Paucartambo que sobreyace con una relación de falla.

(4) Formación Paucartambo (Siluro - Devoniano)

Se distribuye ampliamente en la totalidad del sector de estudio. Esta formación está compuesta principalmente por pizarra y esquisto de color negro. El rumbo general que muestra es N30°W, el buzamiento presenta las direcciones NE y SW, repitiéndose las

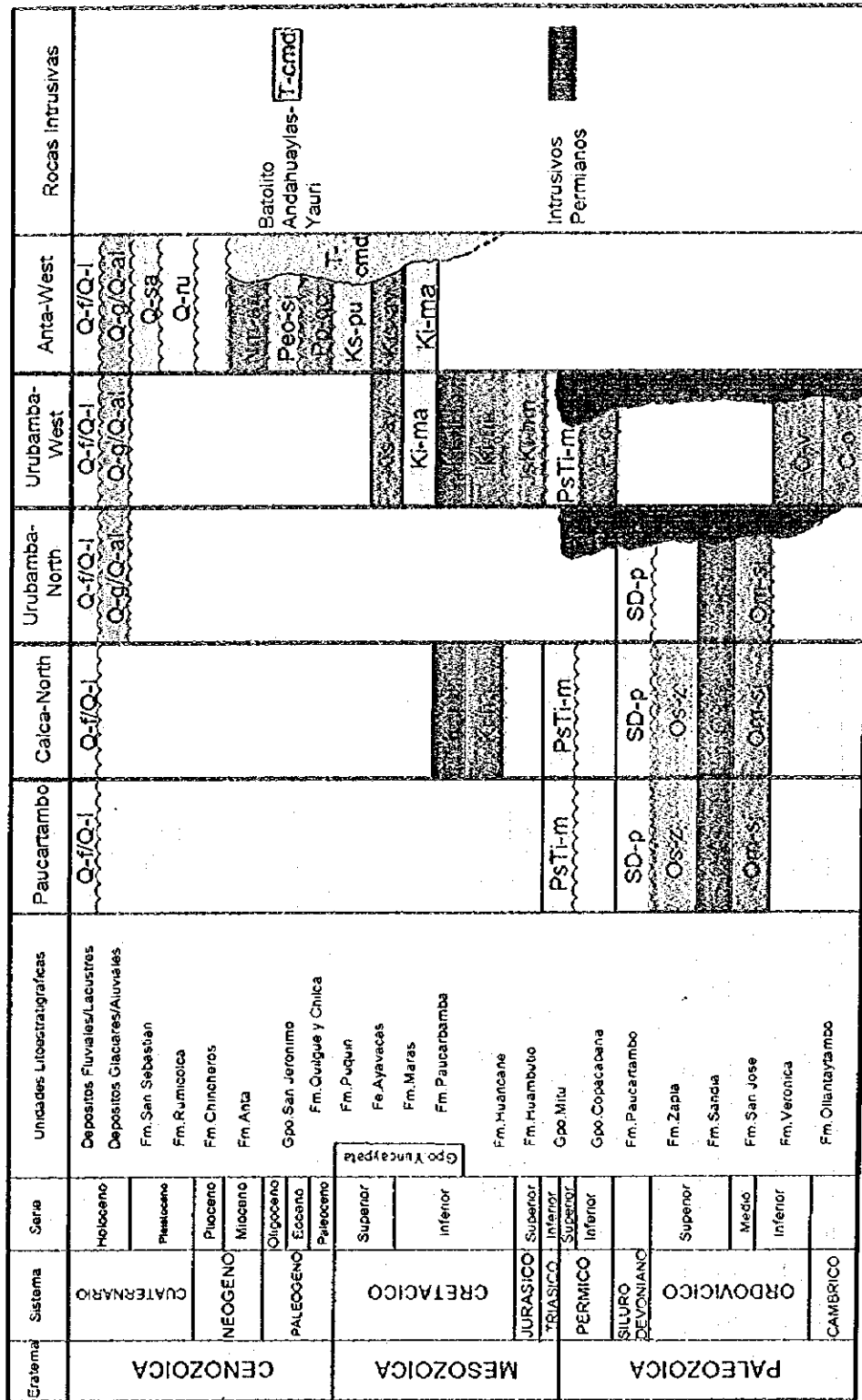
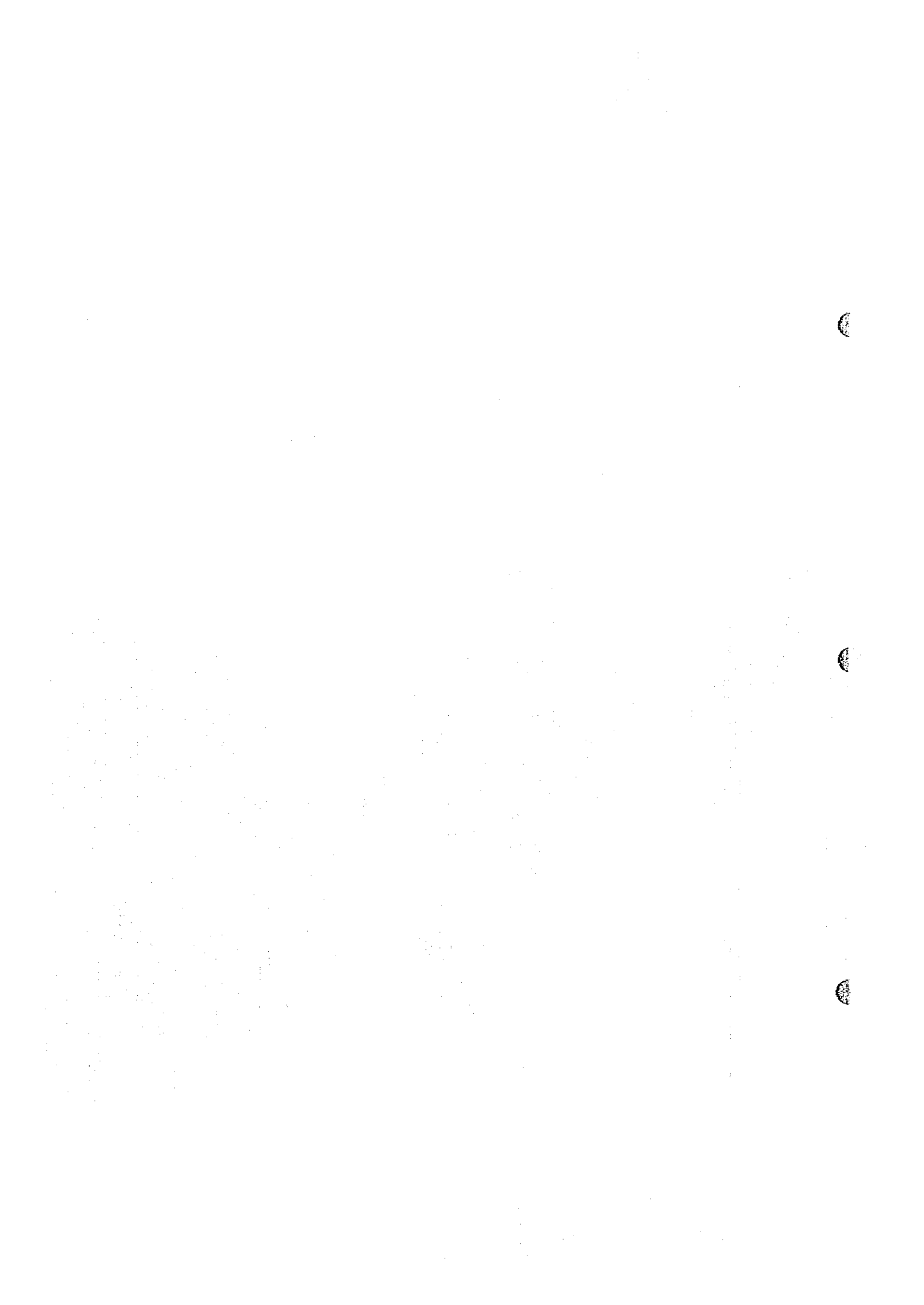


Figura 9 COLUMNA ESTRATIGRAFICA REGIONAL DEL AREA DE ESTUDIO

Year	Output	Output	Output	Output
1950	100	100	100	100
1951	100	100	100	100
1952	100	100	100	100
1953	100	100	100	100
1954	100	100	100	100
1955	100	100	100	100
1956	100	100	100	100
1957	100	100	100	100
1958	100	100	100	100
1959	100	100	100	100
1960	100	100	100	100
1961	100	100	100	100
1962	100	100	100	100
1963	100	100	100	100
1964	100	100	100	100
1965	100	100	100	100
1966	100	100	100	100
1967	100	100	100	100
1968	100	100	100	100
1969	100	100	100	100
1970	100	100	100	100
1971	100	100	100	100
1972	100	100	100	100
1973	100	100	100	100
1974	100	100	100	100
1975	100	100	100	100
1976	100	100	100	100
1977	100	100	100	100
1978	100	100	100	100
1979	100	100	100	100
1980	100	100	100	100
1981	100	100	100	100
1982	100	100	100	100
1983	100	100	100	100
1984	100	100	100	100
1985	100	100	100	100
1986	100	100	100	100
1987	100	100	100	100
1988	100	100	100	100
1989	100	100	100	100
1990	100	100	100	100
1991	100	100	100	100
1992	100	100	100	100
1993	100	100	100	100
1994	100	100	100	100
1995	100	100	100	100
1996	100	100	100	100
1997	100	100	100	100
1998	100	100	100	100
1999	100	100	100	100
2000	100	100	100	100
2001	100	100	100	100
2002	100	100	100	100
2003	100	100	100	100
2004	100	100	100	100
2005	100	100	100	100
2006	100	100	100	100
2007	100	100	100	100
2008	100	100	100	100
2009	100	100	100	100
2010	100	100	100	100
2011	100	100	100	100
2012	100	100	100	100
2013	100	100	100	100
2014	100	100	100	100
2015	100	100	100	100
2016	100	100	100	100
2017	100	100	100	100
2018	100	100	100	100
2019	100	100	100	100
2020	100	100	100	100
2021	100	100	100	100
2022	100	100	100	100
2023	100	100	100	100
2024	100	100	100	100
2025	100	100	100	100
2026	100	100	100	100
2027	100	100	100	100
2028	100	100	100	100
2029	100	100	100	100
2030	100	100	100	100



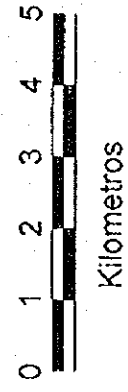
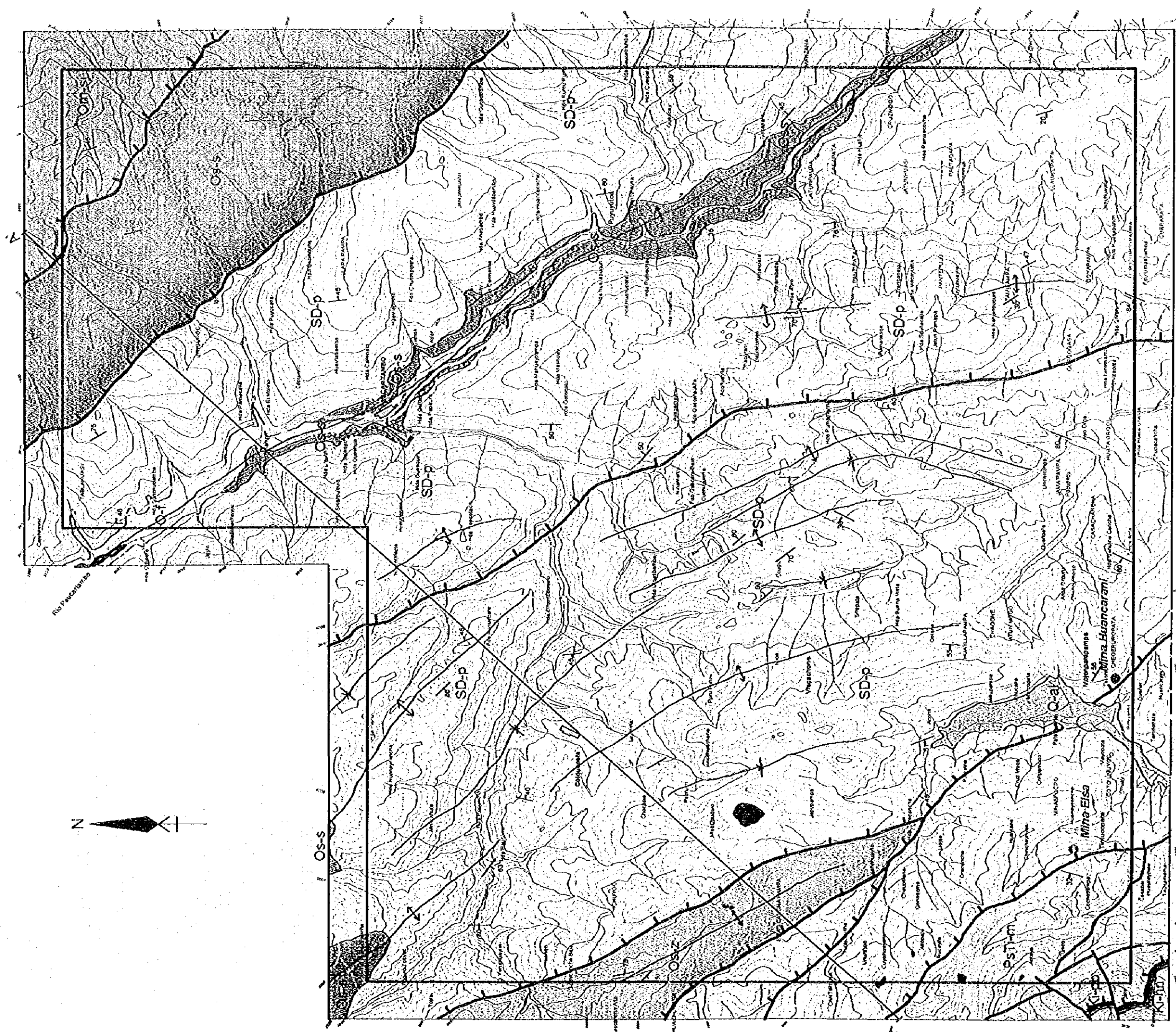


Figura 10-1 MAPA GEOLOGICO DEL SECTOR PAUCARTAMBO
(Escala 1:100,000)

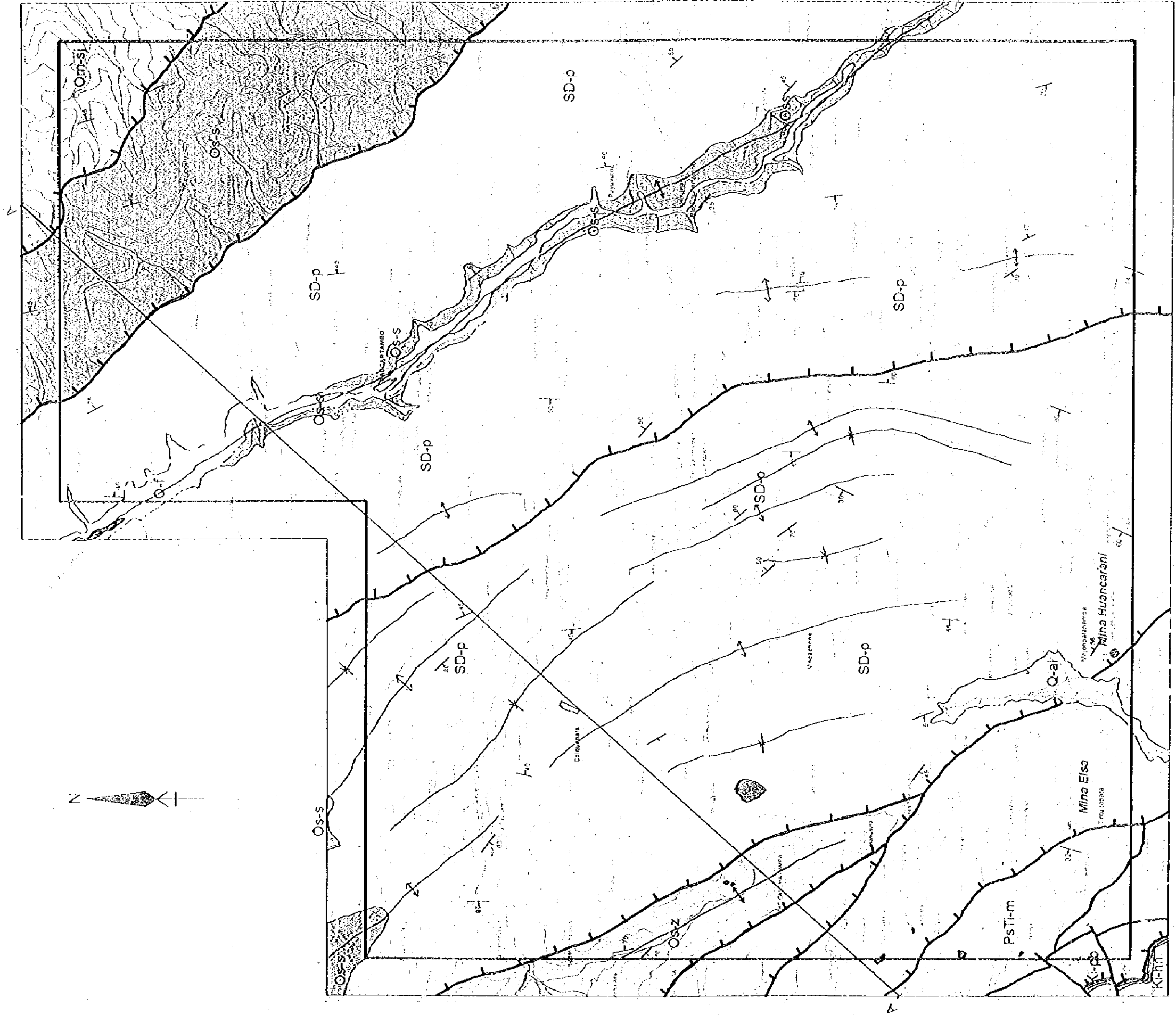
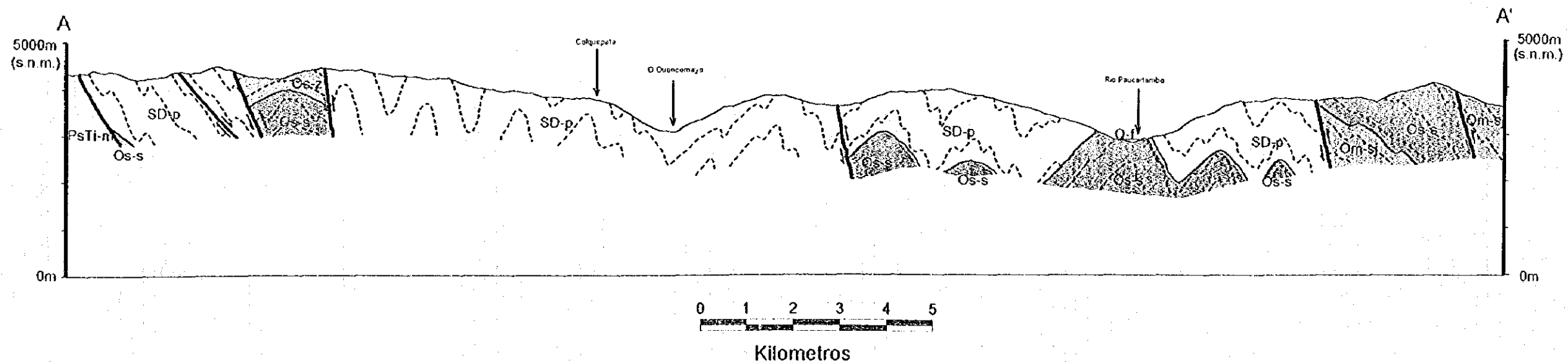


Figura 10-1 MAPA GEOLOGICO DEL SECTOR PAUCARTAMBO
(Escala 1:100,000)



LEYENDA

Era	Sistema	Subsistema	Unidades Litológicas	Rocas Intrusivas	
CENOZOICA	CUATERNARIO	Holoceno	Depositos Fluviocósmicos Q-4, Q-1	Limo, arena, grava	
			Depositos Glaciales Q-3, Q-2	Limo, arena, grava	
		Pleistoceno	Fm. San Sebastián Q-5a	Areniscas	
			Fm. Runtocota Q-ru	Andesita	
	NEOGENO	Mioceno	Fm. Anta	Conglomerado arenisca, fangolita, lava	
		PALEOGENO	Oligoceno	Epo. San Jerónimo Peo-sj	Fangolita, arenisca, conglomerado
	Eoceno		Fm. Quíquis y Chica Peo-qs	Fangolita, arenisca, conglomerado	
	Paloceno		Fm. Paucartambo Peo-pt	Fangolita, arenisca, yeso	
	MESOZOICA	CRETACICO	Superior	Fm. Paquin Ks-pu	Fangolita, arenisca, yeso
				Fm. Ayavaca	Caliza
Fm. Maza Ki-ma				Yeso, fangolita, caliza	
Fm. Paucartambo				Arenisca	
JURASICO		Superior	Fm. Muscane	Arenisca, loba	
			Fm. Huambuta	Conglomerado, arenisca, pizarra	
TRIASICO		Superior	Epo. Mtu PsTj-m	Andesitas, loba, conglomerado	
			Epo. Copacabana	Caliza	
PALEOZOICA		ORDOVICICO	Superior	Fm. Paucartambo SD-p	Pizarra, esquistos
				Fm. Eagle Os-z	Pizarra, cuarcita
	Fm. Sandia			Arenisca, pizarra	
	Fm. San José Os-sj			Pizarra, cuarcita	
	Fm. Varadero			Conglomerado	
	Fm. Oñate, lobo			Pizarra, arenisca, conglomerado, andesitas	
PERMIANO	Superior	Batolito Andahuaylas-Yauri T-and	Granitos, Dioritas, Sienitas, Porfido cuarífero		
		Intrusivos Permiánicos	Granitos		

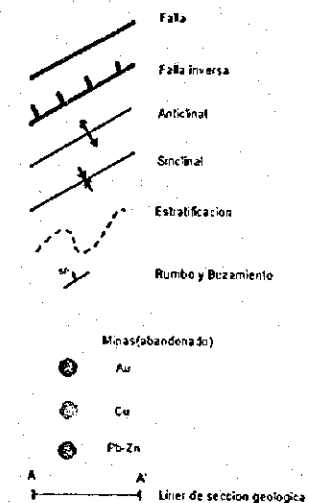
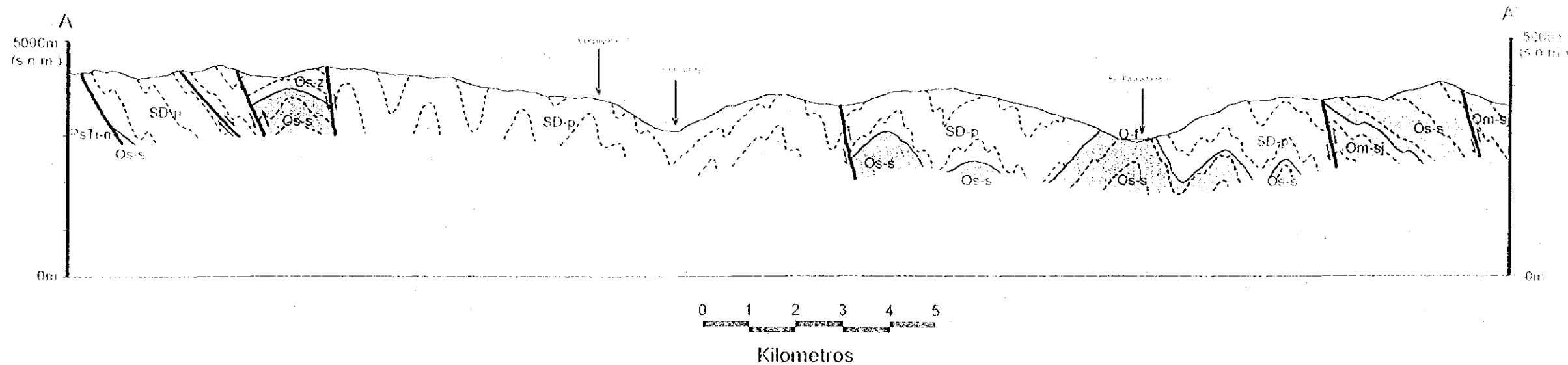


Figura 10-2 PERFIL GEOLOGICO DEL SECTOR PAUCARTAMBO
(Escala 1:100,000)



LEYENDA

Sistema		Sub-sistema	Formación	Unidades Edostratigráficas	Rock Intrusivos	
CENOZOICA	CUATERNARIO	Aluvial	Episodios Aluviales	Q-t	Granito	
		Aluvial	Episodios Aluviales	Q-a	Granito	
		Aluvial	Episodios Aluviales	Q-s	Granito	
		Aluvial	Episodios Aluviales	Q-tu	Granito	
	MIOCENO	Mioceno	Formación	Nm-an	Granito	
		Mioceno	Formación	Peo-sj	Granito	
	MESOZOICA	CRETACEO	Superior	Formación	Pp-qc	Granito
			Superior	Formación	Ks-pa	Granito
			Superior	Formación	Ks-ay	Granito
		TRIÁSICO	Superior	Formación	Ki-ma	Granito
Superior			Formación	Ki-ma	Granito	
Superior			Formación	Ki-ma	Granito	
PALEOZOICA	PERMIANO	Superior	Formación	Jo-Ka-ha	Granito	
		Superior	Formación	Ps-T-n	Granito	
	CARBÓNIFERO	Superior	Formación	Pto	Granito	
		Superior	Formación	SD-p	Granito	
ORDOVICIANO	Superior	Formación	Os-z	Granito		
	Superior	Formación	Os-s	Granito		
	Superior	Formación	Om-sj	Granito		
	Superior	Formación	O-v	Granito		
PRIMARIO	Superior	Formación	C-o	Granito		

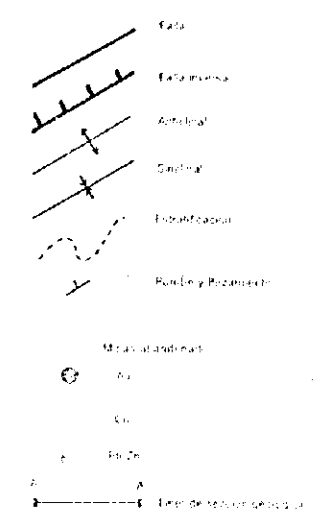


Figura 10-2 PERFIL GEOLOGICO DEL SECTOR PAUCARTAMBO
(Escala 1:100,000)



LEYENDA
















		
		
		
		
		
		
		
		
		
		
		
		
		
		
		

Figura 10. PERFILES GEOLOGICOS DEL SECTOR EN EL CANTON
 (Escala 1:100000)

estructuras de anticlinales y sinclinales. El espesor de la formación es dice que es de 3,000 a 4,000 m según Carlotto et al., (1996). El contacto con el Grupo Mitu que sobreyace es una relación de falla. Esta formación se compara con la Formación Ananea, en la que se distribuye la franja productora de oro al norte del lago Titicaca, que contiene abundantes vetillas de cuarzo.

(5) Grupo Mitu (Pérmico superior - Triásico inferior)

Se distribuye en la parte suroeste del sector de estudio. Las litofacies están compuestas por brecha de color rojo violáceo, conglomerado, toba, etc. Esta formación es la más joven dentro del presente sector, excluyendo las formaciones cuaternarias.

(6) Intrusivos

Los diques andesíticos se reconocen casi paralelamente a las formaciones dentro del grupo Paleozóico. Dentro de estos diques los de ancho de algunos metros son abundantes.

2-2-2 Zonas de alteración y mineralización

A partir de las imágenes del LANDSAT/TM se extrajo el óxido de hierro mediante las anomalías del espectro reconocidas dentro de la Formación Paucartambo.

Estas se distribuyen en amplios límites en el sureste de Viscachone, en la parte central del sector de estudio, reconociéndose abundantes vetillas de óxido de hierro a lo largo de los planos de estratificación dentro de la pizarra de la Formación Paucartambo. Las anomalías espectrales se supone están originadas por la aparición de abundantes vetitas de óxido de hierro en la parte superior de la sobrecarga (superficie del suelo), debido esto a que los planos de estratificación que contienen a este grupo de vetillas y las laderas de las montañas tienen la misma dirección. Por otro lado, en las del norte de Sonqo se reconoció abundante cantidad de óxido de hierro dentro de la pizarra de la Formación Paucartambo.

No se reconocen anomalías espectrales, pero se reconoce sombrero de hierro y pirita diseminada que existe en el dique alterado de color blanco de tipo de brecha dentro de la Formación Paucartambo de los alrededores del contacto entre la Formación Paucartambo al norte de Tintucopata y el Grupo Mitu. Esta zona mineralizada corresponde con la Mina Elsa según Carlotto et al., (1996).

Mina Elsa (abandonada)

Ubicación: Cay Cay, Departamento Cusco, coordenadas UTM (8,508,400 norte, 207,500 este), altitud 4,200 m.

Geología: Dentro de la Formación Paucartambo, en los alrededores de la frontera entre la Formación Paucartambo y el Grupo Mitu.

Mineralización: Las indicaciones minerales son del tipo de vetillas y diseminadas dentro de los diques de granodiorita de color blanco. Se reconocen gossan y pirita.

En el Cuadro 10 se presentan los valores del análisis de las muestras obtenidas en el presente estudio.

Cuadro 10 Valores del análisis de las muestras de la Mina Elsa

Número de Muestra	Nombre y Ancho (m)	Au (ppm)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Sn (ppm)	W (ppm)	Ni (ppm)	Co (ppm)
6KPA26	Gossan (1.0)	0.01	0.2	3	18	133	<1	13	7	26
6KPA27	Brecha (5.0)	<0.01	1.2	20	3,263	1,158	<1	12	26	16
6KPA28	Dique Alt. (2.5)	<0.01	0.4	17	131	984	<1	12	5	6
6KPA32	Dique Alt. (10.0)	<0.01	0.5	23	664	5,391	2	343	12	62

En Mojonpatapampa al norte de Huancarani se reconoce "breccia pipe" con mineralización dentro de la arenisca de la Formación Paucartambo. La "breccia pipe" está armónicamente dentro de la formación y posee un rumbo de N60°W, buzamiento de 45°NE y un ancho de 15 m. En el lado de la pared superior (hastial del techo) de esta "breccia pipe" se reconoce la parte con acumulación de hematita. Esta zona mineralizada corresponde con la Mina Huancarani según Carlotto et al., (1996).

Mina Huancarani (abandonada)

Ubicación: Cay Cay, Departamento Cusco, coordenadas UTM (8,507,500 norte, 212,200 este), altitud 3,900 m.

Geología: Se reconoce dentro de la Formación Paucartambo, "breccia pipe".

Mineralización: Se reconocen gossan, pirita y hematita.

En el Cuadro 11 se presentan los valores del análisis de las muestras obtenidas en el presente estudio.

Cuadro 11 Valores del análisis de las muestras de la Mina Huancarani

Número de Muestra	Nombre y Ancho (m)	Au (ppm)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Sn (ppm)	W (ppm)	Ni (ppm)	Co (ppm)
6KPA18	breccia pipe(7)	<0.01	<0.1	8	12	1,512	6	<1	27	32
6KPA37	breccia pipe(5)	<0.01	<0.1	792	80	408	4	<1	22	54

2-3 Sector Calca-North

2-3-1 Generalidades de la geología (Figura 11)

Este sector se ubica al noroeste del sector Paucartambo, en su parte noreste se distribuye el grupo Paleozóico al igual que el del sector Paucartambo, en su parte suroeste se distribuyen el Grupo Mitu del Pérmico superior al Triásico inferior y el grupo Mesozóico. Desde el punto de vista de la estructura geológica, se desarrollan estructuras del sistema NW-SE y se reconoce la repetición de estratos debido al plegamiento y las fallas de sobrecojamiento.

(1) Formación San José (Ordoviciano medio)

Se distribuye en la parte noreste del sector de estudio, formada por alternancia de pizarra, lutita y cuarcita. En la Quebrada Mollanta muestra rumbo de $N25^{\circ}$ a $36^{\circ}W$ y buzamiento de 60° a $80^{\circ}NE$. Se pone en contacto con la Formación Sandía que la sobreyace con una relación de concordancia y en contacto con la Formación Zapla con una relación de falla de sobrecojamiento.

(2) Formación Sandía (Ordoviciano superior)

Esta formación no se reconoció en el presente estudio, pero según Carlotto et al., (1996) está formada principalmente por arenisca o cuarcita intercalándose pizarra de color negro.

(3) Formación Zapla (Ordoviciano superior)

Esta formación se distribuye desde el sureste del Lago Azulcocha hasta Quebrada Llojlla, en límites de 1 a 6 km de ancho aparente. En las cercanías del Lago Mancacocha se distribuye pizarra y cuarcita. Los contactos con las formaciones sobreyacente y subyacente son de relación de falla.

(4) Formación Paucartambo (Siluro - Devoniano)

Se distribuye estrecha y alargadamente al suroeste de la Formación Zapla, en límites de 1 a 4 km de ancho aparente. Esta formación está constituida principalmente por pizarra y esquisto de color negro. El rumbo general es NW-SE y el buzamiento principal presenta una dirección NE. El contacto con el Grupo Mitu que la sobreyace es de relación de falla.

(5) Grupo Mitu (Pérmico superior - Triásico inferior)

Se distribuye ampliamente en la parte suroeste del sector de estudio. Las litofacies están formadas por brecha de color rojo violáceo, conglomerado, rocas volcánicas andesíticas, entre otras. En la grava dentro del conglomerado se reconocen caliza, cuarcita, rocas volcánicas, etc.

(6) Formación Huancané (Cretáceo inferior)

Se distribuye estrecha y alargadamente intercalada en la falla dentro del Grupo Mitu, hacia el oeste y hacia el sur de Baños Machacancha. En los alrededores de Baños Machacancha, en la arenisca de color pardo rojizo.

(7) Formación Paucarbamba (Cretáceo inferior)

Es la formación más subyacente del Grupo Yuncaypata. Según Carlotto et al., (1996), se reconoce pobremente distribuida al sur de Sunchuqasa, como formación sobreyacente de la Formación Huancané.

(8) Intrusivos

Las rocas intrusivas se reconocen abundantemente dentro de la Formación San José y son diques andesíticos concordantes con los planos de estratificación y rocas intrusivas andesíticas intruyendo dentro del Grupo Mitu. Dentro de estas últimas, la roca intrusiva (6KCA23) de la corriente arriba de Baños Machacancha presenta un color pardo rojizo, se reconocen fenocristales de plagioclasa de 1 cm de tamaño en el pórfido sienítico. Esta roca presenta 24.3 ± 1.2 Ma (Oligoceno superior) en el resultado de datación isotópica por el método de K-Ar.

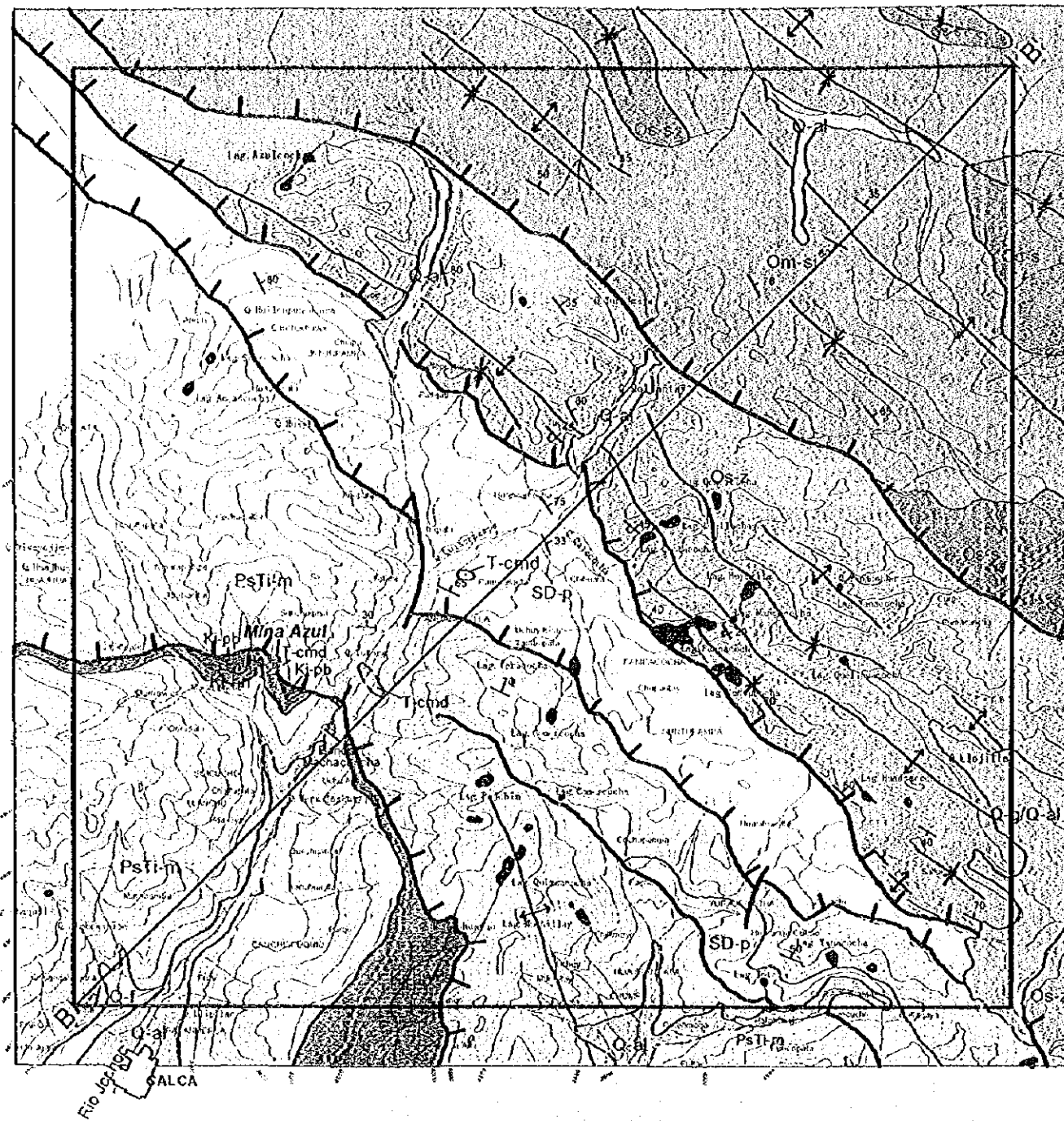
2-3-2 Zonas de alteración y mineralización

A partir de las imágenes del LANDSAT/TM se extrajo el óxido de hierro mediante las anomalías del espectro reconocidas dentro de la formación Paleozóica de la parte noreste del área de estudio. En los resultados de la comprobación del campo, las de los alrededores del Lago Azulcocha se compararon con la zona de cizalla contenido gossan y con la zona de oxidación de pirita diseminada dentro de la roca sedimentaria. Por otro lado, las de los alrededores de Chayñapuerto se supone son las que se extrajeron para el grupo de vetillas de cuarzo con óxido de hierro que se observan paralelamente a los planos de estratificación dentro de la pizarra.

No se reconocen anomalías espectrales, pero se reconocen vetillas y diseminación de calcopirita, pirita y óxido de mineral de cobre dentro del pórfido diorítico (6KCA25) que intruyó en los alrededores del contacto entre el Grupo Mitu al sur de Sunchuqasa y la formación subyacente del Cretácico. La presente zona mineralizada corresponde con la Mina Azul según Carlotto et al., (1996), donde se reporta lo siguiente.

Mina Azul (abandonada)

Ubicación: Calca, Departamento Cusco, coordenadas UTM (8,533,000 norte, 182,500 este), altitud 3,800 m.



LEYENDA

Era	Sistema	Etapa	Unidades Litoestratigráficas	Rocas Intrusivas
CENOZOICA	CUATERNARIO	Holoceno	Depositos Fluviales/Aluviales (Q1) - Limo, arena, grava	
			Depositos Glaciales/Morénicos (Q2) - Limo, arena, grava	
			Fm San Sebastián (Q-ss) - Areniscas	
	NEOGENO	Plioceno	Fm Rumiococha (Q-ru) - Andesita	
		Mioceno	Fm Anta (Ni-an) - Conglomerado arenisca, fangolita, lava	
	PALEOGENO	Oligoceno	Gpo San Jerónimo (Peo-sj) - Fangolita arenisca conglomerado	Edificios Andahuaylas-Yauri (T-cmd)
Eoceno		Fm Quique y Chiba (P-qc) - Fangolita arenisca conglomerado		
Paleoceno		Fm Paucabamba (Ks-pu) - Fangolita arenisca yeso		
		Fm Ayacucho (Ks-ay) - Caliza		
MESOZOICA	CRETACICO	Superior	Fm Maza (Ks-ma) - Yeso fangolita caliza	
			Fm Paucabamba (Ks-pa) - Arenisca	
			Fm Huancane (Ks-hu) - Arenisca toba	
	JURASICO	Superior	Fm Huambulo (Ks-hu) - Conglomerado arenisca, pizarra	
		Inferior	Gpo Mito (PsTi-m) - Andesitas, lava, conglomerado	Intrusivos Permiánicos (Granitos)
			Gpo Capacabana (Ks-ca) - Caliza	
PALEOZOICA	PERMIANO	Superior	Fm Paucartambo (SD-p) - Pizarra esquistosa	
		Inferior	Fm Zapla (Os-z) - Pizarra cuarcosa	
			Fm Sante (Os-s) - Arenisca pizarra	
	CARBONIFERO	Medio	Fm San José (Os-sj) - Pizarra, cuarcosa	
		Inferior	Fm Yanata (Os-ya) - Conglomerado	
			Fm Ollanta Ayta (Os-ol) - Pizarra, arenisca conglomerado, andesitas	

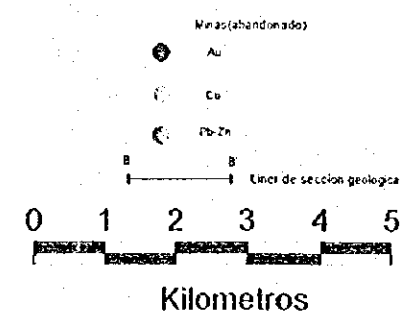
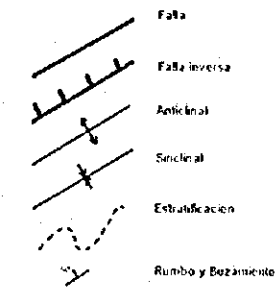
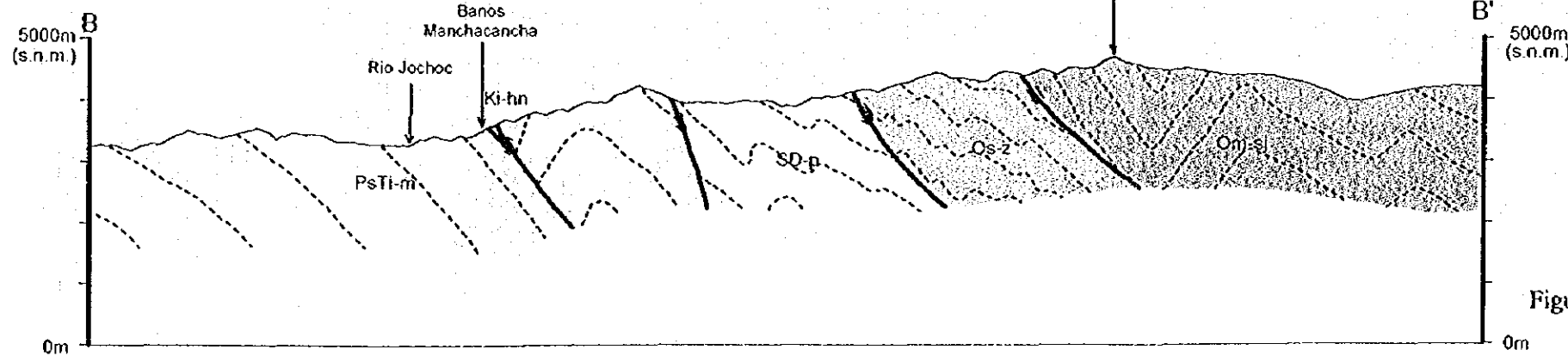
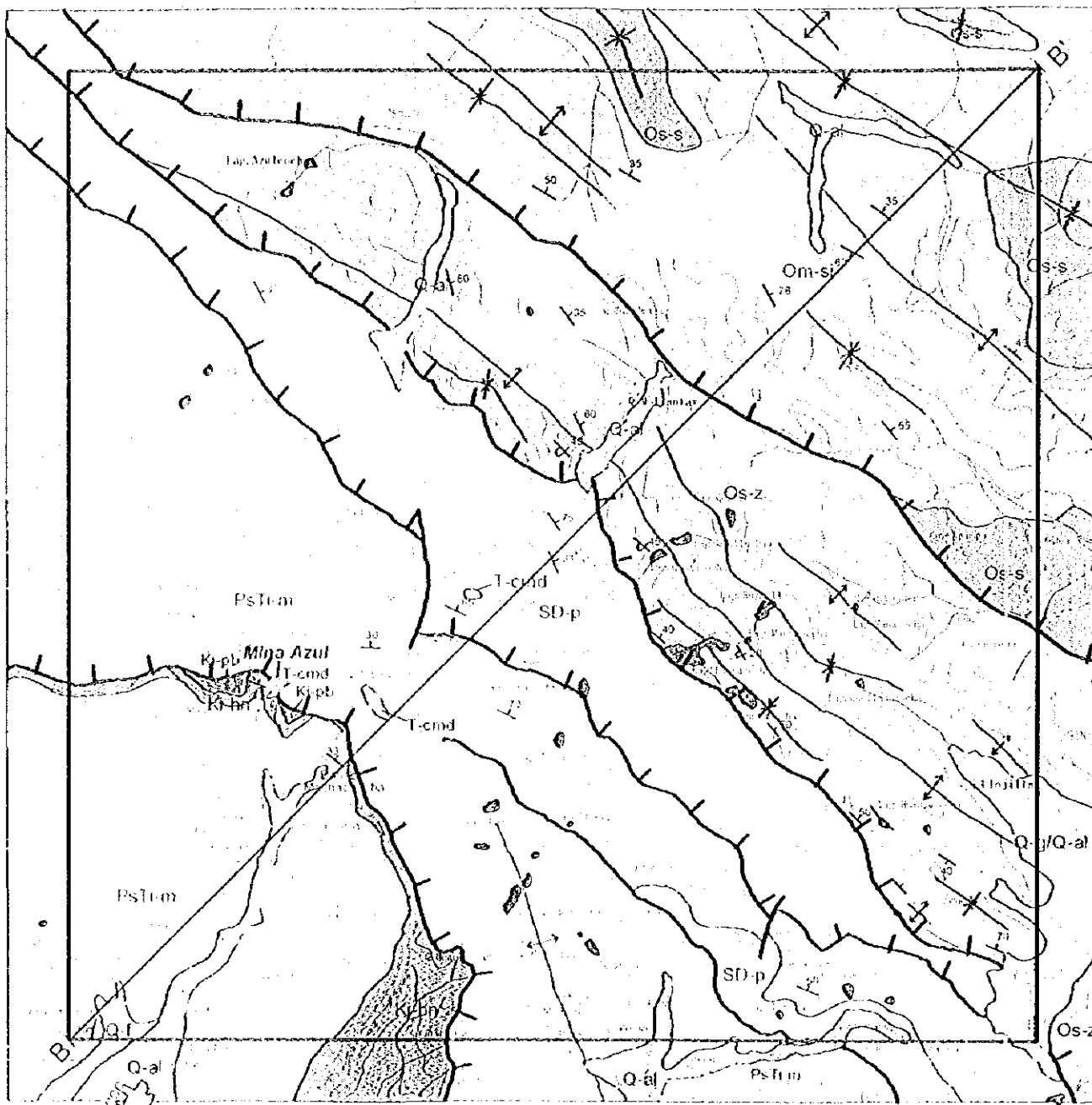
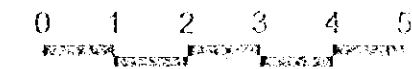
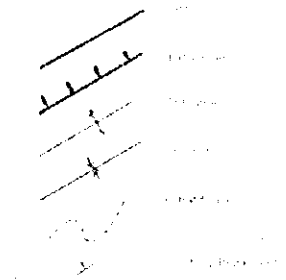


Figura 11 MAPA GEOLOGICO Y PERFIL DEL SECTOR CALCA-NORTH (Escala 1:100,000)



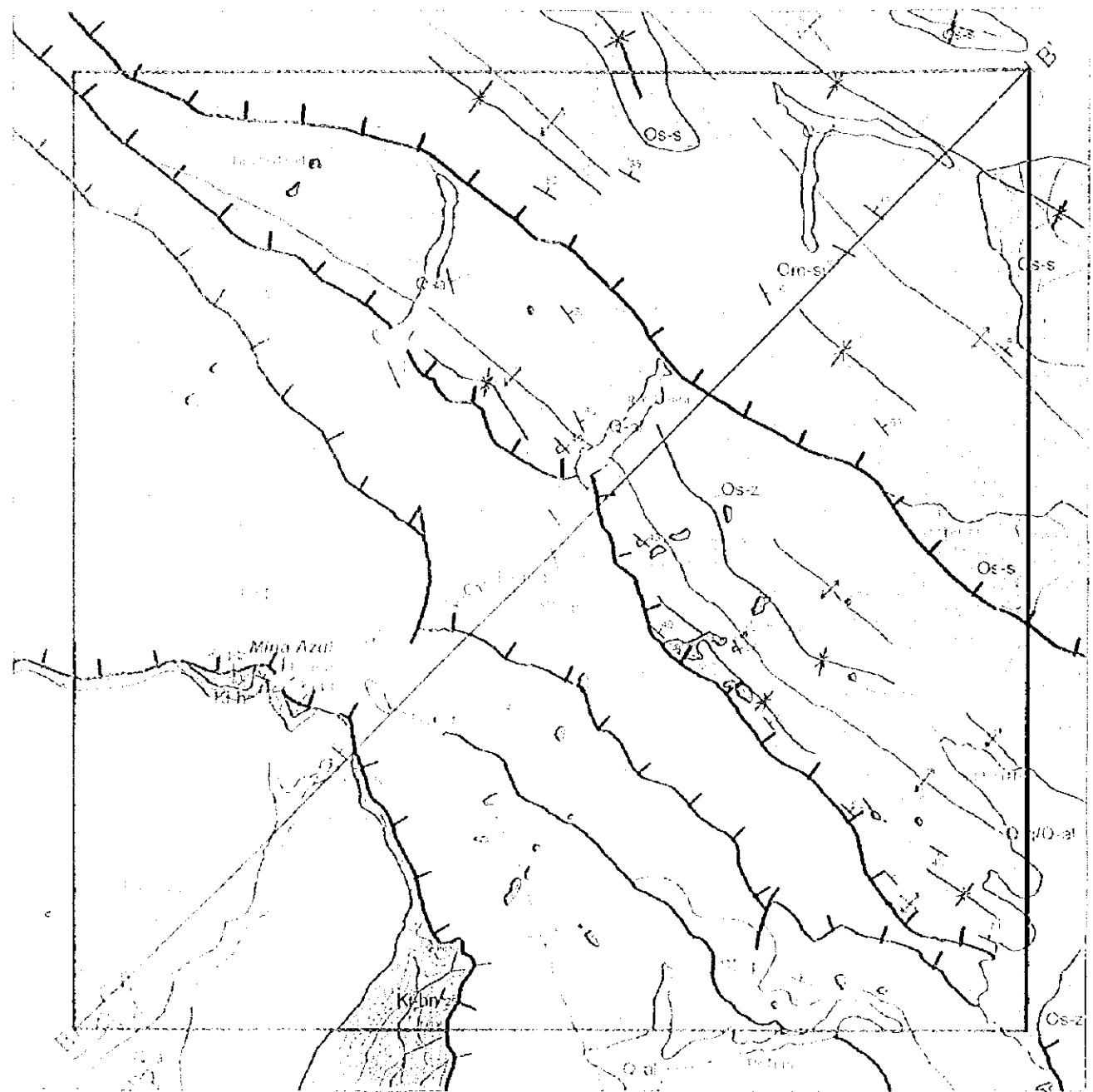
LEYENDA

UNIDADES GEOLOGICAS		TIPO DE UNIDADES	
PsTm	PsTm	PsTm	PsTm
T-cnd	T-cnd	T-cnd	T-cnd
SD-p	SD-p	SD-p	SD-p
Os-s	Os-s	Os-s	Os-s
Os-z	Os-z	Os-z	Os-z
Q-al	Q-al	Q-al	Q-al
Q-j/Q-al	Q-j/Q-al	Q-j/Q-al	Q-j/Q-al
Ki-hn	Ki-hn	Ki-hn	Ki-hn
Ki-pb	Ki-pb	Ki-pb	Ki-pb
Ki-ha	Ki-ha	Ki-ha	Ki-ha
Ki-pa	Ki-pa	Ki-pa	Ki-pa
Ki-s	Ki-s	Ki-s	Ki-s
Ki-sb	Ki-sb	Ki-sb	Ki-sb
Ki-ha	Ki-ha	Ki-ha	Ki-ha
Ki-hn	Ki-hn	Ki-hn	Ki-hn
N-lu	N-lu	N-lu	N-lu
Pic	Pic	Pic	Pic
Sl-g	Sl-g	Sl-g	Sl-g
Cs-z	Cs-z	Cs-z	Cs-z
Cs-s	Cs-s	Cs-s	Cs-s
Om-sj	Om-sj	Om-sj	Om-sj
O-z	O-z	O-z	O-z
Co	Co	Co	Co

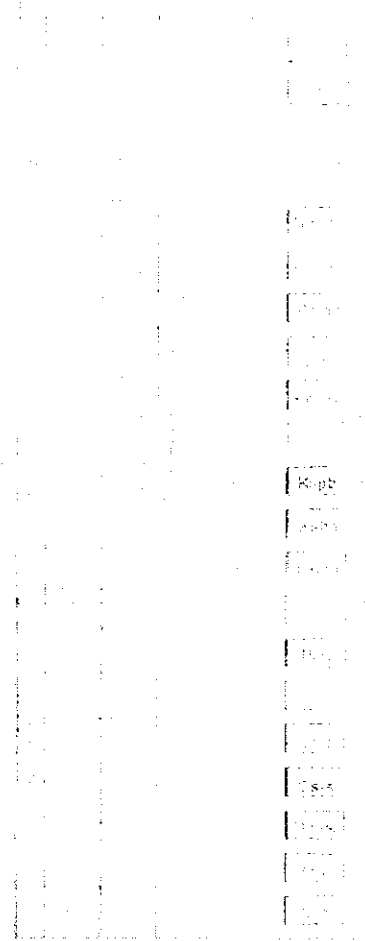


Kilometros

Figura 11 MAPA GEOLOGICO Y PERFIL DEL SECTOR CALCA-NORTH (Escala 1:100,000)



GENERAL



147

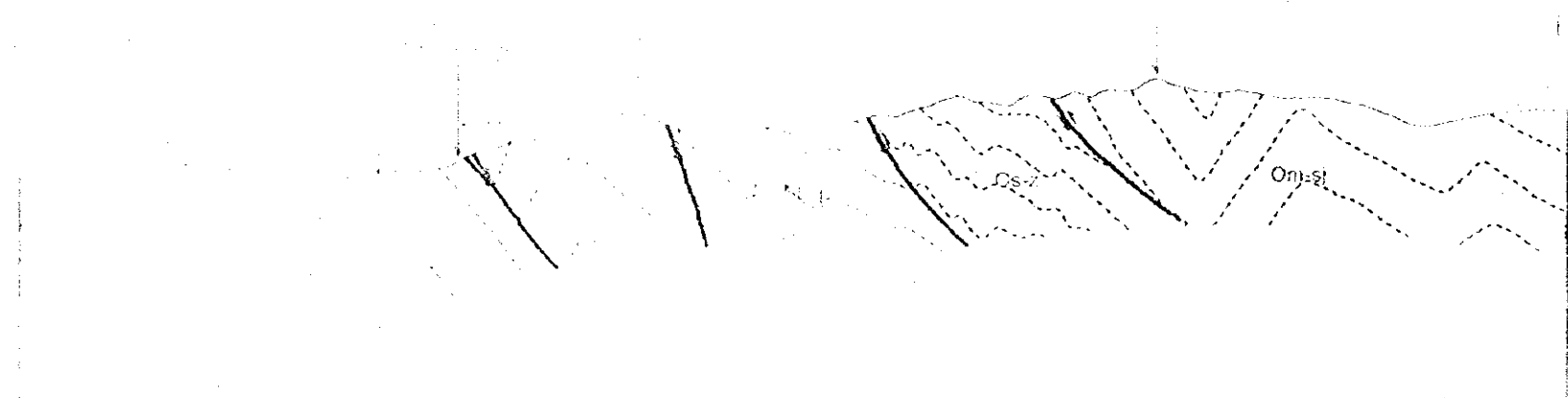


Figure 11. MAP AND CROSS SECTION OF THE ...

Geología: Se distribuye en el Grupo Mitu y la Formación Huancané.

Mineralización: El tipo de la mineralización es de vetas, se reconocen bornita y calcopirita.

En el Cuadro 12 se presentan los valores del análisis de las muestras obtenidas en el presente estudio.

Cuadro 12 Valores del análisis de las muestras de la Mina Azul

Número de Muestra	Nombre y Ancho (m)	Au (ppm)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Sn (ppm)	W (ppm)	Ni (ppm)	Co (ppm)
6KCA19	Cobre verde (1.0)	0.01	2.9	21,424	18	1,062	<1	288	2	72
6KCA20	Cobre verde (1.0)	<0.01	0.6	7,740	28	968	<1	256	<1	116

2-4 Sector Urubamba-North

Las rocas que constituyen este sector de estudio son roca ígnea o sedimentarias de la era Paleozóica del período Ordovícico al Pérmico y rocas sedimentarias de origen volcánico del Pérmico superior al Triásico inferior. En las rocas ígneas se reconocen granitos que se ponen en contacto con el grupo Paleozóico con relación de falla y diques que intruyen al grupo Paleozóico. En la estructura geológica se desarrolla la estructura del sistema NW-SE y se reconoce la repetición de los estratos debido a los plegamientos y las fallas de sobre-corrimiento. Seguidamente se describen las características de las rocas que constituyen el presente sector de estudio.

2-4-1 Generalidades de la geología (Figura 12)

(1) Formación San José (Ordoviciano medio)

El sector de estudio está constituido principalmente por rocas intrusivas. La litología está formada por alternancia de pizarra, lutita y cuarcita. Los alrededores de la parte central del sector de estudio muestra un rumbo de N38° a 43°W y un buzamiento de 30° a 50°NE. La relación con la Formación Sandia que la sobreyace se supone es una relación de concordancia según Carlotto et al., (1996).

(2) Formación Sandia (Ordoviciano superior)

Esta formación se distribuye en la parte noreste del sector de estudio. La misma no se reconoció en el presente estudio, pero según Carlotto et al., (1996) está formada principalmente por arenisca o cuarcita intercalándose pizarra de color negro.

(3) Formación Paucartambo (Siluro - Devoniano)

Se distribuye en los alrededores de Lares, en la parte sur del sector de estudio. Esta formación está constituida principalmente por pizarra y esquisto de color negro. El rumbo general es NW-SE y el buzamiento NE, se reconoce una estructura plegada que muestra una dirección SW. En el Río Lares se pone en contacto con la Formación San José con una relación de falla.

(4) Grupo Mitu (Pérmico superior - Triásico inferior)

Esta formación se distribuye escasamente en la ladera de las montañas de la orilla sur del Río Trapiche. Haciendo un juicio a partir del bloque se supone esta formado por rocas volcánicas de color rojo violáceo y conglomerados.

(5) Intrusivos

Se reconocen diques de composición media a básica intruyendo dentro del grupo Paleozóico y una parte de granitos de la actividad ígnea del Pérmico, que según Carlotto et al., (1996) se conocen como batolito Vilcabamba o Machu Picchu.

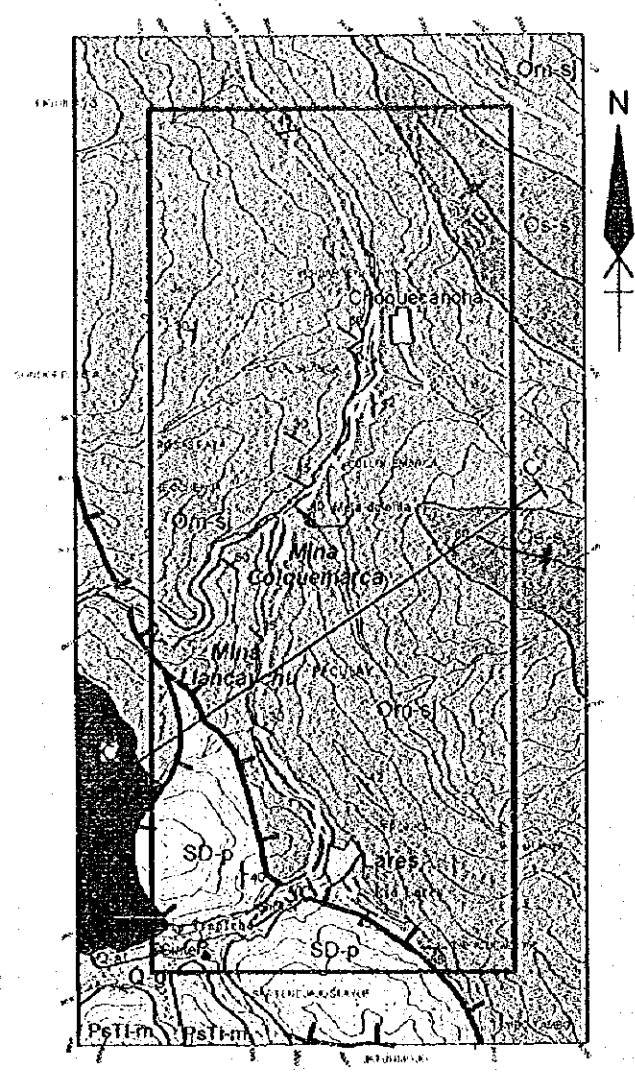
La primera de estas rocas intrusivas, extraída en Paculay, se reconoce metadolerita (6HUN06) de aproximadamente 2 m de ancho intruyendo en forma de sill dentro de la pizarra. El resultado de la datación isotópica por el método de K-Ar de esta roca mostró $1,400 \pm 70$ Ma. Pero, esta datación, como se muestra en el documento Apéndice F de este informe, el contenido de K presenta valores de 0.09% y menor que 0.1%, por lo que hay una elevada posibilidad de que no se presenten dataciones de K-Ar precisas. Esta datación es discordante con las condiciones geológicas alrededores, en el futuro es necesario realizar un detallado estudio para aclarar esta contradicción.

La última de las rocas intrusivas se distribuye en el suroeste de Lares, es granito biotítico holocristalino (6HUN10).

2-4-2 Zonas de alteración y mineralización

En este sector no se reconocieron anomalías espectrales a partir de las imágenes del LANDSAT/TM.

En el Río Lares se reconoce una zona de cizalla, en forma de falla, es la frontera entre la Formación Paucartambo y la Formación San José, dentro de esta zona de cizalla se reconocen sombrero de fierro y brecha de falla (tamaño del mayor diámetro 15 cm) de lutita de color negro que contiene pirita.



LEYENDA

Era	Sistema	Edad	Unidades Litológicas	Rocas Intrusas	
CENOZOICA	CUATERNARIO	Holoceno	Depositos Fluviales/Aluviales Qd-Qt	Limo, arena, grava	
			Depositos Glaciares/Aluviales Qp-Qr	Limo, arena, grava	
			Fm San Sebastián Q-sa	Areniscas	
	PALEOGENO	Paríto-Cano	Fm Runicola Q-ru	Andesita	
		Mioceno	Fm Anta Mf-an	Conglomerado arenisca, fangolita, lava	
		Oligoceno	Gpo San Jerónimo Pe-o-sj	Fangolita, arenisca conglomerado	
MESOZOICA	CRETACICO	Eoceno	Fm Oulqay y Chica Pc-co	Fangolita, arenisca conglomerado	
		Paleoceno	Fm Puquín Ks-pu	Fangolita, arenisca yeso	
			Fm Ayexas Ks-ay	Caliza	
			Fm Marat Ks-ma	Yeso, fangolita caliza	
			Fm Paucabamba Ks-pa	Arenisca	
			Fm Huancayo Ks-hu	Arenisca, toba	
	AYRASICO	Superior	Fm Huambudo Ks-hu	Conglomerado arenisca pizarra	
		Inferior	Gpo Mitu PsTi-m	Andesitas, toba, conglomerado	
	TRIASICO	Superior	Gpo Copacabana PsTi-m	Caliza	
		Inferior	Fm Paucartambo SD-p	Pizarra, esquisto	
	PALEOZOICA	ORDOVICICO	Superior	Fm Zepia Os-z	Pizarra, cuarcita
				Fm Sanda Os-sa	Arenisca pizarra
Media			Fm San José Os-sj	Pizarra, cuarcita	
Inferior		Fm Verónica Os-v	Conglomerado		
Devónico		Fm Otanta y Ambo Os-ot	Pizarra, arenisca, conglomerado, andesitas		
				Batolito Andahuaylas-Yauli T-cmb Granitos Dulitas Seditas Posible cuarífero	
				Intrusivos Punitanos Cenizas	

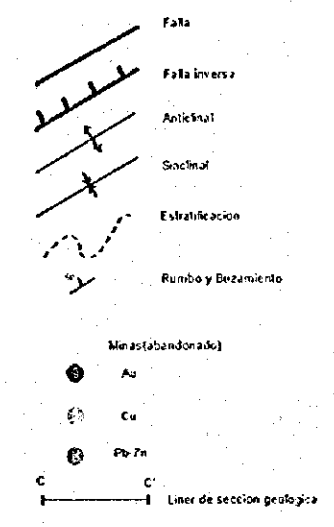
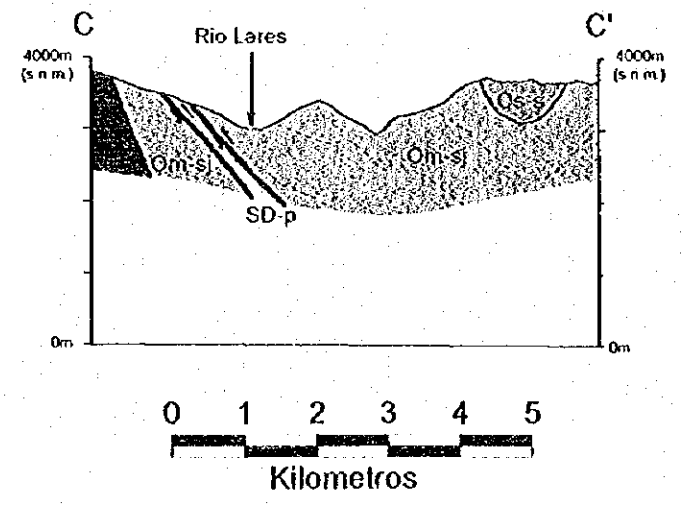
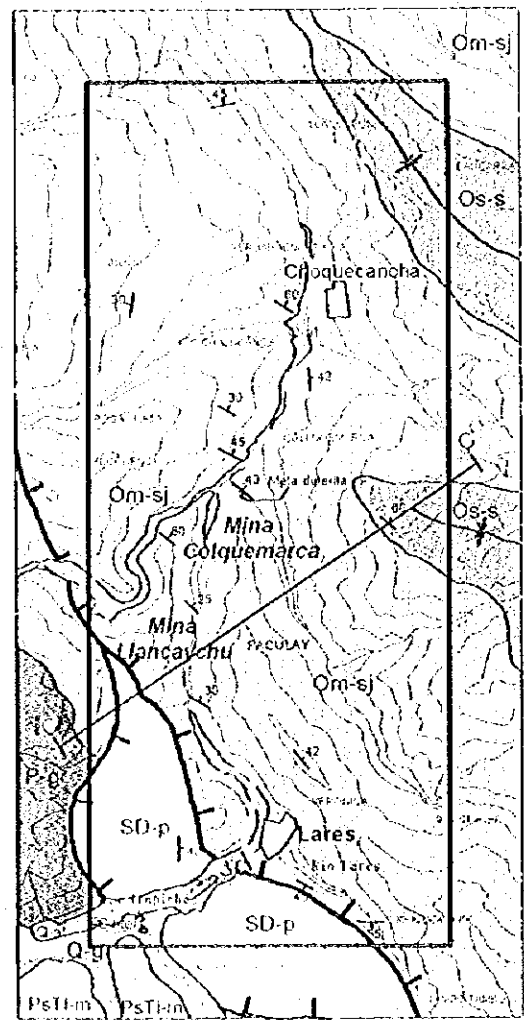


Figura 12 MAPA GEOLOGICO Y PERFIL DEL SECTOR URUBAMBA-NORTH (Escala 1:100,000)



LEYENDA

Unidad Geológica	Descripción	Simbología	Observaciones
SERVICIOS	Carretera	[Symbol]	
	Camino	[Symbol]	
	Rio	[Symbol]	
	Arroyo	[Symbol]	
	Canal	[Symbol]	
	Parcela	[Symbol]	
	Parcela	[Symbol]	
	Parcela	[Symbol]	
	Parcela	[Symbol]	
	Parcela	[Symbol]	
MESOZOICA	Grupos	[Symbol]	
	Grupos	[Symbol]	
	Grupos	[Symbol]	
	Grupos	[Symbol]	
	Grupos	[Symbol]	
	Grupos	[Symbol]	
	Grupos	[Symbol]	
	Grupos	[Symbol]	
	Grupos	[Symbol]	
	Grupos	[Symbol]	
PALEOZOICA	Grupos	[Symbol]	
	Grupos	[Symbol]	
	Grupos	[Symbol]	
	Grupos	[Symbol]	
	Grupos	[Symbol]	
	Grupos	[Symbol]	
	Grupos	[Symbol]	
	Grupos	[Symbol]	
	Grupos	[Symbol]	
	Grupos	[Symbol]	

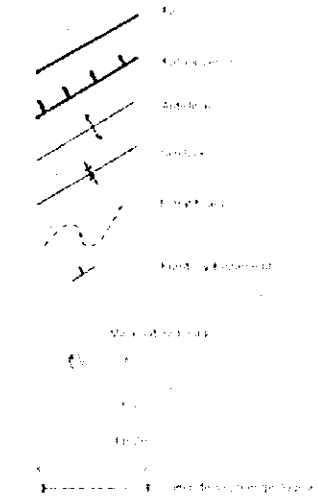
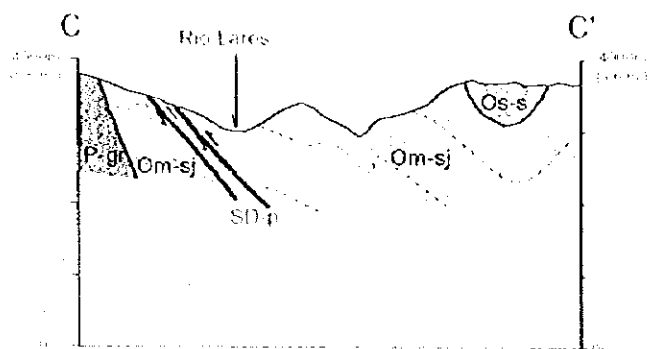


Figura 12 MAPA GEOLOGICO Y PERFIL DEL SECTOR URUBAMBA-NORTH (Escala 1:100,000)

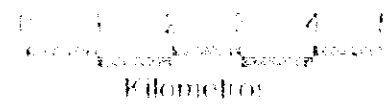
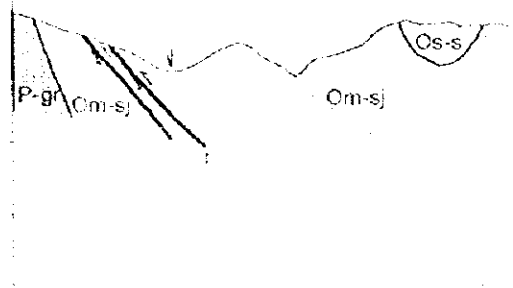
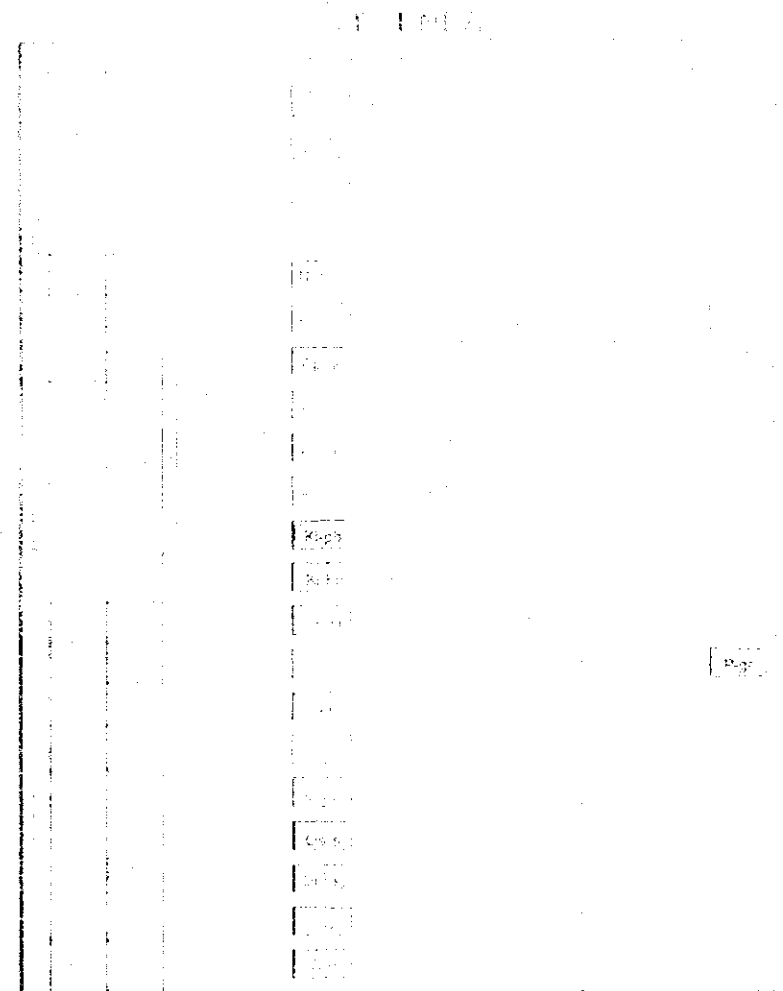
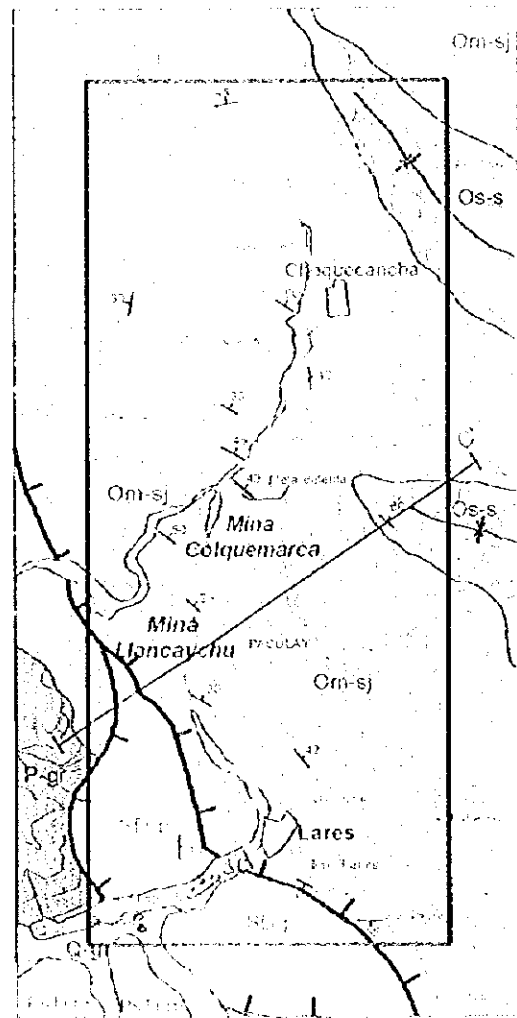


Figura 2. MAPA GEOLOGICO Y PERIF. DEL SECTOR URUBAMBA NOROCCIDENTAL
(Escala 1:100,000)

En la rivera sur del Rfo Trapiche se reconocen indicaciones de aguas termales (temperatura del agua de aproximadamente 30°C), en sus alrededores se reconoce en amplios límites, como sinter predomina calcita y contenido cuarzo y dolomita.

2-5 Sector Urubamba-West

Las rocas que constituyen este sector, según Carlotto et al., (1996), son de la Formación Ollantaytambo del Cámbrico, como la formación más antigua, distribuyéndose hasta el Grupo Yuncaypata del Cretácico dentro del grupo Mesozoico, con ausencia de algunas unidades geológicas. Las rocas ígneas son los diques de rocas ácidas que intruyen en el grupo Paleozóico y los granitos que se reconocen en las partes noreste y suroeste del sector de estudio. La estructura geológica en el grupo Paleozóico tiene un rumbo general del sistema WNW-ESE para las estructuras que se desarrollan, se distribuyen las formaciones que sobreyacen a medida que se extienden hacia el norte. Las formaciones posteriores al Grupo Mitú se ponen en contacto con estas mediante una relación de discordancia. Seguidamente se describen las características de las rocas que constituyen este sector.

2-5-1 Generalidades de la geología (Figura 13)

(1) Formación Ollantaytambo (Cambrico ?)

Se distribuye en la parte oeste del sector de estudio. En las cercanías de Ollantaytambo se reconocen andesitas y en la carretera nacional desde Ollantaytambo hacia Quillabamba, pizarra, lutita, arenisca, conglomerado, cuarcita, etc. Esta formación, debido a que toda la estructura geológica superior se ubica sobre ella, se supone del grupo Cámbrico, pero no han sido reconocidos fósiles u otros, por lo que esta datación no está confirmada.

(2) Formación Verónica (Ordovicico inferior)

Se distribuye en la parte noroeste del sector de estudio como la formación que sobreyace a la Formación Ollantaytambo. Hacia el sur de esta formación, en Tastayoc se destaca el estrato de conglomerado con intercalaciones de cuarcita y arenisca, que presenta un rumbo de N62° a 67°W y buzamiento de 42° a 52°NW.

(3) Formación San José (Ordovicico medio)

Se distribuye en la parte central del sector de estudio. Las rocas constituyentes son principalmente pizarra y arenisca, presenta un rumbo de N40° a 59°W y buzamiento de 61° a 80°W. En las cercanías de Mantayoc se destaca la pizarra que contiene magnetita.

(4) Grupo Copacabana (Pérmico inferior)

Esta formación se distribuye en la parte este de San Isidro como pequeñas unidades. La roca es caliza de color gris rosado. Está en contacto con el Grupo Mitu que es la formación sobreyacente, con una relación de concordancia.

(5) Grupo Mitu (Pérmico superior - Triásico inferior)

Se distribuye ampliamente en la parte este del sector de estudio. Las rocas que la constituyen están formadas por lavas andesíticas de color rojo violáceo, tobas de color gris claro, lutita, arenisca, etc. se destaca el rumbo del sistema E-W.

(6) Formación Huambutío (Jurásico superior - Cretácico inferior)

Según Carlotto et al., (1996), se distribuye en la rivera sur del Río Vilcanota como la formación que sobreyace a la Formación Ollantaytambo. En la litología se establecen arenisca silicea, marga de color rojo y yeso.

(7) Formación Huancané (Cretácico inferior)

Según Carlotto et al., (1996), se distribuye estrecha y alargadamente a lo largo del Río Vilcanota como la formación que sobreyace al Grupo Mitu. En el suroeste de San Isidro está formada por toba en la que se reconoce abundante plagioclasa que presenta un color pardo rojizo.

(8) Grupo Yuncaypata (Cretácico inferior - Cretácico superior)

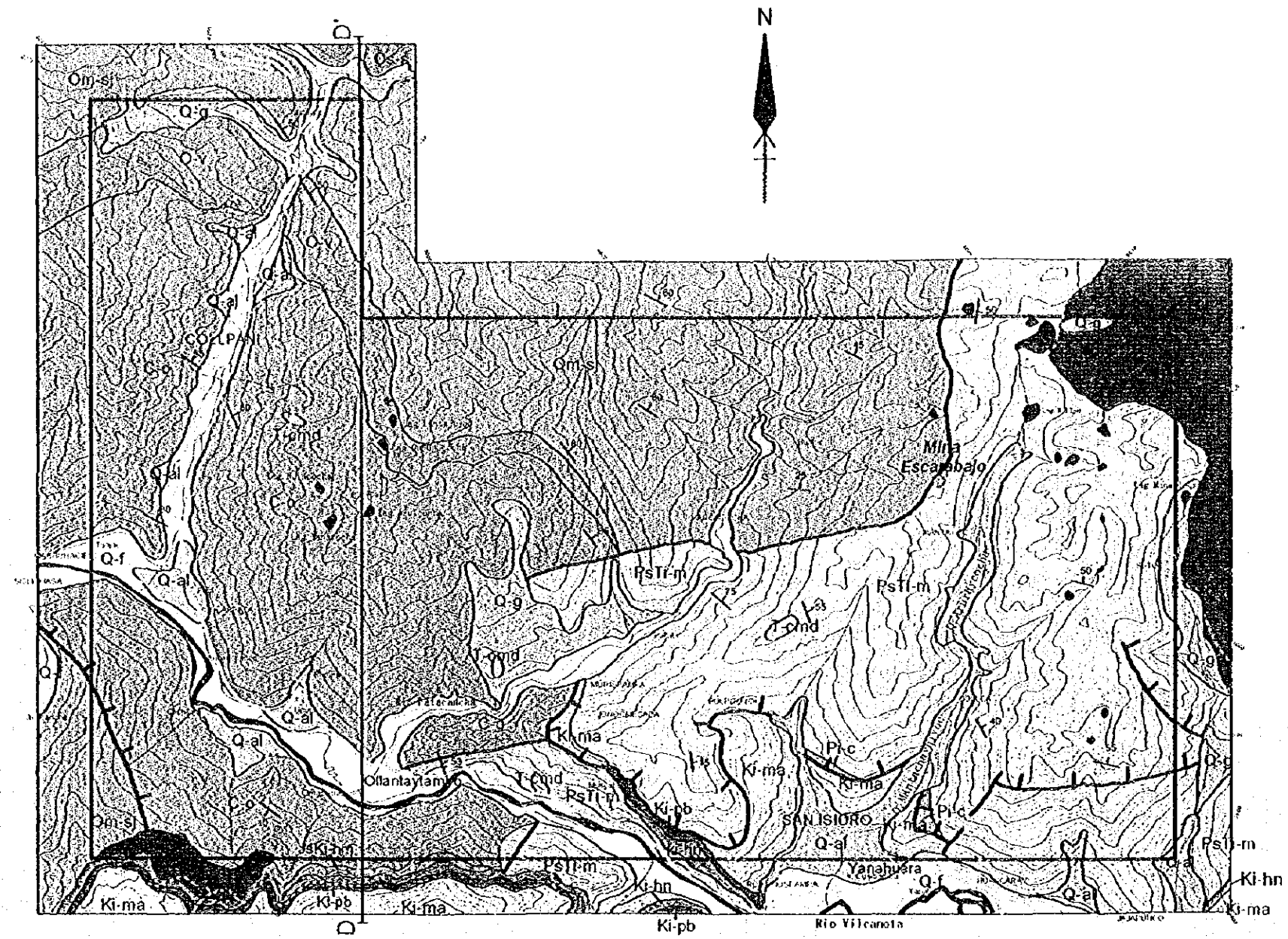
Este grupo de formaciones incluye la Formación Paucarbamba, Formación Maras y Formación Ayavacas, se distribuye en la parte sur de la región de estudio. Dentro de estas la Formación Paucarbamba, al suroeste de San Isidro presenta un color pardo rojizo y está constituida por arenisca de grano medio bien estratificada con abundante cuarzo. La Formación Maras se distribuye al este de San Isidro, compuesta por yeso de color gris verdoso claro a pardo rojizo como estrato principal y marga.

(9) Intrusivos

Las rocas ígneas son diques que intruyen en el grupo Paleozoico y granitos que se reconocen en las partes noreste y suroeste del sector de estudio.

Los que intruyen en la Formación Ollantaytambo al sur de Collpani de cuarzo porfirico (6KUW14) presentan 80 m de ancho y 120 m de extensión, rumbo N68°W, buzamiento 78°NE y de 42.6 ± 2.1 Ma (Eoceno) por el resultado de la datación isotópica por el método de K-Ar.

En el presente estudio no se pudo hacer una comparación directa, pero según Carlotto et al., (1996), se distribuyen granitos en los bordes noreste y suroeste del sector de estudio.



LEYENDA

Era	Sistema	Era	Unidades Litostratigráficas	Recas Intrusivas
CENOZOICA	CUATERNARIO	Holoceno	Depositos Fluviales, arcillosos Qf Limo, arena, grava	
		Depositos Glaciares/Antiglaciares Qg Limo, arena, grava		
	Pleistoceno	Fm San Sebastián Q-s3 Areniscas		
		Fm Romalca Q-tu Andesita		
NEOGENO	Mioceno	Fm Anta Nm-pb Conglomerado arenisca, fangolita, lava		
	Plioceno	Gpo San Jerónimo Peo-sj Fangolita arenisca, conglomerado	Baloto Andahuaylas-Yau T-cmd	
		Fm Oulque y Chica Pp-od Fangolita arenisca, conglomerado	Granitos Dolita Siendras Porfido cuarcifero	
MESOZOICA	CRETACICO	Fm Puján Xs-pu Fangolita arenisca, yeso		
		Fm Ayivacas Xs-ay Caliza		
		Fm Marat Ki-ma Yeso, fangolita, caliza		
		Fm Pascabamba Ki-pa Arenisca		
		Fm Huancan Ki-hu Arenisca, lava		
	JURASICO	Superior	Fm Huambuto Ki-hu Conglomerado arenisca, pizana	
		Inferior	Gpo Miri Pst-m Andesita, lava, conglomerado	Intrusivos Permiánicos Granitos
	TRIASICO	Superior	Gpo Miri Pst-m Andesita, lava, conglomerado	
		Inferior	Gpo Espacabana Pst-m Caliza	
	PALEOZOICA	ORDOVICICO	Fm Paucatanbo SO-p Pizana, esquistos	
Fm Equis Os-z Pizana, cuarcita				
Superior			Fm Banda Os-b Arenisca, pizana	
Medio			Fm San José Os-s Pizana, cuarcita	
Inferior			Fm Venica Os-v Conglomerado	
CAMBRIO		Fm Ollantaytambo Os-o Pizana arenisca, conglomerado, andesitas		

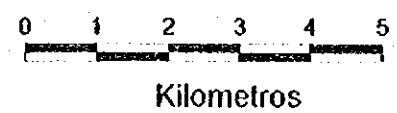
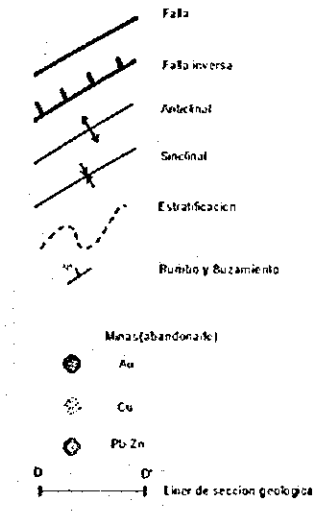
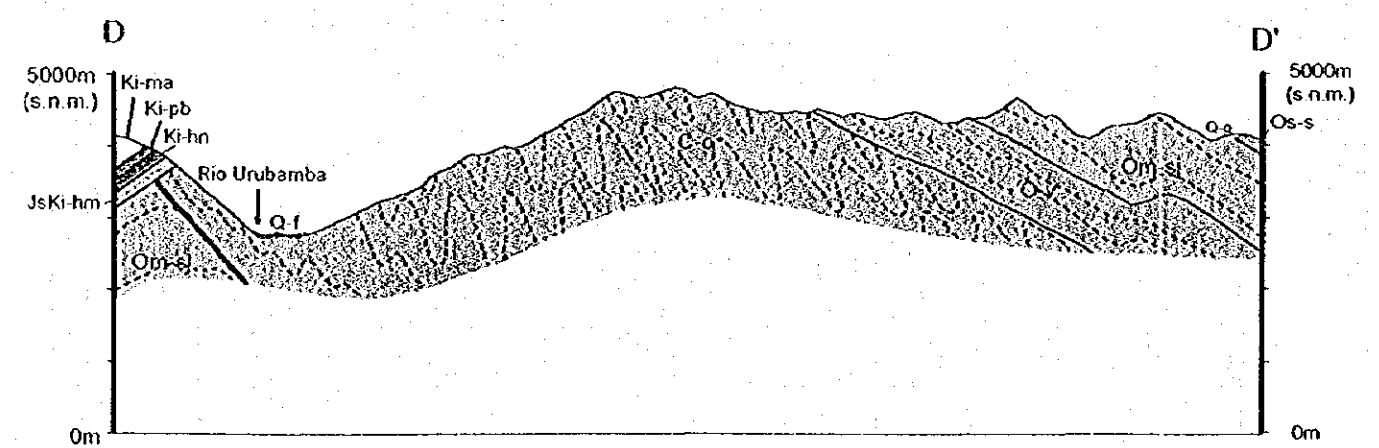
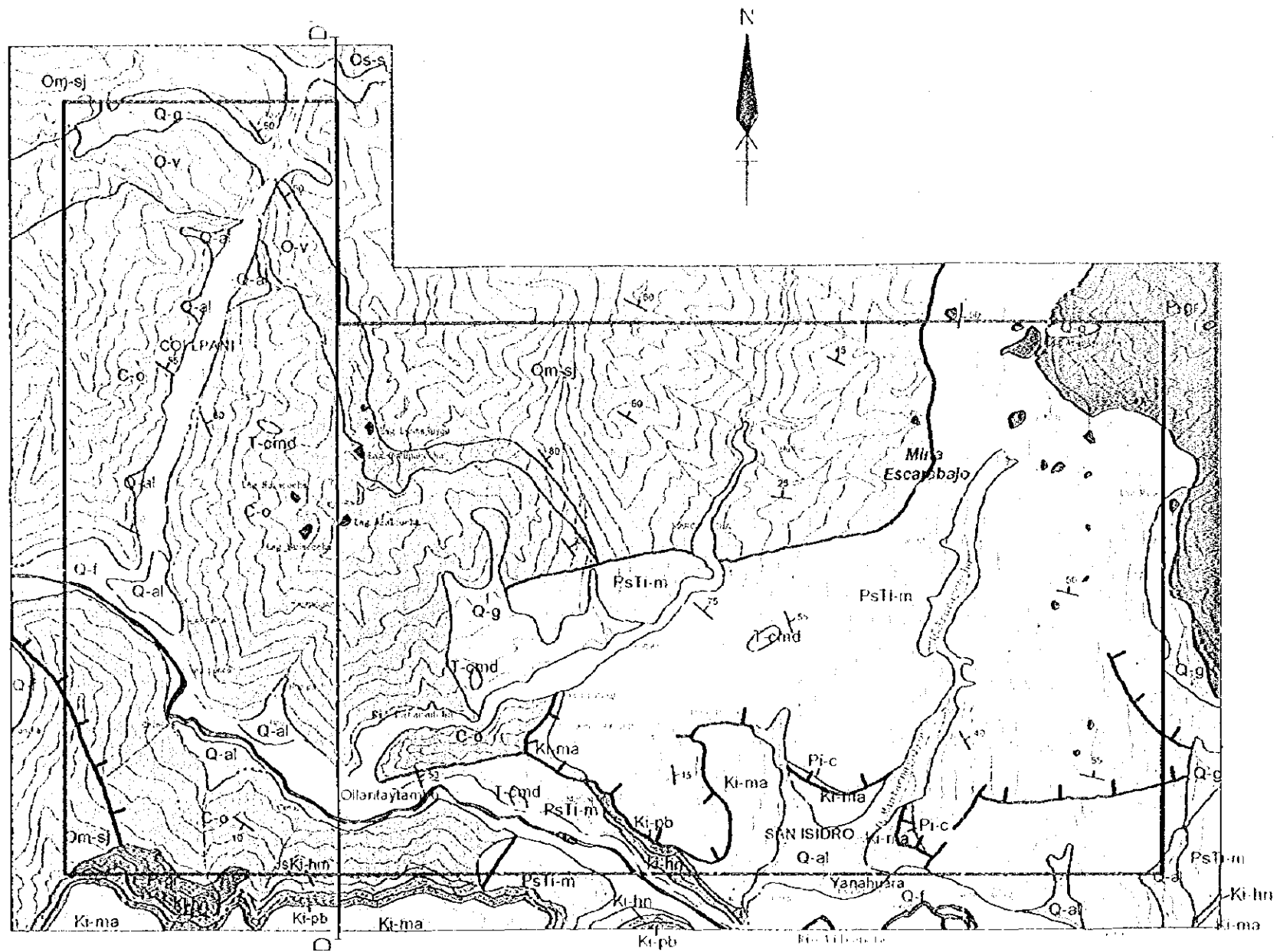


Figura 13 MAPA GEOLOGICO Y PERFIL DEL SECTOR URUBAMBA-WEST (Escala 1:100,000)



LEYENDA

Edad	Formación	Descripción	Simbología	
CUATERNARIO	Aluviales	Aluviales recientes	Q-r	
		Aluviales antiguos	Q-a	
	Llanuras	Llanuras aluviales	Q-l	
		Llanuras de piedemonte	Q-p	
	Montañas	Montañas de piedemonte	Q-m	
		Montañas de alta montaña	Q-h	
	MESOZOICO	Triásico	Triásico	PsII-m
		Jurásico	Jurásico	PsI-m
		Cretácico	Cretácico	PsI-c
		Paleoceno	Paleoceno	PsI-p
PALEOZOICO	Devónico	Devónico superior	De-s	
		Devónico inferior	De-i	
	Carbonífero	Carbonífero superior	Ca-s	
		Carbonífero inferior	Ca-i	
	Permiano	Permiano superior	Pm-s	
		Permiano inferior	Pm-i	
	Triásico	Triásico superior	Tr-s	
		Triásico inferior	Tr-i	
	Jurásico	Jurásico superior	Ju-s	
		Jurásico inferior	Ju-i	

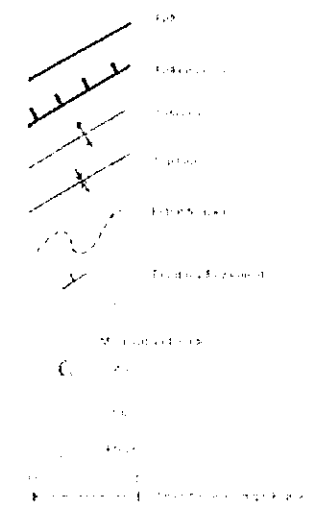
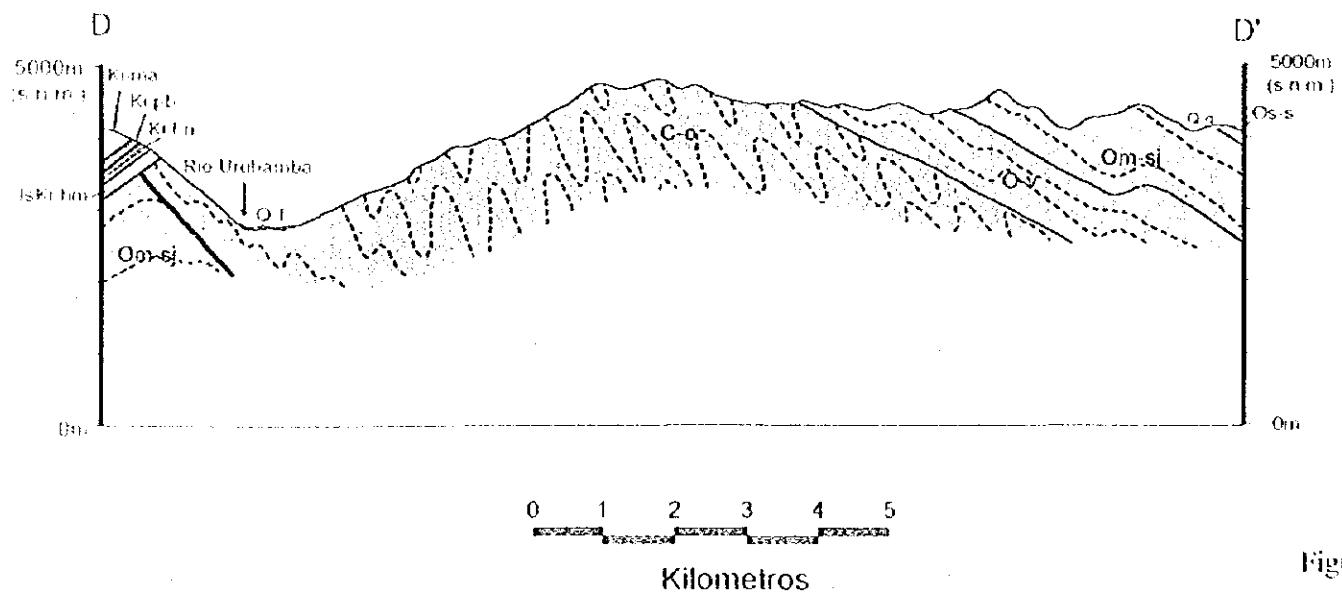


Figura 13 MAPA GEOLOGICO Y PERFIL DEL SECTOR URUBAMBA-WEST (Escala 1:100,000)

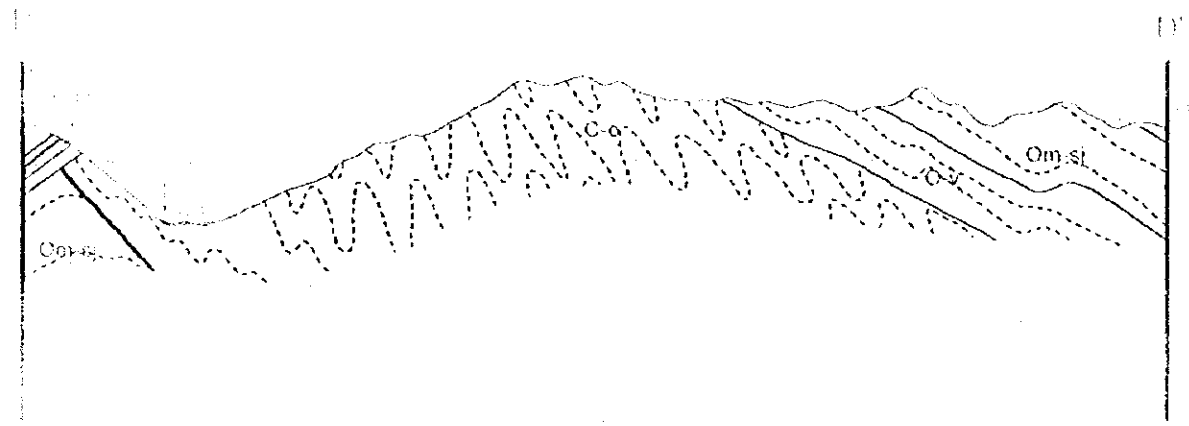
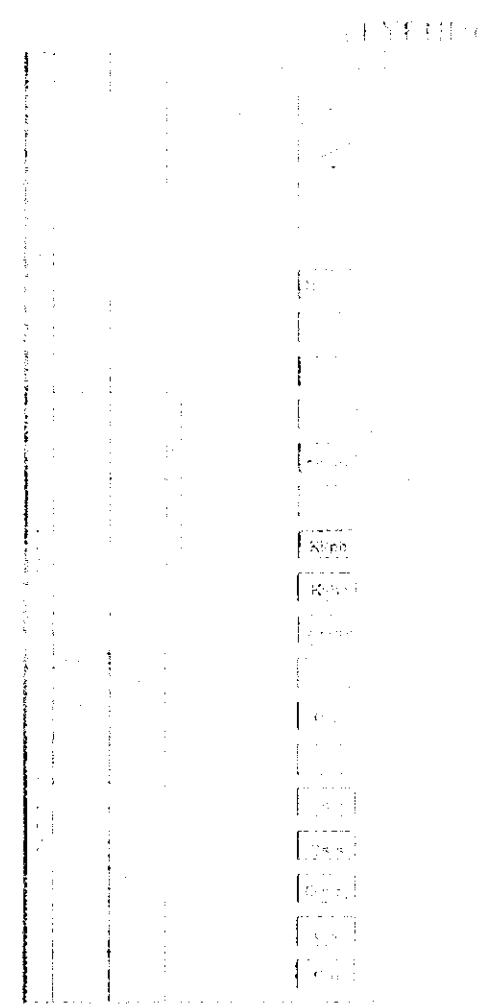
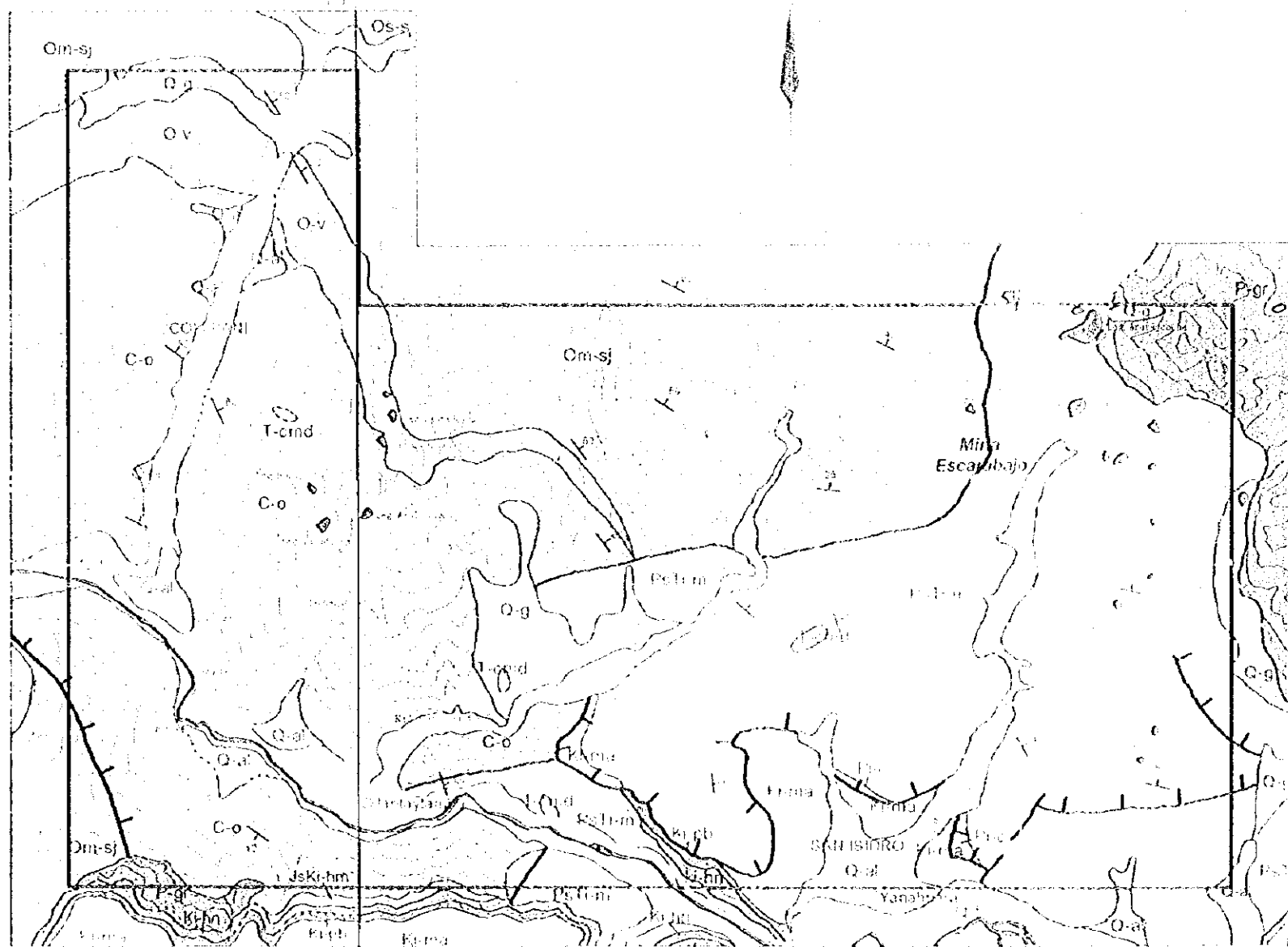


Figura 13. MAPA GEOLOGICO Y PERFIL DEL SECTOR DEL VALLE DE TOLUCA
 (Escala 1:400,000)

2-5-2 Zonas de alteración y mineralización

El óxido de hierro extraído por medio de las anomalías espectrales de las imágenes del LANDSAT/TM se reconoció dentro del Grupo Mitu. Estas zonas de anomalías espectrales comparandolas con otras regiones en que se distribuye el Grupo Mitu se reconoció algo de goethita, pero no se reconocen diferencias específicas evidentes.

Aunque no se reconocen anomalías espectrales, se puede comprobar magnetita, malaquita, pirita, calcopirita, etc. en Mantayoc en la zona de cizalla de rumbo N70° a 90°E, buzamiento 80°N y ancho 1.5 m a 5 m que se reconoce dentro del Grupo Mitu en las cercanías de la frontera entre la Formación San José y el Grupo Mitu. Esta zona mineralizada corresponde con Escarabajo según Carlotto et al., (1996). Según los reportes del Ministerio de Energía y Minas (1994a) se tiene lo siguiente.

Mina Escarabajo (abandonada)

Ubicación: Urubamba, Departamento Cusco, coordenadas UTM (8,539,000 norte, 807,000 este), altitud 4,600 m.

Geología: Dentro del Grupo Mitu se distribuyen rocas volcánicas riolíticas y dacíticas de color pardo rojizo y granitos porfíricos de color amarillo claro en stock y dique.

Mineralización: Dentro de la zona de cizalla del Grupo Mitu en la zona de silicificación se reconoce el cuarzo con vetas y diseminación de pirita, blenda, calcopirita, galena, magnetita y pocas cantidades de pirrotina y arsenopirita. La blenda y la galena son de grano fino. Para la reserva y la ley se calculó una reserva probada y probable de 400,000 toneladas con 9% de Zn, 6% de Pb, 2% de Cu y 4 oz/t. de Ag.

En el Cuadro 13 se presentan los valores del análisis de las muestras recopiladas en el presente estudio.

Cuadro 13 Valores del análisis de las muestras de Escarabajo

Número de Muestra	Nombre y Ancho (m)	Au (ppm)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Sn (ppm)	W (ppm)	Ni (ppm)	Co (ppm)
6HUW08	Gossan (0.6)	0.01	2.2	19,141	42	3,559	9	54	1,079	436
6HUW09	Gossan (10)	<0.01	15.6	325	997	1,569	8	186	212	133
6HUW10	Mgt+Pi (10)	<0.01	6.7	1,413	3,519	5,446	7	88	386	281

Mgt: magnetita, Pi: pirita

2-6 Sector Anta-West

Este sector de estudio está constituido por las unidades geológicas que van desde la formación más subyacente del Grupo Yuncaypata del cretácico hasta el cuaternario. En la

estructura geológica se reconocen estructuras sinclinales del sistema ENE-WSW en la parte norte del sector. Las rocas ígneas se distribuyen en la parte sur del sector de estudio, siendo granitos del denominado batolito Andahuaylas-Yauri. Seguidamente se describen las características de las rocas que constituyen el presente sector.

2-6-1 Generalidades de la geología (Figura 14)

(1) Grupo Yuncaypata (Cretácico medio - Cretácico superior)

En este grupo de formaciones están contenidas la Formación Maras, Formación Ayavacas y la Formación Puquín que se distribuyen en la mitad norte del sector de estudio. La Formación Maras se distribuye en el lado norte de la carretera nacional que une al Cusco con Limatambo, estando constituida principalmente por capa de yeso de color gris verdoso claro a pardo rojizo, marga y caliza. La Formación Ayavacas se distribuye como pequeños intrusivos en los alrededores de Casacancha y Molinopata. La litología es de caliza cristalina de color gris. En las cercanías del contacto de esta roca con el batolito está formado por magnetita en el skarn. La Formación Puquín se distribuye en el lado norte de la carretera nacional como la formación que sobreyace a la Formación Maras. Las litofacies presentan un color pardo rojizo y están formadas por marga, arenisca y capa de yeso.

(2) Formación Quitque (Paleoceno)

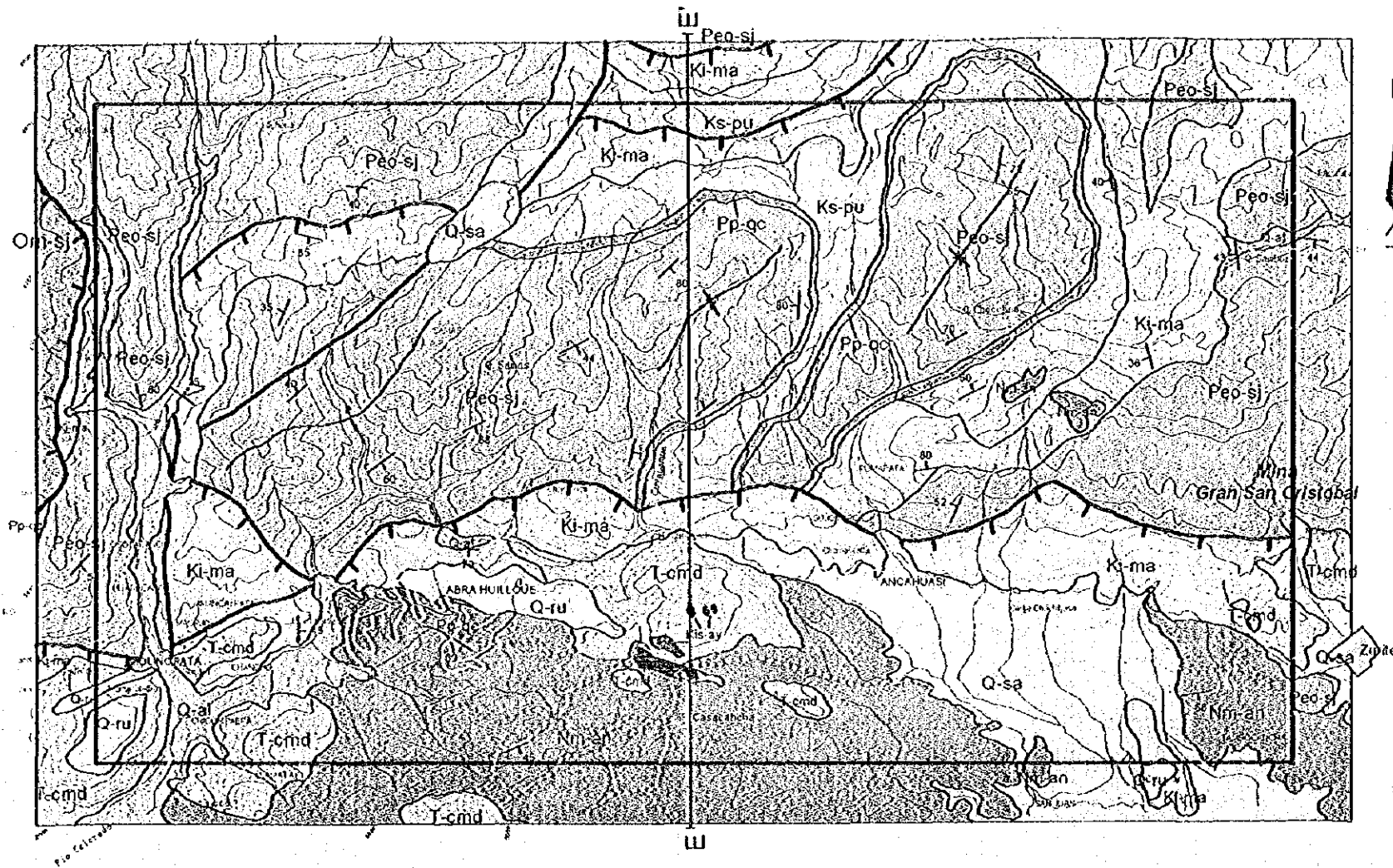
Según Carlotto et al., (1996) se distribuye como la formación que sobreyace a la Formación Puquín, formada por arenisca y conglomerado de color pardo rojizo, con un espesor de 150 m.

(3) Grupo San Jerónimo (Eoceno - Oligoceno)

Se distribuye ampliamente en el lado norte de la carretera nacional. La litología presenta un color gris, pardo rojizo, gris verdoso, etc. y está constituida por marga, arenisca y conglomerado. Se desarrollan las estructuras estratificadas. Dentro del conglomerado de los alrededores de Quebrada Samas, Anehuasi y Zurite se reconoce mineral de cobre de color verde.

(4) Formación Anta (Mioceno)

Se distribuye ampliamente en la parte sur del sector de estudio. Esta formación está constituida por conglomerado que contiene lapilli, arenisca con abundancia de feldespato, marga de color pardo rojizo, brecha volcánica, lava, etc. Con respecto a la estructura geológica, se ubica por encima de la Formación Maras, el batolito Andahuaylas-Yauri, etc. con una relación de discordancia. Según Carlotto et al., (1996) se establece que el espesor de la formación es de más de 1,300 m. El resultado de la datación isotópica por el método K-



LEYENDA

Era	Etapa	Subetapa	Unidades Litológicas	Rocas Intrusivas	
CENOZOICA	CUATERNARIO	Holoceno	Depositos Fundamentales		
			Q-sj	Limo, arena, grava	
			Q-p	Limo, arena, grava	
		Pleistoceno	Fm San Sebastián	Q-sa	Areniscas
			Fm Runtocota	Q-tu	Andesita
		Mioceno	Fm Anta	Nmi-an	Conglomerado arenisca, fangolita, lava
MESOZOICA	PALEOGENO	Oligoceno	Gpo San Jerónimo	Peo-sj	Fangolita arenisca, conglomerado
		Eoceno			
		Paleoceno	Fm Olluc y Ollca	Pp-qc	Fangolita arenisca, conglomerado
	CRETACICO	Superior	Fm Puquín	Ks-pu	Fangolita arenisca, yeso
			Fm Ayacucho	Ks-ay	Calca
			Fm Maza	Ki-ma	Yeso, fangolita, caliza
		Inferior	Fm Paucabamba		Arenisca
			Fm Huancayo		Arenisca, loba
			Fm Huambusa		Conglomerado arenisca, pizana
JURASICO	Superior	Fm Huambusa		Conglomerado arenisca, pizana	
TRIASICO	Superior	Gpo Inca	Ps-ti-m	Andesitas, toba, conglomerado	
PERMIICO	Superior	Gpo Copacabana		Calca	
PALEOZOICA	DEVONIANO	Superior	Fm Paucabamba	SD-p	Pizana, esquisto
			Fm Zapla	Os-z	Pizana, cuarcita
			Fm Sando	Os-s	Arenisca, pizana
			Fm San José	Om-sj	Pizana, cuarcita
		Inferior	Fm Varona		Conglomerado
		Fm Otenta yamba	Os-o	Pizana arenisca, conglomerado, andesitas	

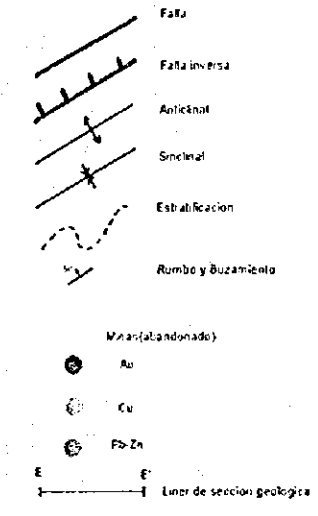
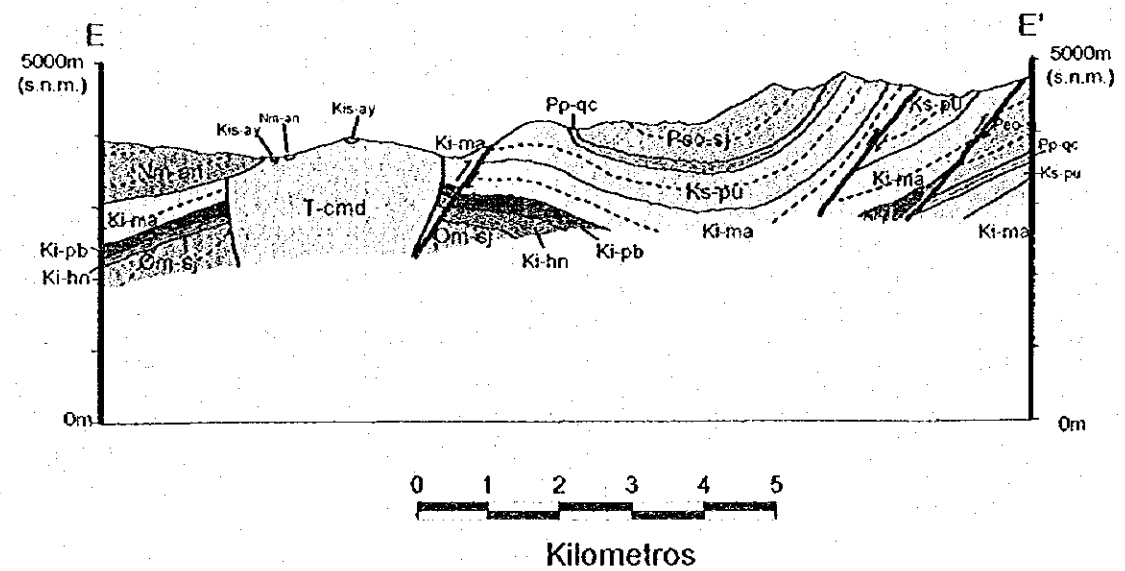
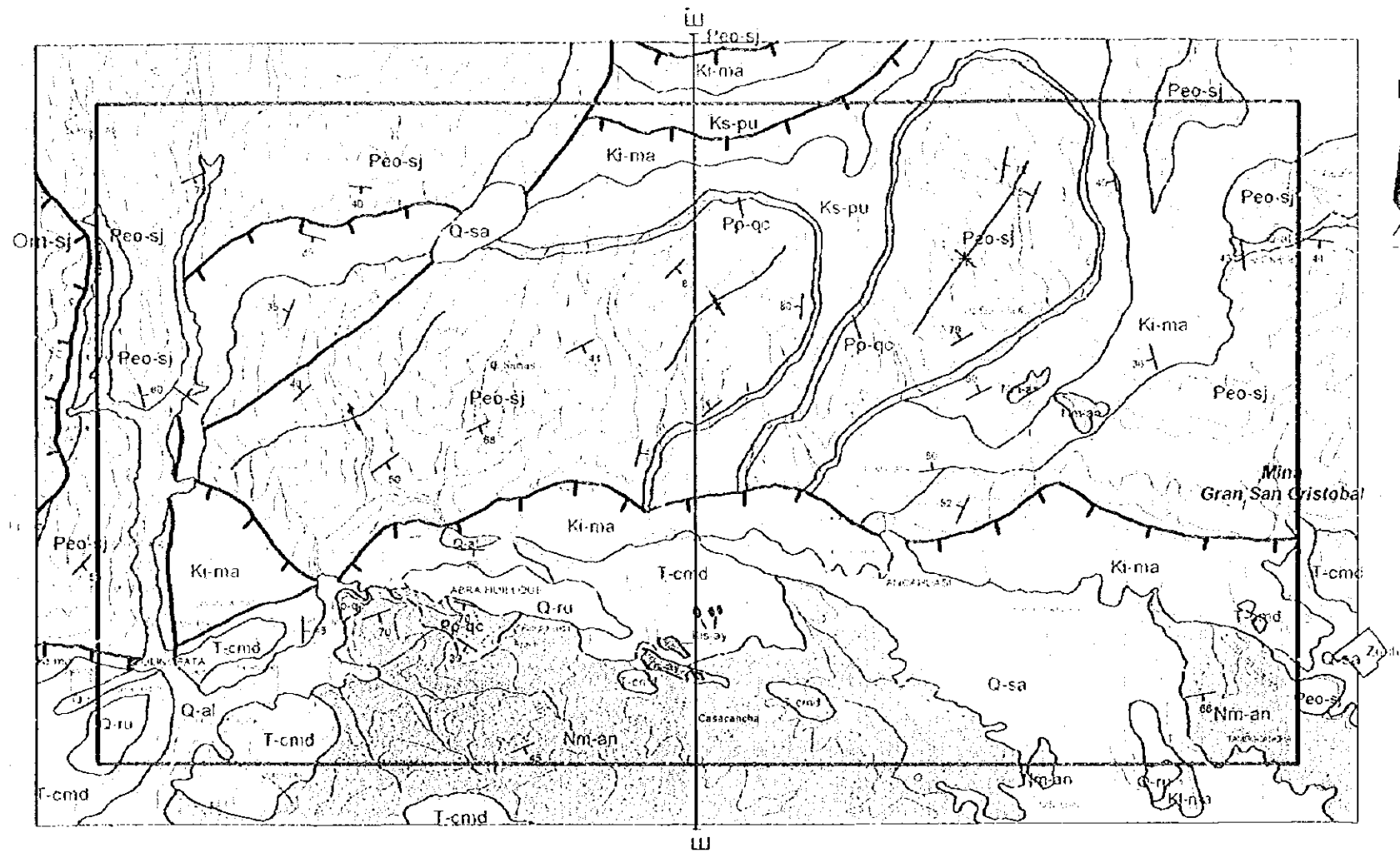


Figura 14 MAPA GEOLOGICO Y PERFIL DEL SECTOR ANTA-WEST (Escala 1:100,000)



LEYENDA

Edad	Formación	Simbol	Descripción	
CENOZOICA	Quaternario	Q-sa	Aluviales	
	Neógeno	Peo-sj	Peo-sj	Playa
		Pp-qc	Pp-qc	Playa
		Ks-pu	Ks-pu	Playa
	MESOZOICA	Ki-ma	Ki-ma	Playa
		Pp-qc	Pp-qc	Playa
		Ks-pu	Ks-pu	Playa
		Ki-hn	Ki-hn	Playa
		Jk-hn	Jk-hn	Playa
		Ks-pu	Ks-pu	Playa
Ki-ma		Ki-ma	Playa	
PALEOZOICA	T-cmd	T-cmd	Playa	
	Q-ru	Q-ru	Playa	
	Q-al	Q-al	Playa	
	Nm-an	Nm-an	Playa	
	Om-sj	Om-sj	Playa	
	Om-sj	Om-sj	Playa	
	Om-sj	Om-sj	Playa	
	Om-sj	Om-sj	Playa	
	Om-sj	Om-sj	Playa	
	Om-sj	Om-sj	Playa	

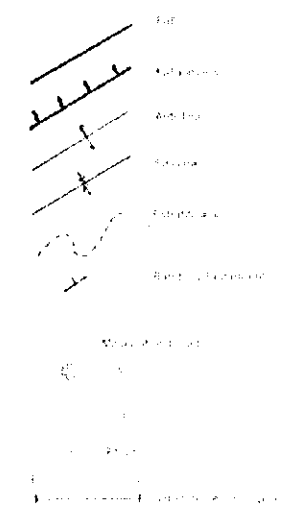
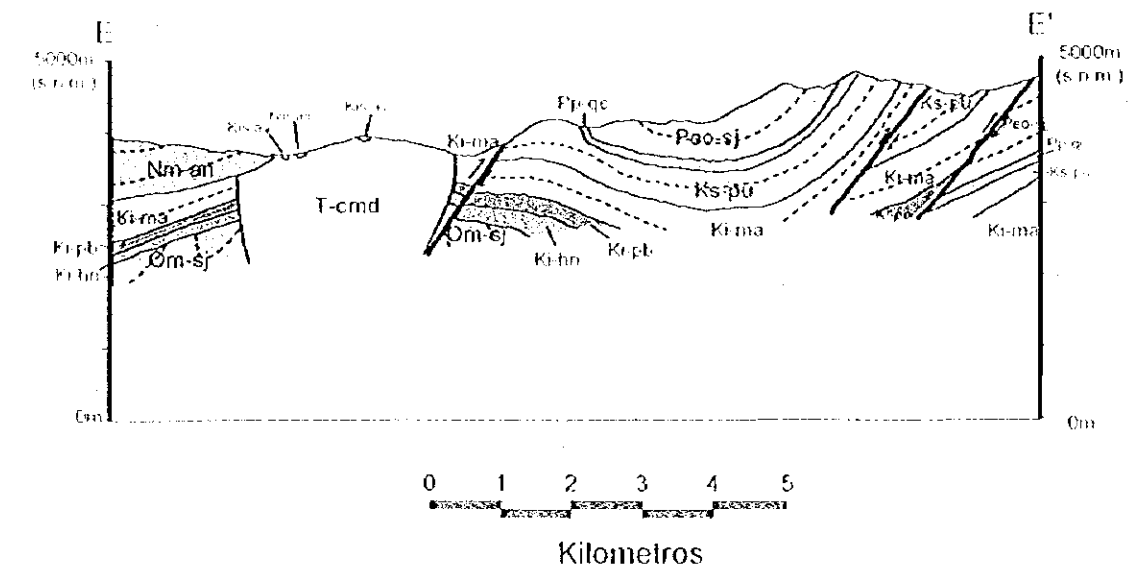
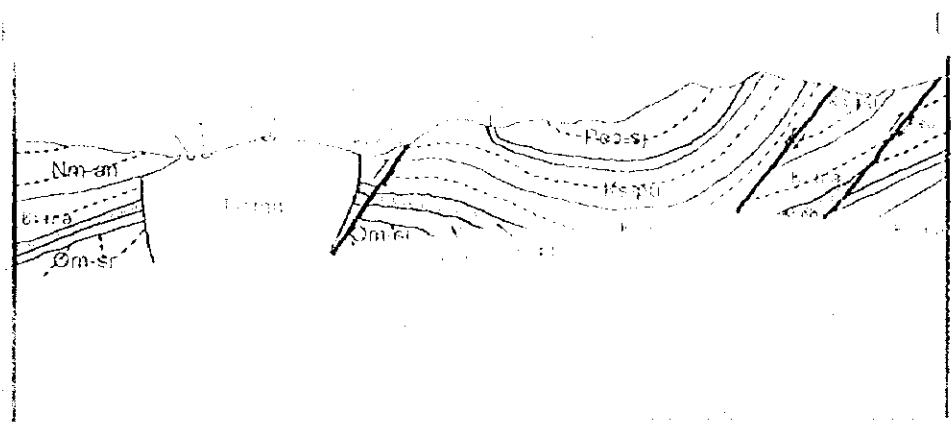
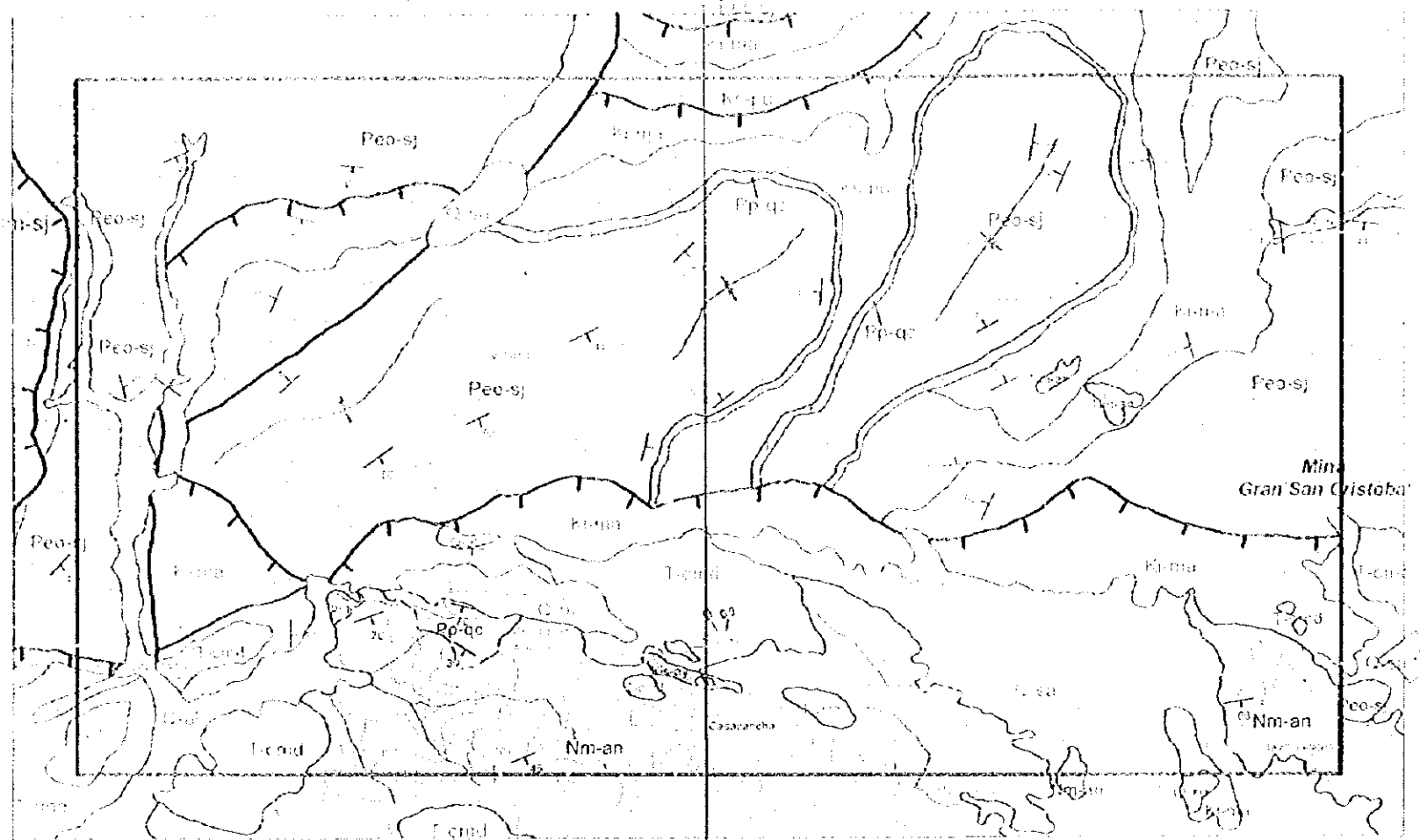


Figura 14 MAPA GEOLOGICO Y PERFIL DEL SECTOR ANTA-WEST (Escala 1:100,000)



Kilometros

Figura 11. MAPA GEOLOGICO Y PERFIL DE SECCION TRANSVERSAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.

Ar de la andesita color gris verdoso (6HAN18) del sur de Ayaviri es de 25.0 ± 1.3 Ma (Oligoceno tardío).

(5) Formación Rumicocha (Pleistoceno)

Es lava andesítica que se reconoce en una extensión de 1 a 3 km² sobre la Formación Anta de los alrededores de Limatambo y del batolito. La andesita amfibolítica que aparece en Abra Huillque (6KAN06) se reconoce de una estructura de foliación de color rosado grisáceo a gris.

(6) Intrusivos

El batolito Andahuaylas-Yauri se distribuye en la parte suroeste del sector de estudio. Este intrusivo intruye dentro de la Formación Maras y está cubierto por la Formación Anta y la Formación Rumicocha. Los resultados de la datación isotópica por el método de K-Ar de la diorita (6KAN01) de la cercanía de Abra Huillque muestran 25.5 ± 1.3 Ma. (Oligoceno tardío).

2-6-2 Zonas de alteración y mineralización

Resultado del estudio de las imágenes del LANDSAT/TM se extrajeron las partes en que se altera el color amarillo dentro del Grupo Yuncaypata y del Grupo San Jerónimo que se distribuyen en la mitad norte del sector de estudio, como anomalías espectrales debidas a los óxidos de hierro. En los resultados de la investigación en el campo de los sectores extraídos, la totalidad de las formaciones presentaban un color rojizo, por lo tanto las zonas de alteración con los óxidos de hierro no pudieron ser distinguidas. No obstante, dentro del conglomerado del Grupo San Jerónimo existen lugares en que se reconoció mineralización de minerales de cobre con color verde.

Las anomalías espectrales no se reconocieron, pero en las cercanías de la parte del contacto entre la caliza de la Formación Ayavacas al norte de Casacancha y los granitos de grano fino de una parte del batolito Andahuaylas-Yauri, está constituida por magnetita en el skarn.

En el Cuadro 14 se presentan los valores del análisis de las muestras recopiladas en el presente estudio.

Cuadro 14 Valores del análisis de magnetita en el skarn

Número de Muestra	Nombre y Ancho (m)	Au (ppm)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Sn (ppm)	W (ppm)	Ni (ppm)	Co (ppm)
6HAN11	Magnetita(5)	<0.01	<0.1	109	20	1,092	1	189	28	218

2-7 Sector Puerto Maldonado

Este sector está formado por las cuencas del Rfo Madre de Dios y del Rfo Tambopata en el punto de confluencia de los mismos Puerto Maldonado. En la cuenca de los ríos a unos 200 msnm se desarrollan terrazas fluviales comparativamente elevadas de 5 a 10 m.

Sobre la geología, la presente región está cubierta por margas, areniscas y conglomerados del Cuaternario. En la cuenca del Rfo Madre de Dios se reconocen depósitos de placer auríferos, en cada uno de estos lugares se llevan a cabo extracciones de pequeña envergadura. Seguidamente se describen las características de las rocas que constituyen este sector.

2-7-1 Geología y mineralización (Figura 15)

(1) Formación Madre de Dios (Pleistoceno)

Se distribuye en amplios límites en el sector de estudio y sus alrededores, excluyendo los alrededores de los ríos. Esta formación es en su totalidad de color pardo rojizo, su parte inferior está constituida por estratos de arcilla arenosa y de arcilla y el estrato superior está formado por grava de mala selección de matriz arcillosa.

(2) Depósito de Terraza (Holoceno)

Se ubica en la parte superior de la Formación Madre de Dios. Los afloramientos están cubiertos por una densa vegetación y por la formación Depósito Aluvial que la sobreyace, reconociéndose algunos de pequeña envergadura en los escarpes de los ríos. Esta formación está compuesta por estratos de arenisca y arcilla que contienen grava bien pulida (diámetro promedio de granos 15 cm). Según Galloso et al., (1996), se señala que el oro de los depósitos de placer de esta región está contenido dentro de esta formación.

(3) Depósito Aluvial (Holoceno)

Se distribuye en la cuenca de los ríos por encima de la formación Depósito de Terraza, constituida por arenisca, arcilla, grava de color pardo rojizo o gris y suelo, el espesor de la formación es de algunos metros. Topográficamente se distribuye sobre la meseta de los alrededores de los ríos.

En este sector no se reconoce actividad ígnea, ni tampoco mineralización o yacimientos minerales metálicos.

(4) Placeres Auríferos

El banco de la pequeña isla de algunos cientos de metros de largo y algunas decenas de metros de ancho en las cercanías de Cascajal del Rfo Tambopata, se aprecia endurecimiento debido a los óxidos de hierro en la parte superficial del estrato (algunas decenas de

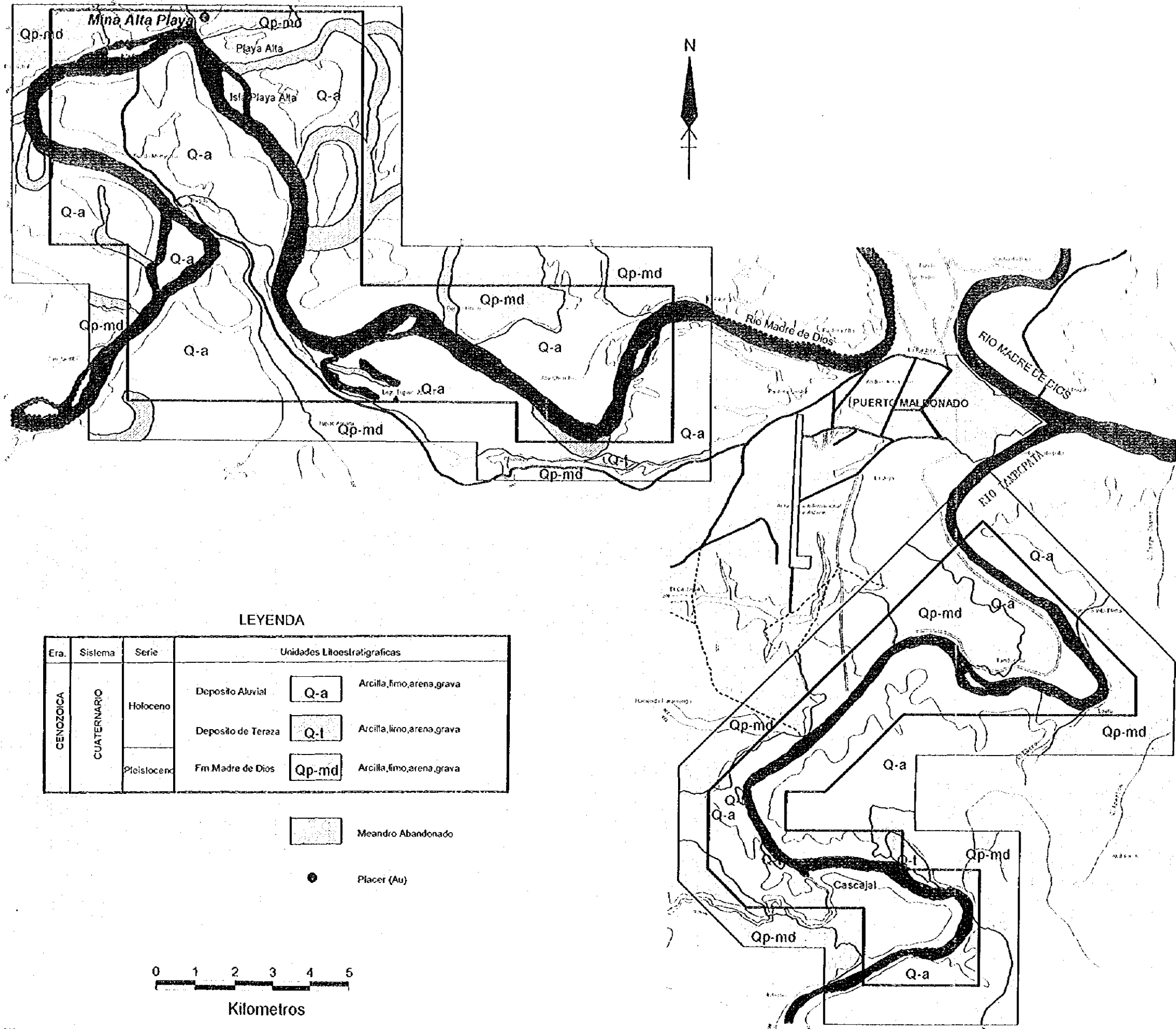


Figura 15 MAPA GEOLOGICO DEL SECTOR PUERTO MALDONADO (Escala 1:100,000)

centímetros de espesor). En la parte inferior de la parte endurecida hay capas de arena conteniendo gravas de algunos centímetros de tamaño y capas de arena de grano fino que no contienen gravas. Del resultado de la extracción y lavado de aproximadamente 3 kg de la capa de arena y grava de la parte de la corriente abajo de la isla, se comprobaron aproximadamente 10 granos de oro de diámetro de 0.1 a 0.3 mm mezclados con minerales pesados de color negro. Los resultados del análisis de los aproximadamente 20 a 30 g de minerales pesados concentrados después del lavado, se resumen en el Cuadro 15.

Cuadro 15 Valores del análisis de los sedimentos del Río Tambopata

Número de Muestra	Nombre y Peso (kg)	Au (ppm)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Sn (ppm)	W (ppm)	Ni (ppm)	Co (ppm)
6YPM01	Conglo. (1)	0.03	<0.1	11	18	2,303	4	395	46	132
6YPM02	Gravas (2)	<0.01	<0.1	5	17	552	2	1,061	22	203
6YPM03	Areña (3)	0.08	0.2	8	11	563	3	685	15	114

Además, en el Rfo Tambopata dentro de la región de estudio no se efectúan extracciones de oro.

En la cuenca del Rfo Madre de Dios, tanto en en las terrazas fluviales como dentro del propio río se lleva a cabo una activa extracción de oro. Las capas en que existe oro, en la parte terrestre son las capas de grava, pero dentro del río son las capas de arena y grava del fondo del mismo. Las acumulaciones auríferas de la parte terrestre se supone que están en las capas de grava dentro de la antigua red de drenaje de lagos en forma de luna creciente, etc. Hay empresas mineras que realizan la extracción al azar y otras que acometen las extracciones después de comprobar la capa en que existe el oro mediante imágenes de satélite, mapas topográficos, vegetación, perforaciones sencillas, exploración geofísica, etc. Una extracción planificada se realiza por parte de la empresa minera de Playa Alta en que las dimensiones de una antigua red de drenaje del tipo de luna creciente es de 1,600 m de largo y 120 m de ancho y el estrato en que existe oro es una capa de grava de 1.5 m de espesor por debajo de la sobrecarga (Depósito Aluvial) de 6 m de espesor. La ley de contenido de Au de estas gravas a partir de las extracciones efectivas y según los cálculos se dice que es de 0.5 a 1 g/m³ (comunicación verbal Ing. Guillermo Bouroncle). Los valores del análisis de la muestra extraída en el banco de la rivera izquierda corriente abajo de Playa Alta se resumen en el Cuadro 16 (a partir del lavado de una muestra de 3 kg se analizó como muestra 50 g de minerales pesados).

Cuadro 16 Valores del análisis de los sedimentos del Río Madre de Dios

Número de Muestra	Nombre y Peso (kg)	Au (ppm)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Sn (ppm)	W (ppm)	Ni (ppm)	Co (ppm)
6YPM05	Areña (3)	2.66	<0.1	23	15	707	4	18	24	14

2-8 Examen de los resultados de los análisis de rocas y minerales

2-8-1 Análisis estadístico

En el presente estudio se examinaron estadísticamente los contenidos de Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Sn, W, Ni, y Co de las muestras de roca y mineral extraídas. Con relación al procesamiento estadístico, el examen se llevó a cabo empleando los valores logarítmicos de los valores del análisis debido a que la distribución a partir de los valores verdaderos de todos y cada uno de los elementos presenta una distribución asimétrica hacia el lado de la baja ley de contenido de todos ellos.

Los valores estadísticos y de umbrales de cada uno de los elementos en las muestras de mineral se resumen en el Cuadro 17. Además, los valores umbrales de cada uno de los elementos se determinaron a partir del punto de flexión de los gráficos de frecuencia acumulativa (Figura 16).

Cuadro 17 Valores estadísticos y umbrales del análisis calcográfico

Variable \ Elemento	Au (ppm)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Sn (ppm)	W (ppm)	Ni (ppm)	Co (ppm)
Número de muestras	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Valor máximo	9.62	214.2	40598	43954	10826	24	2497	1079	683
Valor mínimo	<0.01	<0.1	<1	<1	8	<1	<1	<1	<1
Media aritmética(X)	0.16	4.0	1900	547	1119	2	625	54	175
Desviación estándar logaritmo(σ)	0.99	22.3	6144	4388	1757	3	716	125	181
Threshold	0.15	3.2	17838	100	2564	24	1004	212	334
Números de sobre threshold	5	9	6	7	12	1	29	6	20

Seguidamente se describen los resultados de los análisis para cada uno de los elementos. En la Figura 17 y la Figura 18 se presentan la distribución de los valores de sobre umbral.

- (Au) Valor umbral mayor que 0.15 ppm se presenta en 5 muestras, el valor más elevado lo posee la veta de cuarzo (6HPA31) de 15 cm de ancho dentro de la Formación Paucartambo del sector del mismo nombre. Esta veta de cuarzo se ubica bordeando la zona anómala espectral extraída a partir de las imágenes del LANDSAT/TM. De las restantes 4 muestras, en 3 de ellas también existen vetas de cuarzo dentro de la Formación Paucartambo del sector del mismo nombre.
- (Ag) Valor umbral mayor que 3.2 ppm se presenta en 9 muestras, el valor más elevado lo posee la pizarra alterada (6HUN09) dentro de la Formación San José del sector Urubamba-North. Es difícil establecer una relación de correlación entre las muestras que sobrepasan el valor de umbral de la plata y las que sobrepasan el del oro.
- (Cu) Valor de umbral mayor que 1.7 % se presenta en 6 muestras, el valor más elevado lo posee el conglomerado que contiene minerales de cobre de color verde (6YAN09)

