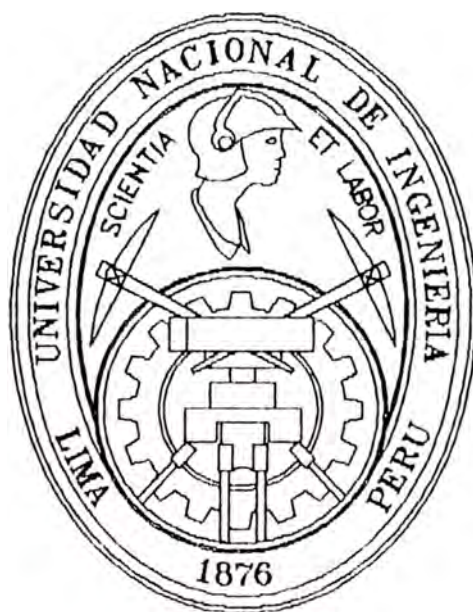


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA
MINERA Y METALURGICA
ESCUELA DE GEOLOGIA



MINERALIZACION POLIMETALICA EN
SKARN DEL YACIMIENTO SAN MARINO
VISO-ARURI-LIMA

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO
GEOLOGO

PRESENTADO POR EL BACHILLER
DAVID R. ROJAS CABALLERO

LIMA - PERU - 1996

**A la memoria de mis
abnegados padres
Felix - Maria.**

**Y a mi adorable es-
posa Betsy por su
apoyo moral y a
mis hijos Gustavo
y Silvia.**

I N D I C E

	<u>Pàg.</u>
RESUMEN	
<u>CAPITULO I</u>	1
I.- GENERALIDADES	2
I.1.- Introducciòn.	2
I.2.- Ubicaciòn - Accesibilidad-Recursos.	3
I.3.- Trabajos previos.	8
I.4.- Geomorfologia.	8
I.5.- Agradecimientos.	9
<u>CAPITULO II</u>	10
II.- GEOLOGIA GENERAL	11
II.1.- Geologia Regional.	11
II.1.1.- Estratigrafia.	11
II.1.2.- Rocas Igneas.	20
II.1.3.- Geologia Estructural.	21
II.1.4.- Geologia Històrica.	23
II.2.- Geologia Local.	26
II.2.1.- Petrologia - Petrografia.	31
II.3.- Estructuras.	44
II.3.1.- Fallas.	44
II.3.2.- Pliegues.	47
<u>CAPITULO III</u>	48
III.- PROSPECCION GEOQUIMICA.	49
III.1.- Prospecciòn Geoquimica por Zn y Cu.	49
III.1.1.- Objetivo.	49

	<u>Pàg.</u>
III.1.2.- Marco Metalogenético.	50
III.2.- Geoquímica.	51
III.2.1.- Muestreo Geoquímico.	51
III.2.2.- Métodos Analíticos.	53
III.2.3.- Preparación Mecánica.	53
III.2.4.- Determinación Cualitativa de Compósitos por Espectrografía.	53
III.2.5.- Determinación Cuantitativa de Zinc y Cobre por Absorción Atómica.	56
III.3.- Tratamiento Estadístico de los Datos Geoquímicos.	58
III.3.1.- Determinación de Parámetros Estadísticos.	58
III.3.2.- Correlación Simple y Regresión Lineal Simple.	65
III.4.- Anomalías Geoquímicas.	68
III.4.1.- Determinación del Background.	68
III.4.2.- Determinación de Anomalías.	69
III.5.- Mapas Geoquímicos.	70
III.5.1.- Rangos de Concentración para el Zn.	71
III.5.2.- Rangos de Concentración para el Cu.	71
<u>CAPITULO IV</u>	78
IV.- GEOLOGIA ECONOMICA.	79
IV.1.- Afloramientos.	79

	<u>Pàg.</u>
IV.2.- Mineralogia.	80
IV.3.- Alteraciones.	88
IV.3.1.- Alteraciòn Hipògena de Cajas.	88
IV.3.2.- Alteraciòn Supèrgena de Cajas.	89
IV.4.- Texturas.	89
IV.5.- Secuencia Paragenètica.	90
IV.6.- Profundizaciòn.	92
IV.7.- Estudio Estadfstico del Yacimiento.	92
IV.7.1.- Curvas Isovalòricas y Franjas Mineralizadas.	92
IV.7.2.- Interpretaciòn de los Isovalores.	119
IV.8.- Zonamiento.	119
IV.8.1.- Zonamiento Local.	120
IV.8.2.- Zonamiento Distrital.	120
 <u>CAPITULO V</u>	 122
V.- GEOLOGIA MINERA.	123
V.1.- Controles y Guías de Mineralizaciòn.	123
V.1.1.- Controles Físicos.	123
V.1.1.1.- Control Fisiogràfico.	123
V.1.1.2.- Control Litològico.	123
V.1.1.3.- Control Estructural.	124
V.1.2.- Controles Químicos.	124
V.1.2.1.- Control Mineralògico.	124
V.2.- Gènesis del Yacimiento.	125
V.3.- Tipo de Yacimiento.	131
V.4.- Yacimientos Similares.	131

	<u>Pàg.</u>
V.5.- Reserva de Mineral.	133
V.5.1.- Tipo de Mena.	134
V.5.1.1.- Por su Calidad.	134
V.5.1.2.- Por su Valor Econòmico.	134
V.5.1.3.- Por su grado de Certeza.	134
V.5.2.- Areas y Volùmenes.	135
V.5.3.- Ley Promedio.	135
V.5.4.- Peso Especifico.	135
V.5.5.- Reservas de Mineral del Yacimiento.	136
V.5.6.- Mineral Potencial.	136
CONCLUSIONES	137
RECOMENDACIONES	139
ANEXOS	
BIBLIOGRAFIA	

LAMINAS - FOTOS - TABLAS

CAPITULO I :

Làmina N° 1 : Mapa de Ubicaciòn.

CAPITULO II:

Làmina N° 2 : Mapa Geològico Regional.

Làmina N° 3 : Columna Estratigràfica.

Làmina N° 4 : Mapa Geològico Local.

Làmina N° 5 : Secciòn Geològica 4 - 95E.

Làmina N° 6 : Secciòn Geològica 5 - 00E.

Microfotografia N° 1 : Caliza

Microfotografia N° 2 - N° 3 : Marmol.

Microfotografia N° 4 - N° 5 : Pòrfido Diorítico
Subvolcànico.

Microfotografia N° 6 - N° 7 : Skarn

Microfotografia N° 8 - N° 9 : Exoskarn

Microfotografia N°10 - N°11 : Endoskarn

Microfotografia N°12 : Pòrfido Diorítico
Subvolcànico.

Microfotografia N°13 : Mineralizaciòn en el
Skarn.

Microfotografia N°14 - N°15

y la N° 16 : Dacita Porfirítica.

CAPITULO III

Làmina N° 7 : Plano de Muestreo Geoquímico.

Tabla N° 1 : De Multielementos en suelos.

Tabla N° 2 : Asociaciòn Geoquímica en sue-
los.

Làmina N°24	: Histograma de Zinc.
Làmina N°24A	: Acumulado de Zinc.
Làmina N°25	: Histograma de Cobre.
Làmina N°25A	: Acumulado de Cobre.
Làmina N°26	: Correlaciòn Lineal Simple.
Làmina N°27	: Histogramas de Cu-Zn.
Làmina N°28	: Correlaciòn Lineal de Cu-Zn.
Làmina N°29 - N° 29A	
N° 29B	: Mapa Geoquímico de Zinc.
Làmina N°30 - N° 31	
N° 32	: Mapa Geoquímico de Cobre.

CAPITULO IV

Microfotografia N° 1	
N° 2	: Esfalerita - Calcopirita.
Microfotografia N° 3	
N° 4	: Pirrotita.
Microfotografia N° 5	: Magnetita.
Microfotografia N° 6	
N°6A	: Pirita.
Microfotografia N° 7	: Tetrahedrita.
Làmina N°33	: Plano Geològico Nv. 2
Làmina N°34	: Plano Geològico Nv. 3
Làmina N°35	: Plano Geològico Nv. 4
Làmina N°36 - N°37	: Isovalores de Cu - Veta 1
Làmina N°38 - N°39	
N°40	: Isovalores de Zn - Veta 1
Làmina N°41 - N°42	
N°43	: Isovalores de Ag - Veta 1

Làmina N°44 - N°45	: Isovalores de Cu - Veta 2
Làmina N°50 - N°51	: Isovalores de Zn - Veta 2
Làmina N°52 - N°53	: Isovalores de Ag - Veta 2
Làmina N°54	: Isovalores de Cu - Zn - Ag - Veta 3
Làmina N°55	: Isovalores de Cu - Nivel 4
Làmina N°56	: Isovalores de Zn - Nivel 4
Làmina N°57	: Isovalores de Ag - Nivel 4
Làmina N°58	: Isovalores de Cu - Nivel 3
Làmina N°59	: Isovalores de Zn - Nivel 3
Làmina N°60	: Isovalores de Ag - Nivel 3

CAPITULO V

Tabla N°3 - N°4	: Comparaciòn de los diferen- tes tipos de Skarn.
Làmina N°61	: Modelo Genético del Yaci- miento.

ANEXOS

Tabla N°5	: Determinaciòn del Zn.
Tabla N°6	: Determinaciòn del Cu.
Tabla N°7	: Leyes de Zn.
Tabla N°8	: Leyes de Cu.

R E S U M E N

• El Yacimiento San Marino se ubica en el distrito de San Miguel de Viso, provincia de Huarochiri, departamento de Lima y es disectado por el río Viso afluente del río Rimac.

La altitud a la que se encuentra varia de 2440 a 4600 m.s.n.m con una topografía accidentada, correspondiendo a las regiones naturales Quechua - Suni.

San Marino es un Yacimiento tipo SKARN; donde el skarn se forma en el contacto de la caliza Jumasha del Cretáceo Superior con el pórfido diorítico subvolcánico del Terciario Superior y con la presencia de un dique pórfido dacítico posterior a la mineralización.

Estructuralmente el pórfido diorítico es un stock; que en el caso de San Marino este intrusivo por su grado de cristalización viene a ser un subvolcánico, como uno de los pocos casos en el Perú.

Las fracturas y fallas pre-mineral de rumbo promedio N 83° E se formaron por esfuerzos perpendiculares al eje de la Cordillera de los Andes. La mineralización se emplaza en estas fallas y fracturas como cuerpos toscamente tabulares, principalmente en el pórfido diorítico subvolcánico; mientras que hacia el Oeste en el contacto caliza - pórfido subvolcánico estos cuerpos se fusionan a lo largo de varios metros formando un cuerpo irregular principal.

La mayor ocurrencia de la mineralización se halla en este contacto, es decir entre el endo-skarn y el exo-skarn y hacia

la veta 2 con una mayor proporción de zinc. No hay mineralización en la caliza.

Distritalmente es el yacimiento de mayor temperatura, donde los valores de Zn - Cu - Ag aumentan hacia los niveles superiores.

Mineralógicamente es un yacimiento polimetálico de Zn - Cu - Ag(Pb) y poco de Au en los concentrados.

Su secuencia de mineralización es la siguiente: Skarn - óxidos anhidros - sulfuros - calcita - óxidos anhidros y proceso supergéneo. Predomina la textura de reemplazamiento y la equigranular, de manera subordinada la textura de relleno.

Fisiográficamente no se tiene un control muy notorio, siendo el más importante el control mineralógico de 40 mts. de endo-skarn y exo-skarn.

El estudio de las curvas isovalóricas nos indican que debajo del Nivel 4 el yacimiento no profundiza; es decir el foco de la mineralización se inicia debajo del Nivel 4, desplazándose hacia el Nivel 1.

Con el objeto de ver la continuidad o ubicar otros cuerpos de skarn en la zona ampliamente cubierto por suelos cuaternarios hemos realizado una Prospección Geoquímica de suelos, obteniéndose 63 muestras que fueron analizadas por zinc y cobre empleando el método de Absorción Atómica y el Espectrográfico. Las concentraciones obtenidas de zinc y cobre en p.p.m. fueron utilizadas en el tratamiento estadístico con el apoyo de los métodos computarizados para hallar los parámetros geoquí-

nicos que nos indicarian las zonas anómalas. Es así como los isovalores de Zn dan una anomalía hacia el Sur y los isovalores de Cu dan otra anomalía hacia el Norte.

Las reservas de la mina se han calculado en 1'179,213 T.M de mineral probado y probable con leyes de 1.4% Cu, 3.28% Zn y 3.61 oz/Tc. Ag. Como mineral prospectivo se han calculado 579,846 T.M. con leyes de 1.26% Cu, 3.44% Zn y 3.56oz/Tc.Ag.

CAPITULO I – GENERALIDADES

1.– INTRODUCCION

**2.– UBICACION – ACCESIBILIDAD
RECURSOS.**

3.– TRABAJOS PREVIOS.

4.– GEOMORFOLOGIA

5.– AGRADECIMIENTOS.

CAPITULO I

I GENERALIDADES.

I.1 Introducción.

La mina San Marino se encuentra ubicado en la margen izquierda del río Viso, cerca a la confluencia de este con el río Rimac.

El estudio de la zona ha consistido en trabajos de campo, laboratorio y gabinete; desde la recolección de muestras, preparación de planos topográficos y geológicos de superficie e interior mina hasta el tratamiento estadístico computarizado de datos.

Se han incluido análisis y estudios de secciones delgadas de rocas encajonantes y de secciones pulidas del Yacimiento con el fin de interpretar alteraciones, zonamiento, intercrecimientos y controles mineralógicos.

El objeto del presente trabajo es determinar la **GENESIS DEL YACIMIENTO SAN MARINO** y de esta manera conocer el ambiente físico-químico de su formación, sus controles de mineralización, paragénesis y zonamiento; con la contribución de un Yacimiento tipo SKARN por influencia de un ígneo subvolcánico como un caso muy especial dentro del Departamento de Lima-Perú.

I.2 Ubicación - Accesibilidad - Recursos. (LAMINA N° 1)

El Yacimiento San Marino, materia de esta tésis, se ubica aproximadamente en el kilómetro 84 de la Carretera Central, a unos 500 mts. al sur del puente Viso sobre el río Rimac.

Las coordenadas geográficas son aproximadamente:

76° 20' 00" Longitud Oeste

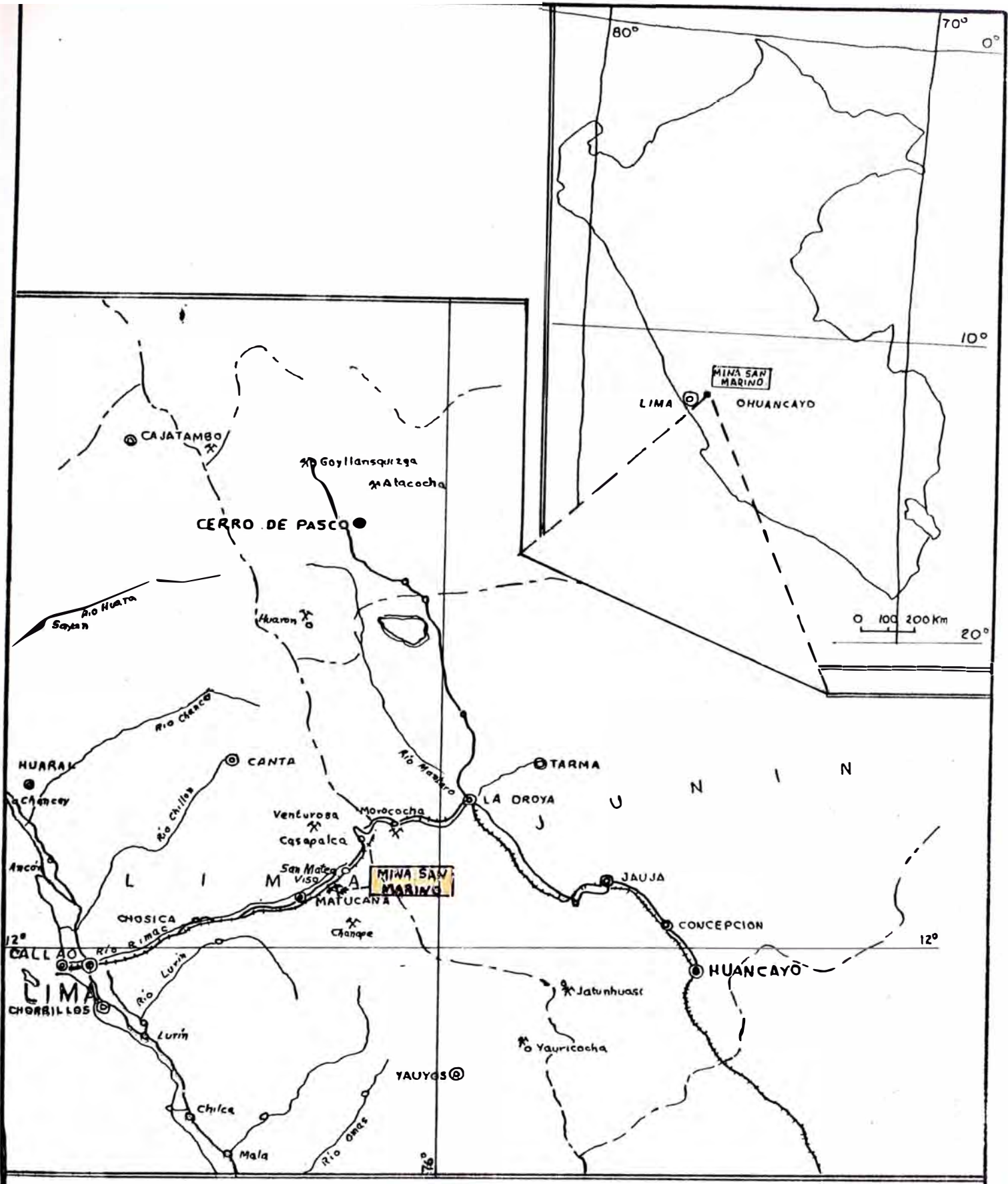
11° 48' 09" Latitud Sur

Políticamente, el Yacimiento pertenece al distrito de San Miguel de Viso, provincia de Huarochirí, departamento de Lima.

El acceso desde Lima puede realizarse tanto por carretera como por ferrocarril, através del Valle del río Rimac. El cómputo de las distancias desde Lima es el siguiente:

DE	A	CARRETERA	FERROCARRIL
Lima	Pte. Viso	84 Km. Carr. Central	111.8 Km.
Pte Viso	Mina	1 Km. afirmada .	-----

Las poblaciones más cercanas son Matucana - 4 Km., San Miguel de Viso - 5Km. y la concentradora de Tamboraque a 6 Km. desde el puente de Viso.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE ING. GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA		LAMINA N° 1
MAPA DE UBICACION DE LA MINA SAN MARINO-VISO		
TOPOGRAFIA : DIBUJO : DAVID ROJAS CABALLERO	ESCALA : 1:1'700 000 FECHA : SETIEMBRE - 1992	

Considerando las necesidades principales de la Mina tanto para extracción como para las necesidades del campamento, es importante mencionar que el caudal del río Viso es permanente y cuyo volumen se utilizaría para cumplir estos objetivos.

Cerca a la mina existen dos líneas eléctricas de alta tensión; una la del Proyecto Mantaro y la otra de Eléctrolima.

En esta zona los valles por debajo de los 4000 m.s.n.m tienen temperaturas moderadas que dan un clima templado a cálido en los valles profundos.

En cuanto a las lluvias, el área está afectado en su mayor parte por un período lluvioso que corresponde al verano austral, con máximas precipitaciones entre los meses de Diciembre a Abril. El período de sequía corresponde a los meses de Mayo a Noviembre; siendo estos meses también los más fríos.

La vegetación está en íntima relación con el clima siendo la producción principal en las tierras de cultivo.

Además en gran parte de las laderas hay vegetación silvestre de hierbas, arbustos, pastos y cactus.

En cuanto a la minería, la región posee grandes recursos metálicos y no metálicos. Se indica a continuación una relación de depósitos y prospectos reconocidos:

ZONA	DEPOSITO FILONIANO	METALES
Colqui	Colqui	Ag - Pb
Venturosa	Condor Pasa	Ag-Pb-Zn (Cu)
	Venturosa 1, 2, 3.	Pb-Zn-Cu-Ag
	Don Julio-Don Pedro	Pb-Zn-Cu-Ag
	Don Pepe	Cu-Pb-Zn-Ag
Alianza	Alianza	Cu-Ag
	Amorosa	Ag-Pb-Zn
	Caridad	Ag-Pb-Zn (Cu)
	Natividad	Ag-Pb-Zn
El Borrachito	El Borrachito	Pb-Zn-Ag
	Abundancia	Pb-Zn (Ag)
Viso-Aruri	Siete Estrellas	Cu-Zn (Ag-Pb)
	Santa Rita	Ag
	San Pablo-Purísima	Ag-Pb-Zn
Millotingo	Millotingo	Ag

ZONA	DEPOSITOS EN SKARN O ASO- CIADOS A LA ESTRATIFICACION	METALES
Poderosa	Poderosa	Ag-Volcànico en Fm. Jumasha
Felicidad	Felicidad	Pb-Zn-Ag en Fm. Santa.
Felicidad	Huanchurina	Pb-Zn- Ag en Fm. Santa
Sangrar	Heroica-Canteffa	Pb-Zn-Ag en Fm. Jumasha
Matucana	Dos Paisanos	Pb-Zn-Ag (Au-W) en Fm. Jumasha.
San Mateo	Monterrey	En Fm. Jumasha
ZONA	DEPOSITOS PORFIRITICOS	METALES
Arahuay	Marco Grande	Cu -Mo
Surco	Surco	Cu -Mo

El folklore tradicional es el huayno, asimismo se práctica la música del centro del país (Cerro de Pasco - Jauja-Concepción-Huancayo).

I.3 Trabajos previos.

De los trabajos geològicos generalizados sobre la regiòn Viso-Aruri, existe un estudio importante que es:

- El Modelo Genético Huarochiri, por Noel Díaz Bernal, Volumèn Jubilar LX Aniversario de la Sociedad Geològica del Perú-1984.

Asimismo existen dos estudios específicos sobre la geología de la mina y sus reservas de mineral, que son:

- Estudio Geològico de la Mina San Marino-Tambo de Viso, por R.O. Plenge-October 1973.
- Evaluación Econòmica-San Marino, por Servicios Técnicos y Administrativos S.A.-1977.

I.4 Geomorfología.

El àrea de estudio corresponde a un sector de la Cordillera Occidental de los Andes.

El flanco Occidental Andino se caracteriza por una topografía abrupta con alineamiento de cumbres que limitan las cuencas de los valles profundos que descienden hacia la costa.

Localmente el àrea de San Marino se encuentra a una altitud que varia de 2440 a 4600 m.s.n.m., correspondiendo a las regiones naturales Quechua-Suni de Pulgar Vidal (1946). Circundada por un drenaje dendrítico siendo su colector principal el río Rimac que tiene un

rumbo preferencial al Sur-Oeste.

La zona presenta un modelado fisiográfico característico de un valle fluvial, el cual presenta un relieve escarpado cuyas pendientes varían entre 40° - 60° y que ha sido formado por la quebrada profunda del río Viso que tiene un rumbo Nor-Oeste.

La erosión la realizan principalmente las corrientes de agua que descienden por las quebradas y riachuelos.

I.5 Agradecimientos.

Deseo expresar mi agradecimiento sincero a todas aquellas personas que de una u otra forma han colaborado conmigo para la realización y presentación de esta Tesis. A mis profesores de especialidad por las orientaciones y enseñanzas recibidas durante mi formación como profesional en la U.N.I.

A los señores J.Rios, L.Push y al Ing.Santana, quienes me brindaron las facilidades necesarias dentro de la Unidad Minera San Marino.

A los señores Ings. Pedro Hugo Tumialán de la Cruz, Atilio Mendoza Apolaya, Fernando Soto Dominguez y de una manera especial al Dr. Jorge Paredes P. , quienes revisaron el Tema y me dieron consejos para una mejor presentación de este trabajo.

CAPITULO II - GEOLOGIA GENERAL

1.- GEOLOGIA REGIONAL.

2.- GEOLOGIA LOCAL.

3.- ESTRUCTURAS.

CAPITULO II

II GEOLOGIA GENERAL.

II.1.- GEOLOGIA REGIONAL. (LAMINA N° 2)

II.1.1 Estratigrafía.

En la región afloran rocas que corresponden a sedimentos del Cretácico y Volcánicos del Terciario, así como rocas ígneas de profundidad e hipabisales de diferente edad que han intruido tanto a las rocas sedimentarias como a las volcánicas.

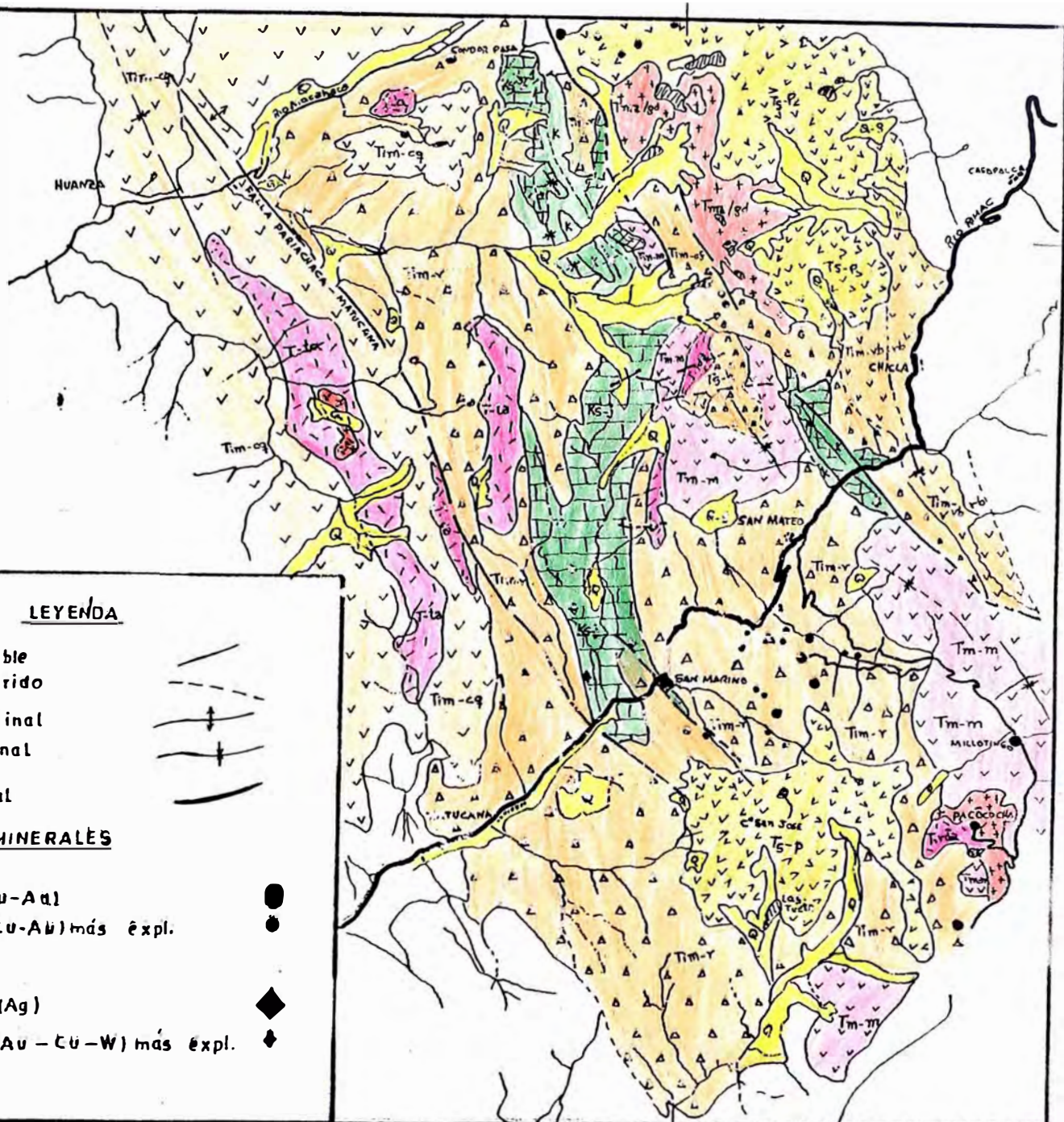
Aún cuando gran parte de la región muestra una cobertura volcánica del Terciario, la historia geológica se remonta a las facies de la Cuenca Peruana Occidental correspondiente a las Formaciones del Grupo Gollarisquizga del Cretáceo Inferior.

La siguiente descripción de las unidades estratigráficas ha sido tomada principalmente de los trabajos de W. Zimmernink y R. Baca (1982).

(LAMINA N° 3)

II.1.1.1.- Valanginiano Inferior a Medio: Formación Chimú (Ki-Chm.)

Es la más antigua del Cretáceo, siendo la base del Grupo Goyllarisquizga; aflora aisladamente en la zona media y alta del Flanco Occidental Andino del área de estudio. Litológicamente consiste de areniscas cuarcíticas gris blanquecinas con textura granular de fina a media, intercalada ocasionalmente con lutitas grises.



LEYENDA

- Contacto visible
- Contacto inferido
- Eje de anticlinal
- Eje de sinclinal
- Falla normal



DEPOSITOS MINERALES

Vetas

- Ag - Pb - Zn (Cu - Au)
- Ag - Pb - Zn (Cu - Au) más expl.

Skarn

- Pb - Zn - Cu (Ag)
- Pb - Zn - Ag (Au - Cu - W) más expl.

UNIDADES ESTRATIGRAFICAS

ROCAS INTRUSIVAS

ERA	SISTEMA	SERIE	
CENOZOICO	CUATERNARIO	REC.	Depósitos aluviales, fluvio-glaciares
		Sup.	Volcánicos Pacocoche
	TERCIARIO	Med.	Volcánicos Huerochiri
		Med.	Volcánicos Millotingo
		Inf.	Grupo Colqui Grupo Rimac Fm. Bellavista Fm. Carlos Francisco
MESOZOICO	CRETACEO	Sup.	Fm. Jumasha Fm. Cosopolca
		Inf.	Fm. Santa-Cruz
			Fm. Chimú

	Granito, tonalita, granodiorita, monzonita, diorita
	Traquiandesita, andesita, riolodita



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE ING. GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA

MAPA GEOLOGICO REGIONAL

LAMINA
N° 2

MAPA BASE INGEMMET - N. DIAZ

ESCALA GRAFICA : Km.

DIBUJO : DAVID ROJAS CABALLERO

FECHA : SETIEMBRE 1992

Alcanza una potencia de 30 a 50 mts. Està formaciòn infrayace concordantemente a las calizas de la formaciòn Santa. Probablemente su deposiciòn ocurriò en un ambiente litoral.

II.1.1.2.- Valanginiano Superior: Formaciòn Santa (Ks - sa).

Fueròn descritas por primera vez por Benavides (1956) en el Callejòn de Huaylas. Litològicamente consiste de calizas gris oscuras con venillas de calcita, ocasionalmente con lutitas gris margosas.

Alcanza una potencia de 40 a 90 mts. Su deposiciòn ocurriò en un ambiente nerítico o salobre con poca profundidad.

II.1.1.3.- Valanginiano Superior-Aptiano: Formaciòn Carhuaz (Ki - ca).

Fuè designada tambièn por Benavides (1956) con una litología predominantemente lutàcea.

En el afloramiento de la Quebrada Huanchurina (NO de la hoja de Matucana) la secuencia de la Formaciòn Carhuaz està fallada y cubierta por depòsitos cuaternarios pero se reconocen unidades de limolitas y areniscas pardo rojizas.

Alcanza una potencia de 50 a 70 mts. Su ambiente de deposiciòn es deltaico y parcialmente invadido por aguas someras.

II.1.1.4.- Aptiano Superior: Formaciòn Farrat

(Ki - fa).

Litològicamente consta de cuarcitas sobre la formaciòn Carhuaz. En el àrea se presenta, por lo general, pobremente expuesta como una cobertura de depòsitos superficiales debido a fallamientos o erosiòn.

Alcanza una potencia de 20 a 30 mts. Se presenta en un ambiente de deposiciòn litoral o deltaico que corresponde a la regresiòn marina del Aptiano.

II.1.1.5.- Aptiano-Albiano inferior Formaciòn Pariahuanca (Ki - pa).

Està formaciòn fuè descrita por V. Benavides en el pueblo de Pariahuanca y que consiste en 100 mts. de caliza masiva en capas gruesas. Aflora en el flanco Oriental del Anticlinal de Jarhuacata (Angulo NE de la hoja de Huarochirì); consiste aproximadamente de 50 mts. de calizas masivas en capas gruesas de color gris claro, yace en aparente concordancia sobre la Formaciòn Carhuaz y de las calizas Chulec; estando atravezado por diques gris verdosos

Alcanza una potencia de 20 a 40 mts. Su ambiente de deposiciòn es la de un mar somero que corresponde al inicio de la tragesiòn marina que se inicia en el Albiano.

II.1.1.6.- Albiano medio: Formaciòn Chulec (Ki-chu)

Inicialmente descrita por Mclaughlin (1924), en la regiòn central del país, como miembro inferior de las calizas Machay, posteriormente V. Benavides (1956) la elevò a la categoria de "Formaciòn". Ha sido reconocida en la quebrada Huanchurina (Sector NO de la hoja de Matucana), la cual se extiende hasta cerca de la mina Venturosa y hacia el sur hasta las cabeceras de la quebrada Cancha.

Litològicamente consiste de calizas grises con capas medianas, ocasionalmente se intercalan calizas margosas y margas color pardo grisàceo.

Alcanzan una potencia de 350 a 400 mts. Su ambiente deposicional corresponde de nerítico a batial.

II.1.1.7.- Albiano medio : Formaciòn Pariatambo (Ki-pa).

Inicialmente descrita por Mclaughlin (1924) como miembro superior de la formaciòn Machay; posteriormente V. Benavides (1956) la elevò a la categoria de "Formaciòn". Se encuentran en las localidades donde los autores anteriores han descrito a la Formaciòn Chulec.

Litològicamente consiste de calizas y margas bituminosas de color negruzco e intercaladas con calizas oscuras en capas delgadas. Alcanza una potencia de 130 mts. Durante la sedimentaciòn de esta formaciòn la trangresiòn del Albiano alcanzò su mayor significaciòn con deposiciòn en un ambiente reductor



II.1.1.8.- Albiano Superior - Turoniano Formación
Jumasha (Ks - J).

Descrita por Mclaghlin(1924) en los acantilados Jumasha de la laguna Punrun. Se le asigna esta edad por su posición concordante sobre la Formación Pariatambo y debajo de Celendín.

Litológicamente consiste de calizas grises y gris amarillentas, estratificadas en capas medianas y gruesas.

Se le ha mapeado en el NO de la hoja de Matucana, en los núcleos anticlinales fallados del área de Sangrar Túnel Transandino - laguna Tupay y en los núcleos de sinclinales del área entre la mina Venturosa y la laguna Acococha. Al sur de este último lugar, se expone en los flancos de la quebrada Pancha, hasta el río Rimac (Sector de Tambo de Viso), una potente secuencia de rocas calcáreas en capas delgadas, de color gris claro y oscuro, alternando subordinadamente con horizontes delgados de margas y lutitas gris amarillentas

Otros afloramientos de calizas Jumasha ocurren en fajas alargadas al pie de fallas longitudinales NO-NE; ellos están presentes en el Valle del río Rimac en el sector de Puente el Infiernillo, también al oeste y NO de Yuracmayo, en el valle del río Blanco. Alcanza una potencia de 200 a 400 mts. Su ambiente de formación ocurre en un mar nerítico de relativa profundidad.

EON	ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD	DESCRIPCION	ACT. IGNEA		
F A N E R O Z O I C O	M E S O Z O I C O	C R E T A C E O	CUATER-NARIO	RECIENTE		DEPOSITOS FLUVIALES , ALUVIALES , FLUVIOGLACIARES.		
			T E R C I A R I O	SUPERIOR				 GRANITO-TONALITA MONZONITA, DIORITA.
				MEDIO	VOLCANICO MILLOTINGO		DERRAMES ANDESITICOS, RIODACITICOS, OCACIONALMENTE TRAQUIANDESITICOS, FLUJOS DE BRECHA VOLCANICA Y ARENSCAS-LIMOLITAS.	
					GRUPO COLQUI		DERRAMES ANDESITICOS GRIS PORFIROIDE ALTERNADOS CON TOBAS FINAS, TOBAS LAPILITICAS OCACIONALMENTE LIMOLITAS Y CALIZAS.	TRAQUIANDESITA, ANDESITA, RIODACITA.
				INFERIOR	GRUPO RIMAC		ANDESITAS, FLUJOS DE BRECHA, TOBAS ANDESITICAS INTERCALADAS CON ARENSCAS TOBACEAS. HACIA LA PARTE MEDIA Y SUPERIOR UNIDADES SEDIMENTARIAS TOBACEAS CON ARENSCAS, LIMOLITAS GRIS ROJIZAS Y TOBAS GRIS VIOLACEO.	
					SUPERIOR	FM. JUMASHA		CALIZAS GRISES Y AMARILLENAS ESTRATIFICADAS EN CAPAS GRUESAS SUBORDINADAMENTE ALTERNAN HORIZONTES DE MARGAS Y LUTITAS.
				INFERIOR	FM. CARHUAZ.		ARENISCA GRIS VERDOSA ALTERNADAS CON LUTITAS Y LIMOLITAS OCACIONALMENTE CALIZAS MARGOSAS.	
			FM. SANTA			CALIZAS GRIS OSCURAS EN PARTES LUTITAS MARGOSAS.		
			FM. CHIMU			ARENISCAS CUARCITICAS GRIS BLANQUECINOS INTERCALADAS CON LUTITAS GRISES PRESENTAN ESTRATIFICACION CRUZADA.		

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE ING GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA

COLUMNA ESTRATIGRAFICA

LAMINA
Nº 3

GEOLOGIA : DAVID ROJAS C.

ESCALA : —

DIBUJO : DAVID ROJAS C.

FECHA : SETIEMBRE -1992

II.1.1.9.- Coniaciano-Santoniano Formaciòn Celendin (Ks - ce).

Descrita por V. Benavides (1956) en la localidad de Celendin. Esta formaciòn ha sido reconocida en una franja entre la laguna Jupay e Iscumachay (Lìmite de la hoja de Matucana) y descansa discordantemente sobre la formaciòn Jumasha.

Litològicamente consiste de calizas y margas de color gris, en parte amarillentas y negruzcas.

Esta formaciòn marca el fin de la sedimentaciòn marina del Mesozoico.

II.1.1.10.- Eoceno-Oligoceno: Grupo Rimac (Tim - r)

Con este nombre se ha cartografiado a un conjunto de unidades de rocas volcànicas y sedimentarias constituido por andesitas, flujos de brecha, andesitas tufàceas o tufos andesìticos, con ocasionales intercalaciones de areniscas tufàceas.

Aflora ampliamente en el sector occidental de la hoja de Matucana y Huarochiri, habièndo tenido un gran desarrollo entre los valles de Santa Eulalia, Rimac y parte alta de Lurin.

En general en el Grupo Rimac hay volcànicos y sedimentos pero con predominio de la facies tobàcea y un alto porcentaje de minerales ferromagnesianos que por alteraciòn dan, a las rocas, coloraciòn rojizaviolàceo. Este grupo està enmarcado entre dos discordancias una inferior que los separa del Meso-

zoico y una superior que los separa de los volcánicos Millotingo.

II.1.1.11.- Oligoceno-Mioceno Inferior Volcánico
Millotingo (Tm - m).

Es una secuencia de rocas volcánicas, mayormente lávicas; cuyo centro de emisión han aportado una sucesión de derrames andesíticos, riódacíticos, ocasionalmente traquiandesíticos, en forma de diques y capas. Se desarrolla ampliamente en la parte alta, entre Matucana y la mina Millotingo.

Litológicamente consiste de areniscas constituidos por material volcánico, de estructura brechoide; andesitas verde violáceo, que se intercalan con horizontes conglomeráticos de color violáceo que intemperizan a color blanquecino.

Se estima una potencia de 1000 mts.

II.1.1.12.- Cuaternario: Depósitos Coluviales y de
Deslizamiento(Q-co) - Depósitos Fluvio-
glaciares(Q-fg).

Gran parte de la superficie de la región se halla cubierta por depósitos coluviales y de deslizamiento, que se encuentran al pie de las escarpadas laderas de los cerros como material de escombros.

También tenemos la presencia de depósitos fluvio-glaciares que corresponde al material acarreado por los ríos de ambas vertientes de la zona andina; esto

guarda relación con el proceso erosivo activado por el levantamiento andino y las etapas de glaciación.

II.1.2 Rocas Igneas.

Las rocas plutónicas o intrusivas que afloran en la región, corresponden a cuerpos emplazados en diferentes épocas. Afloran principalmente en el sector Sur-oeste del cuadrángulo de Huarochiri, constituyendo un grupo de intrusivos del Batolito de la Costa dentro del sector Septentrional del Segmento Arequipa (clasificación de Cobbing, Pitcher y Taylor -1978). En la zona alta de la Cordillera Occidental se presentan grupos de intrusiones menores de facies hipabisales, distribuidos aisladamente a lo largo de toda la cordillera. Cada grupo se caracteriza por unidades intrusivas menores que varían en composición de básicas a ácidas, habiéndose reconocido diorita, tonalita, granodiorita, monzonita, riódacita y andesita.

La mayoría de estos intrusivos intruyen a las unidades formacionales volcánico-sedimentarias y piroclásticas del Terciario; las áreas de contacto de las rocas encajonantes presentan en mayor o menor grado metamorfismo termal.

El grupo de intrusivos menores reconocidos en el área de estudio corresponden al Grupo de Huamparchocha-Paticocha; que aflora al norte de San Mateo y que consisten de dioritas, tonalitas, monzonita-granodiorita, andesita y riódacita.

II.1.3 Geología Estructural.

La columna estratigráfica en general de la región andina, ha sido afectada por movimientos tectónicos que han originado las disconformidades siguientes:

- 1.- Entre los esquistos del Paleozoico inferior y del Permo-Carbonífero (Fase Eohercínica).
- 2.- Entre el Permo-Carbonífero y el Triásico (Fase Tardihercínica).
- 3.- Entre los clásticos del Cretaceo inferior y las calizas cretácicas.
- 4.- Entre las calizas cretácicas y las capas rojas Casapalca (Fase Peruana).
- 5.- Entre las capas rojas Casapalca y la serie volcánica-sedimentaria del Terciario inferior (Fase Incaica).
- 6.- Entre los volcánico - sedimentarios del Terciario inferior y la serie volcánico - sedimentario del Mioceno inferior (Fase Poroche).
- 7.- Entre la serie volcánica del Mioceno y la del Plioceno inferior (Fase Quechua).

En la región de estudio se reconocen los efectos de dos ciclos tectónicos: el ciclo HERCINICO representado por la fase denominada EOHERCINICA y la fase TARDIHERCINICA, que causarón el plegamiento y la deformación de la secuencia palezoica y luego el ciclo de sedimentación y tectónica andina que en el desarrollo de sus diferentes fases, han contribuido

a edificar la cadena de los Andes; resultando como consecuencia fajas de rocas mesozoicas y terciarias plegadas, generalmente con ejes orientados según el sentido andino NO - SE.

En la zona al a de la Cordillera Occidental, las capas rojas Casapalca yacen, en discordancia erosional sobre las rocas calcáreas de la formación Jumasha; además dichas capas rojas están cubiertas discordantemente por la secuencia volcánica-sedimentaria del Terciario; reconociéndose los efectos de la fase tectónica Peruana que plegó en gran extensión las unidades formacionales mesozoicas; luego por movimientos epirogénicos hubo emersión y la siguiente deposición tipo molasa de las capas rojas Casapalca (Cretáceo superior y principios del Terciario).

Estas fases tectónicas son independientes del magmatismo intrusivo que dió lugar al emplazamiento del Batolito de la Costa (Cretáceo superior) y que probablemente esten relacionados a la subducción de las placas. (Dr. J. Paredes).

Las rocas plegadas por la fases Peruana e Incaica son cubiertas por una potente secuencia de rocas volcánico-sedimentarias (Volcánicos Rimac-Millotingo). De norte a sur se reconocen las siguientes zonas plegadas que han afectado al Cretáceo Inferior:

a.- Zona de Sangrar-Túnel Trasandino, que se encuentra al centro de la hoja de Matucana; se caracteriza por núcleos de calizas cretáceas falla-

das en un sistema inverso NO-SE con respecto a las capas rojas Casapalca y a los volcánicos del Terciario.

- b.- Plegamiento de la zona Tambo de Viso-Venturosa, que se encuentra entre el valle del Rímac y la quebrada Huanchurina, en las cabeceras del valle Santa Eulalia. Consiste de anticlinales y sinclinales orientados en sentido NO-SE. En Tambo de Viso se ven calizas cretáceas con pliegues apretados en chevrón. En el valle del Rímac esta secuencia cretácea presenta fallas de tipo normal e inverso con respecto a la serie volcánica terciaria.
- c.- Fallamiento inverso de puente Infiernillo en el valle del Rímac, que consiste en dos fallas inversas que han cortado a las calizas Jumasha y a un miembro de la formación Carlos Francisco.

Las estructuras que afectan al Terciario Inferior y Superior son las siguientes:

- a.- Sinclinal Chicla-Río Blanco que hacia el SE esta fallado.
- b.- Sinclinal de San Mateo - Parac - Pahuaycoto.

II.1.4 Geología Histórica.

La evolución geológica de la zona, comprende los ciclos de sedimentación y tectónica del Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico. El primer ciclo

fuè afectado por la tectònica HERCINICA y los dos últimos por las fases tectònicas del ciclo OROGENICO ANDINO.

Como consecuencia de la tectònica hercìnica se formò en el curso del Paleozoico superior el geanticlinal del Marañon, el cual se comportò como una zona positiva hasta comienzos del Albiano inferior. En este lapso la cuenca subsidente se dividiò en una cuenca oriental y otra occidental sobre las cuales se produjò la sedimentaciòn Mesozoica. Los acontecimientos que ocurrieròn en este ciclo de sedimentaciòn mesozoica son:

- Transgresiòn marina del Triàsico superior al Liàsico superior, representada en la parte oriental por las calizas del Grupo Pucarà.
- Levantamiento sin tectònismo en el Juràsico medio a superior.
- Sedimentaciòn en la cuenca occidental epicontinental, con transgresiones y regresiones continuadas en un mar somero; que estàn representadas por las formaciones Chimù, Santa-Carhuaz y Farrat que van del Berriasiano al Aptiano. En la zona de plataforma esta representada por la formaciòn Goyllarisquizga.
- Transgresiòn de fines del Aptiano a inicios del Albiano, donde se produce una subsidencia general de la cuenca con la deposiciòn de las formaciones Pariahuanca, Chulec, Pariatambo, Jumasha y Celendìn

tanto en la zona de plataforma como en la zona de la cuenca occidental peruana.

En toda la secuencia mesozoica se registran intercalaciones de lavas basálticas.

A fines del Cretáceo finaliza la sedimentación marina por efecto de una tectónica moderada (Fase Peruana) que pliega a la secuencia cretácea.

El principal período de deformación, ha tenido lugar a comienzos del Eoceno superior con la tectónica Incaica que plegó a la secuencia mesozoica, incluyendo las capas rojas Casapalca.

En su etapa final, este episodio tectónico está asociado a movimientos epirogenéticos y a un magmatismo extrusivo procedente de erupciones explosivas que cubrieron el área de material heterogéneo, de cenizas piroclásticas y unidades de flujos de lava; como la tectónica del Mioceno medio (Fase Eoquechua-na), al cual está relacionada la sedimentación y el volcanismo correspondiente al volcánico Millotingo. En todas las fases tectónicas indicadas, continuó la actividad ígnea; estas intrusiones formaban parte del Arco Volcánico Andino sin "deshidratación" de los sedimentos en subducción; pero el período principal de la actividad intrusiva, al que pertenecen los stocks de diorita, monzonita y granodiorita, parece estar relacionada a la tectónica del Mioceno inferior (Fase Poroche) por encontrarse poco deformados.

II.2.- GEOLOGIA LOCAL.

Estratigráficamente el Yacimiento de San Marino se ha formado en el contacto entre las calizas de la Formación Jumasha con rocas subvolcánicas del Terciario Superior (ver plano y sección geológica).

(LAMINAS N° 4 - N° 5 y N° 6).

1.- La Formación Jumasha que pertenece al Albiano Superior Turoniano (Km - ju) ha sido formado en un ambiente marino nerítico de relativa profundidad.

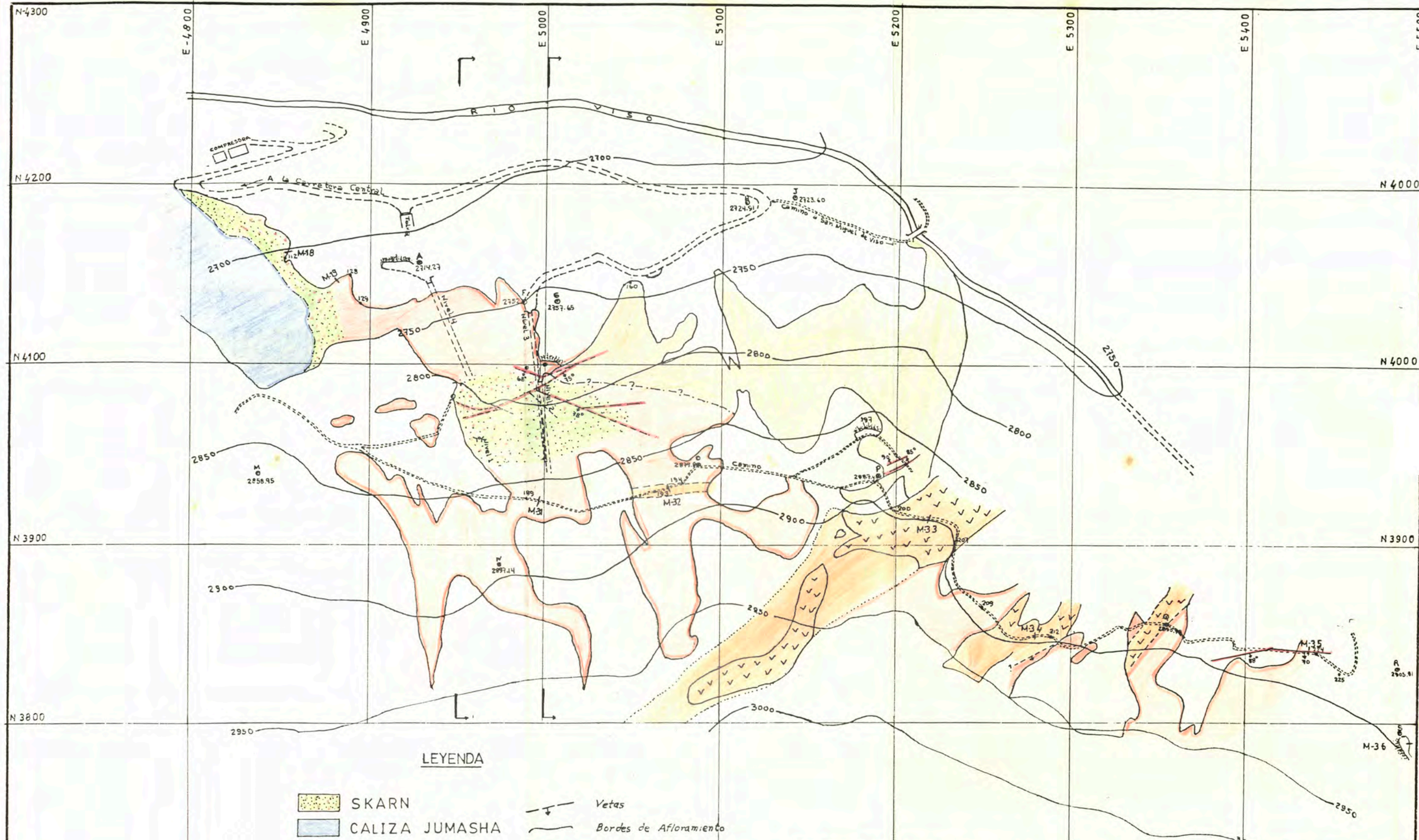
Litológicamente están constituidas por calizas gris claro a oscuras, estratificadas en capas medianas a gruesas y que se van alternando subordinadamente con horizontes delgados de lutitas gris amarillentas y margas. Estas calizas afloran en el extremo NW del área de la mina, extendiéndose ampliamente fuera de la zona de estudio hacia el Norte y Noroeste de ésta.

Hacia el Sur no afloran, pero si han sido cortadas con las labores mineras principales del Nv.3 y del Nv.4 hasta en una distancia máxima horizontal de 300 mts desde el extremo SE del único afloramiento.






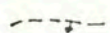




2.- Las rocas subvolcánicas han sido determinados como un **PORFIDO DIORITICO SUBVOLCANICO** del Terciario Superior; estas han sido consideradas por J. Pastor y J. Benavides como Andesitas alteradas.

Están ampliamente distribuidas en toda la región y

predominan en el área de la mina. Afloran desde las partes bajas de las quebradas hasta cerca de los 4000 m.s.n.m. Estos afloramientos están bien alterados en superficie, cuyo grado varía de intenso en el área de la mina, a débil y local en los alrededores.

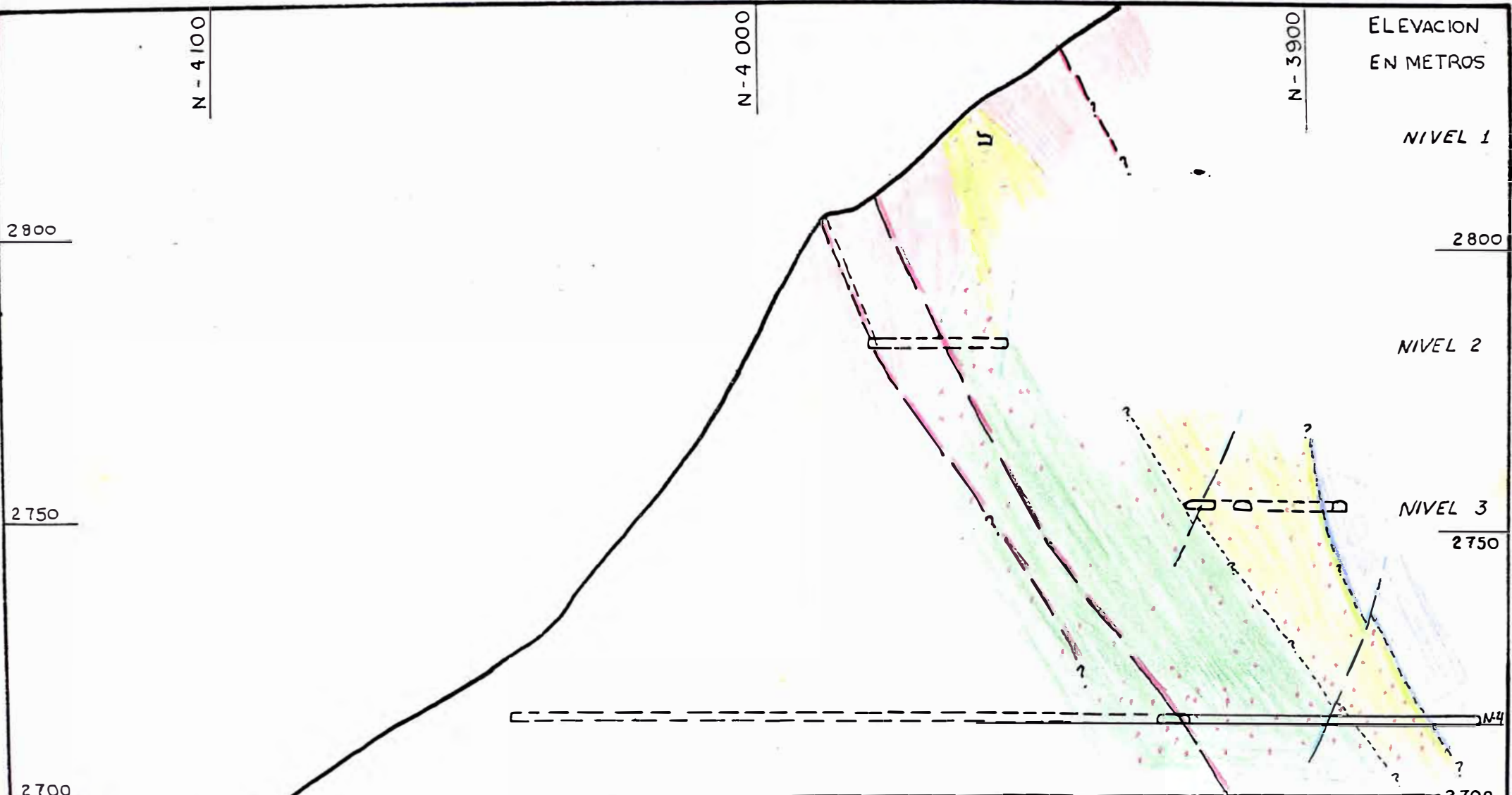


LEYENDA

- | | | | |
|---|--------------------------------|---|------------------------|
|  | SKARN |  | Vetas |
|  | CALIZA JUMASHA |  | Bordes de Afloramiento |
|  | DACITA PORFIRITICA |  | Contacto Observado |
|  | DACITA ALTERADA |  | Contacto Inferido |
|  | PORFIDO DIORITICO SUBVOLCANICO |  | Contacto Aproximado |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE ING. GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA	
MAPA GEOLOGICO LOCAL DE LA MINA SAN-MARINO	
TOPOGRAFIA : D. T.	ESCALA : 1 = 2,000
DIBUJO : DAVID ROJAS CABALLERO	FECHA : SETIEMBRE 1992

LAMINA
Nº 4



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE ING. GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA
 SECCION GEOLOGICA MIRANDO AL ESTE

GEOLOGIA : DAVID ROJAS CABALLERO	ESCALA : V/H = 1 : 1000
DIBUJO : D . R . C .	FECHA : SETIEMBRE 1992

4-95E
 LAMINA
 Nº 5

Rio Viso

ELEVACION
EN METROS

NIVEL 1

NIVEL 2

NIVEL 3

N - 4100

N - 4000

N - 3900

2800

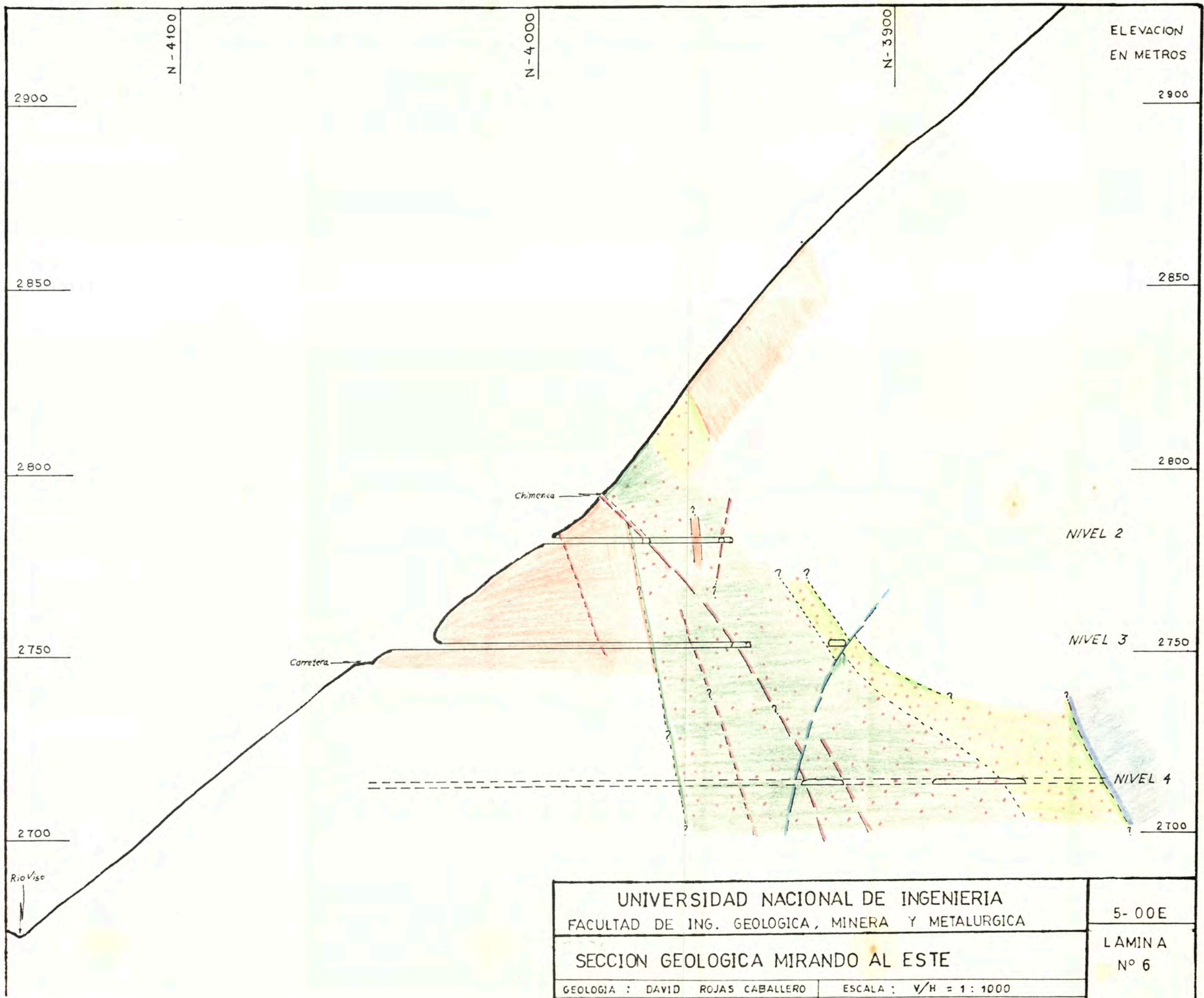
2800

2750

2750

2700

2700



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE ING. GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA
SECCION GEOLOGICA MIRANDO AL ESTE
 GEOLOGIA : DAVID ROJAS CABALLERO ESCALA : $V/H = 1 : 1000$

5-00E
 LAMINA
 Nº 6

3.- En el contacto de las calizas y las rocas subvolcánicas que ocurre en la falda sur del río Viso, tenemos un afloramiento muy nítido del SKARN con una potencia de más de 40 mts. y con una fase Exo-Skarn en las calizas metamorfozadas (marmol) y otra fase Endo-Skarn en el pórfido diorítico subvolcánico.

4.- También tenemos afloramientos de rocas volcánicas que se han formado posteriormente a la época de mineralización. Estos son de forma tabular y ocurren como diques ó apófisis que han sido determinados como dacitas, dacitas porfiríticas y aplitas.

El cuerpo principal de Dacitas ocurre en la parte central norte del área de la mina y que ha sido reconocido por los cruceros de acceso de los niveles 2, 3 y 4.

Las Dacitas Porfiríticas afloran en la parte S.E. de la mina. El cuerpo principal tiene una dirección general de NE - SW; su ancho varía desde unos 30 a 40 mts. en su extremo Noreste y a la altura de 2900 m.s.n.m.

Las aplitas ocurren en menor proporción que las anteriores.

II.2.1 Petrología - Petrografía.

Gran parte del área de estudio está ampliamente cubierto por suelos cuaternarios; por lo tanto so-

lo en base a los afloramientos se ha podido determinar desde el punto de vista petrográfico que las rocas predominantes son las ígneas, sedimentarias y metamórficas.

El estudio petromineralógico realizado en las muestras de los afloramientos, mediante secciones delgadas y pulidas nos servirán para la interpretación de los patrones geoquímicos y genéticos del Yacimiento.

1.- Análisis de Secciones Delgadas.

Para la preparación de las secciones delgadas, se han escogido cuidadosamente afloramientos de rocas que se ubican dentro de los sectores muestreados y que representen la petrología de la zona de estudio.

CALIZA M-24 (Microfotografía N° 1).

Macroscópicamente se trata de una roca de color gris oscuro, de textura cristalina muy fina (no clásica) con venillas de calcita y que efervesce fuertemente con el ácido clorhídrico (HCl).

Al microscopio se observa una textura microgranular ; donde el mineral más abundante es la calcita, constituyendo el 95 % de la muestra. El 5 % lo constituyen el cuarzo que está como microvenillas, la clorita y minerales opacos.

MARMOL M-16 (MICROFOTOGRAFIA N° 2 - N° 3)

Macroscopicamente se trata de una roca de color gris azulado, con una textura cristalina no foliada y que efervece fuertemente con el ácido clorhídrico (HCl).

Al microscopio se observa una textura granoblástica, donde el mineral más abundante es la calcita recristalizada. Como mineral secundario se tiene a la clorita.

PORFIDO DIORITICO SUBVOLCANICO M-1 Y M-32 (MICROFOTOGRAFIA N° 4 y N° 5).

Macroscopicamente se trata de una roca de color gris a verde grisáceo, melanocrático, de textura microgranular y que reacciona moderadamente con el ácido clorhídrico frío.

Al microscopio se observa una textura porfirítica con fenocristales de plagioclasas que varían entre Labradorita a Andesina y con una débil sericitización.

Interticialmente se observa hornblenda, calcita y fenos de cuarzo.

En determinadas zonas se puede observar que se ha producido una calcitización.

- **Minerales esenciales** : Plagioclasa (La-An) y Hornblenda.
- **Minerales accesorios** : Cuarzo y Clorita.
- **Minerales secundarios** : Calcita, Cuarzo y Sericita.

SKARN M-5 (MICROFOTOGRAFIA N° 6 Y N° 7).

Macroscòpicamente se trata de una roca de color gris verdosa a bruno claro, con una textura granular donde se observan los granates.

Al microscòpio se observa una textura granoblàstica con granates subhedrales (grosularita), venillas de calcita y cuarzo hidrotermal microcristalino. Tambièn hay clorita diseminada.

La variaciòn de la mineralogia del skarn dependera si la muestra pertenece al exoskarn o al endoskarn.

EXOSKARN.- M-17 (MICROFOTOGRAFIA N° 8) Y M-13 (MICRO FOTOGRAFIA N° 9).

Al microscopio se observa una textura granoblàstica con agregados prismàticos de epidota intercrecidos con calcita, granates y cuarzo.

ENDOSKARN.- M-18 (MICROFOTOGRAFIA N° 10 Y N° 11).

Al microscopio se observa una textura granoblàstica con agregados granulares de hornblenda, tremolita en una matriz silicea. Se nota invasiòn de calcita reemplazando a la hornblenda. Muy localmente se observa re manentes de roca ignea con intensamente sericitizados en una matriz calcitizada.

M-32 : MICROFOTOGRAFIA N° 12.

Està exposiciòn nos muestra un proceso de calcitizaciòn del pòrfido diorítico subvolcànico.

M-18 : MICROFOTOGRAFIA N° 13.

Està exposiciòn nos muestra como se presenta la mineralizaciòn en el skarn.

DACITA PORFIRITICA M-34 (MICROFOTOGRAFIA N° 14 Y N° 15).

Macroscopicamente es una roca leococràtica de textura porfirítica y que reacciona debilmente con el àcido clorhídrico frío (HCl).

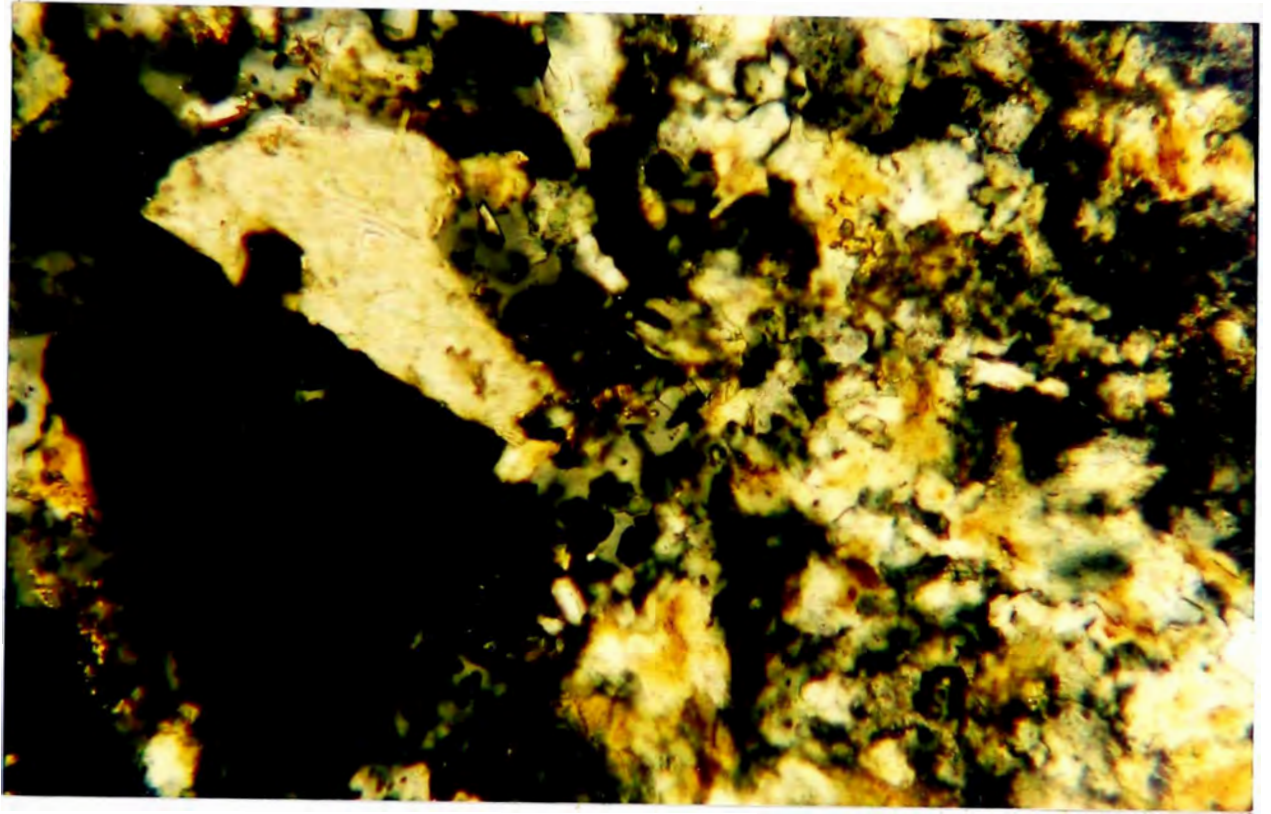
Microscopicamente en orden de abundancia de observan fenocristales de plagioclasas (oligoclasa-albita) que en parte estan calcitizadas y sericitizadas.

Fenocristales de ortosa y cuarzo algo corroidos, granos de hornblenda que estan siendo alterados a micas. La matriz es microlítica, fuertemente silicificada y sericitizada.

Minerales esenciales Plagioclasa y Feldespato potàsico.

Minerales accesorios Hornblenda

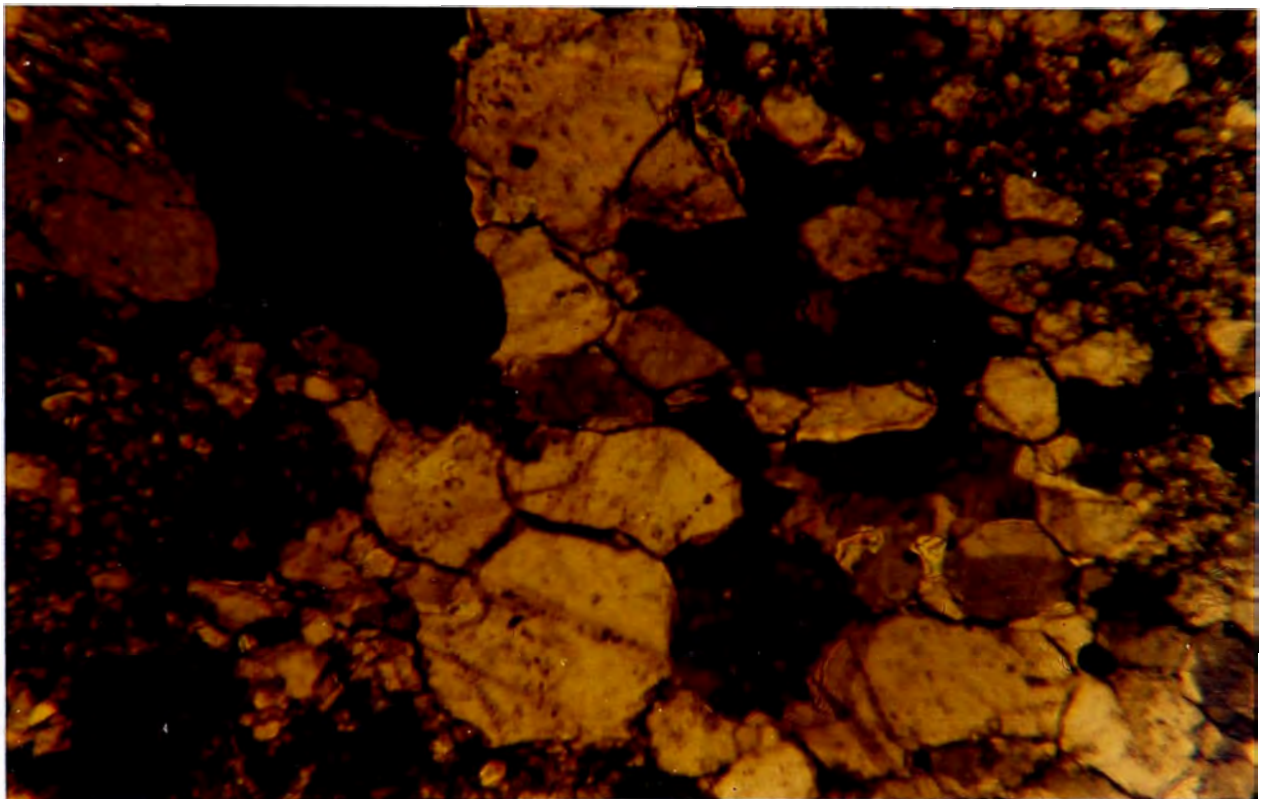
Minerales secundarios : Calcita, Cuarzo (matriz), sericita.



MICROFOTOGRAFIA Nº 1 (M-1) : Calcita microgranular con
clorita, cuarzo, anfíboles y minerales opacos.

Magnificación 25X

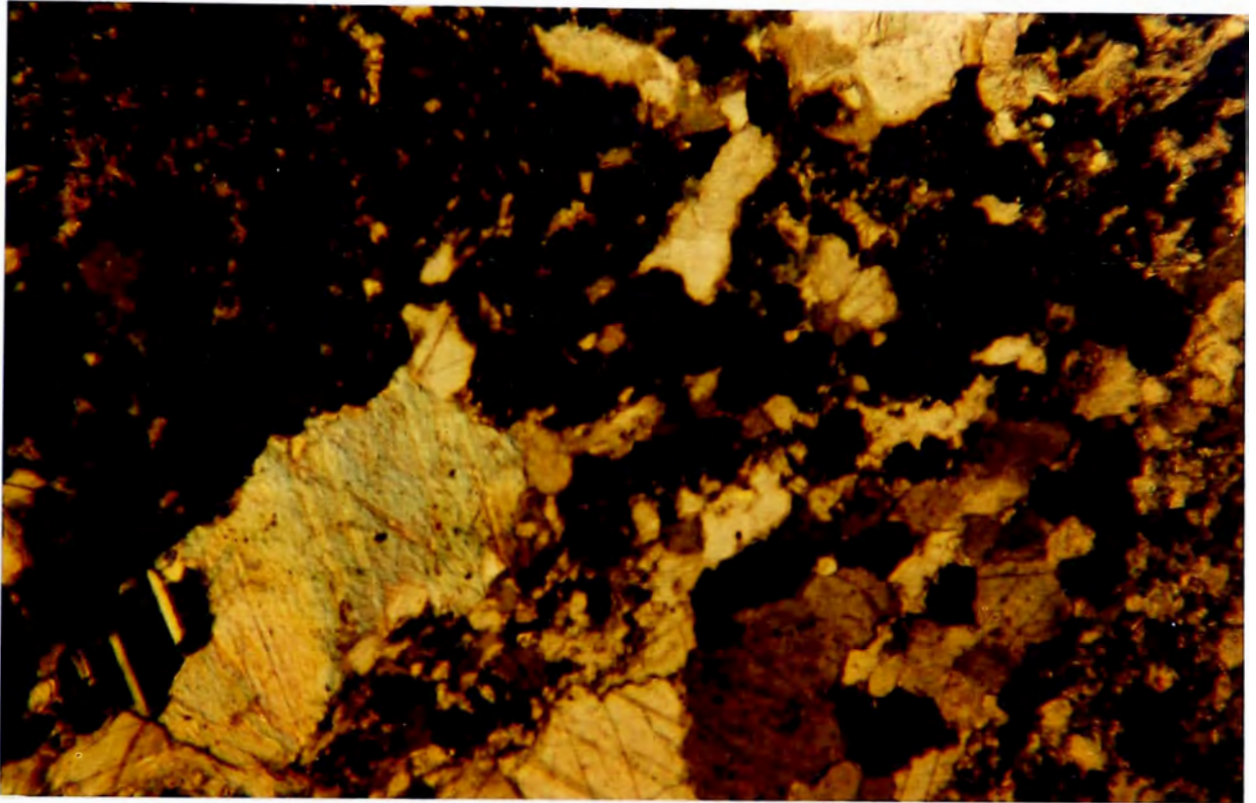
Nicoles Cruzados



MICROFOTOGRAFIA Nº 2 (M-16): Granos de calcita recrís-
talizada de textura granoblástica (Marmol).

Magnificación 12.5X

Nicoles Cruzados



MICROFOTOGRAFIA N° 3 (M-16) : Calcita recrystalizada de diferentes tamaños con diseminación de clorita.

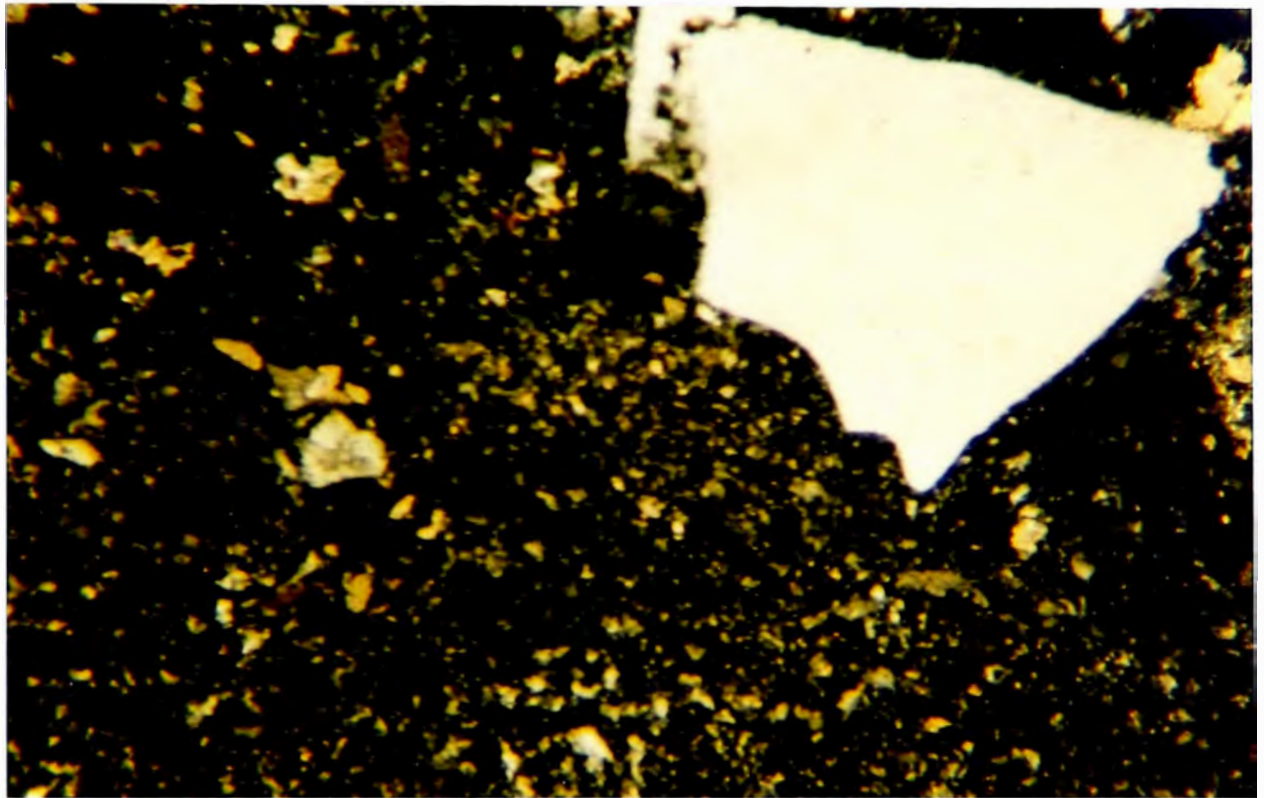
Magnificación 6.3X

Nicoles Cruzados

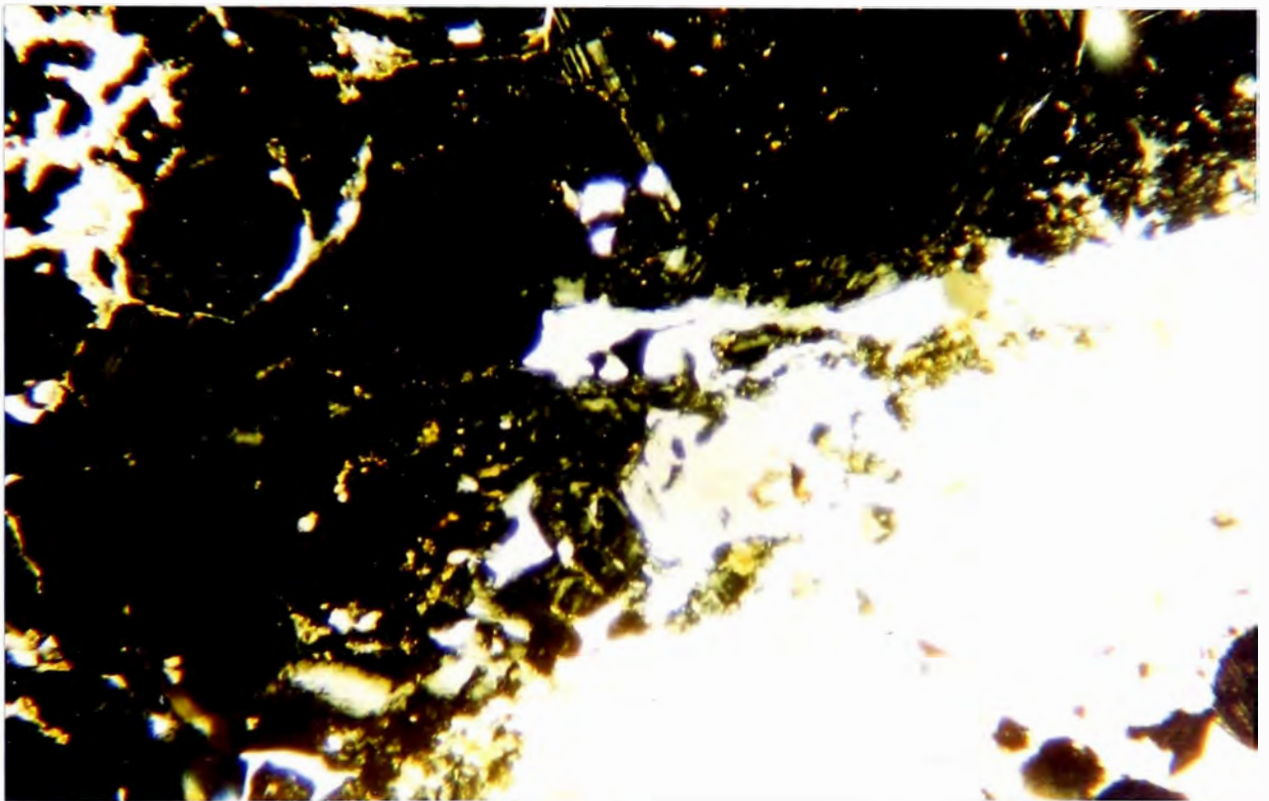


MICROFOTOGRAFIA N° 4 (M-1): Fenocristales subhedrales y anhedrales de plagioclasas cortados por venillas de clorita y cuarzo, rodeados por una matriz microlítica
Magnificación 6.3X

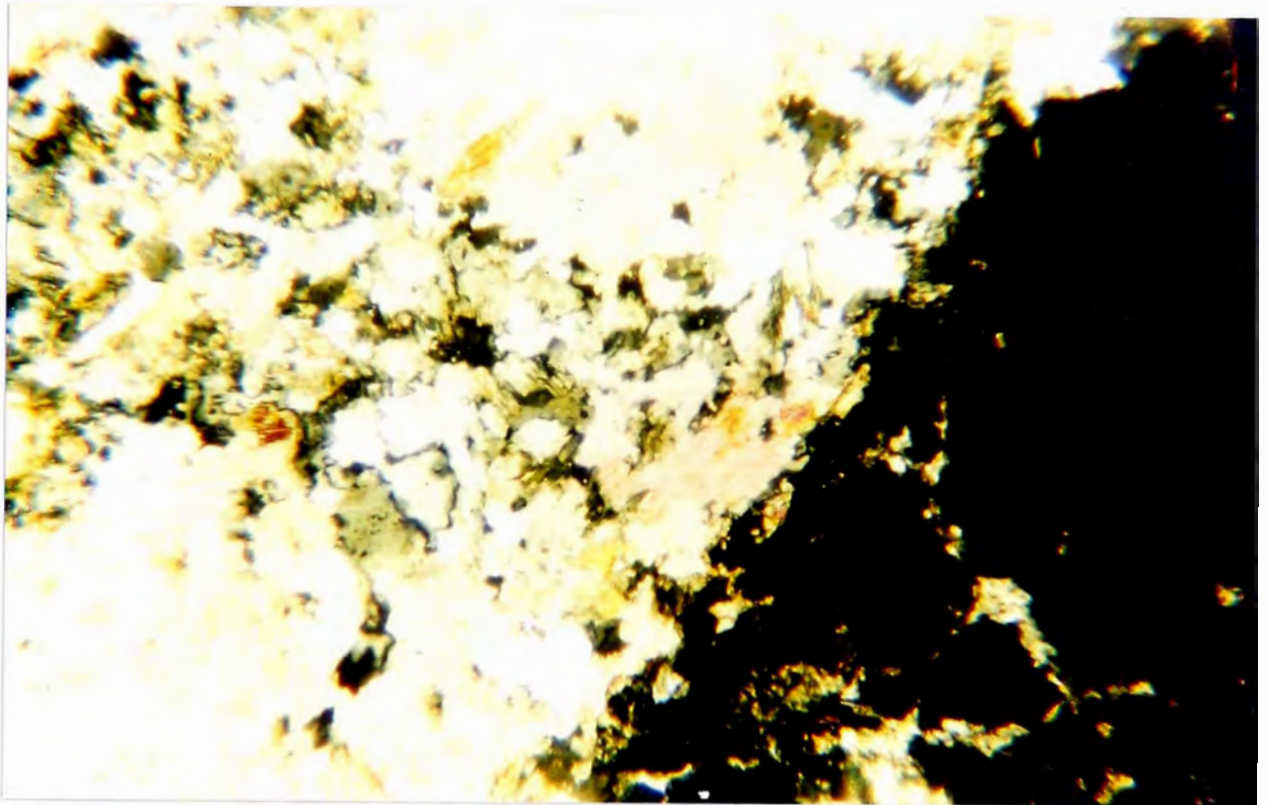
Nicoles Cruzados



MICROFOTOGRAFIA N° 5 (M-32) : Exposición donde se muestra un fragmento de cuarzo rodeado por una matriz afeáltica (Pórfido Diorítico Subvolcánico).
Magnificación 6.3X Nicolas Cruzados

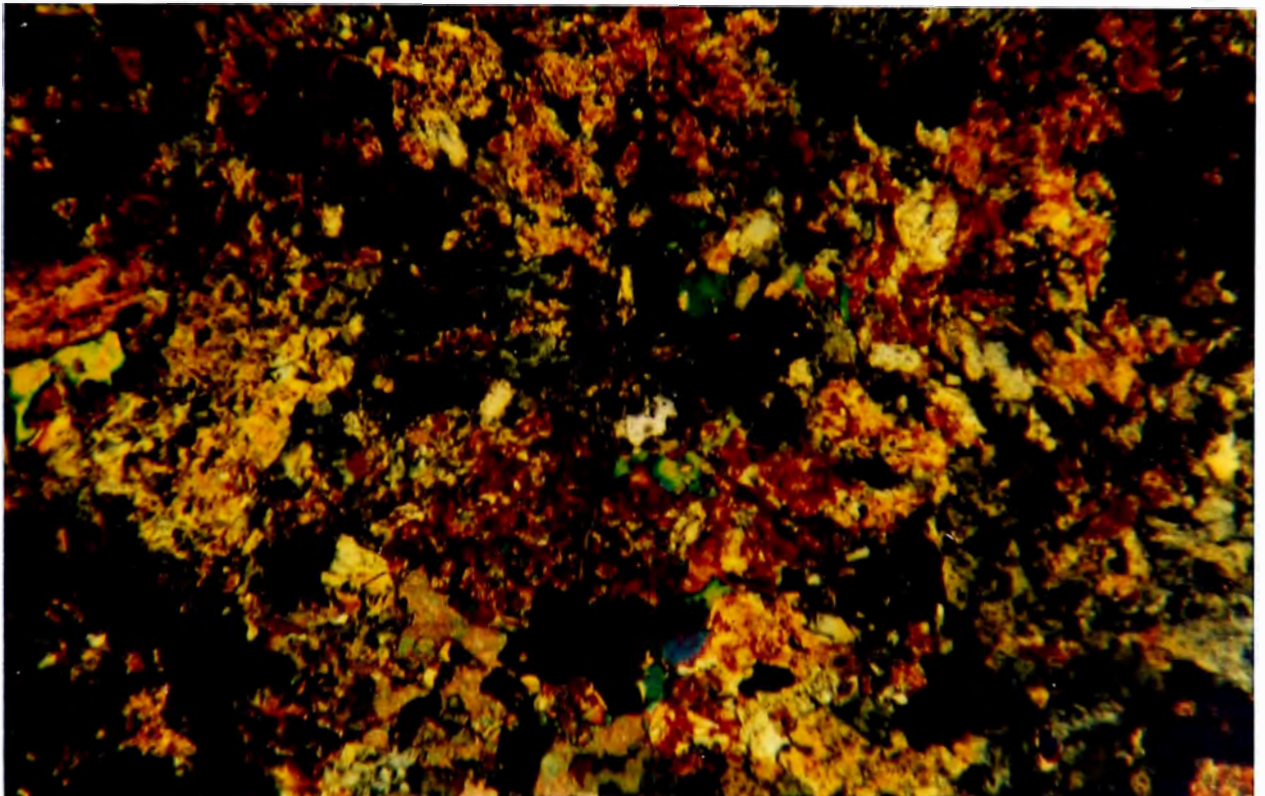


MICROFOTOGRAFIA N° 6 (M-5): Esta exposición corresponde al Skarn, donde se observa principalmente granates (Andradita), con cuarzo y venillas de calcita.
Magnificación 6.3X Nicolas Cruzados



MICROFOTOGRAFIA N° 7 (M-5) : Skarn con granates (Andradita), calcita y cuarzo hidrotermal microcristalino con diseminación de clorita.
Magnificación 12.5X

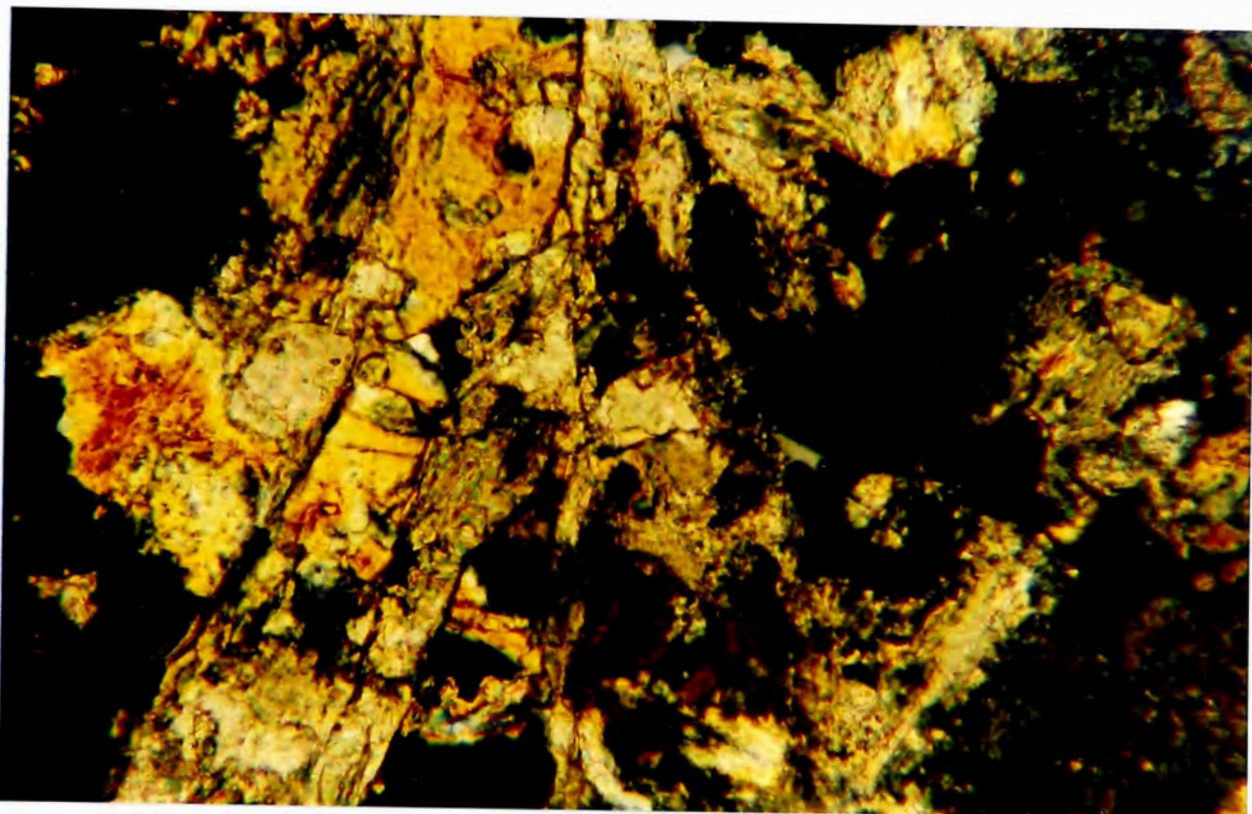
Nicoles Cruzados



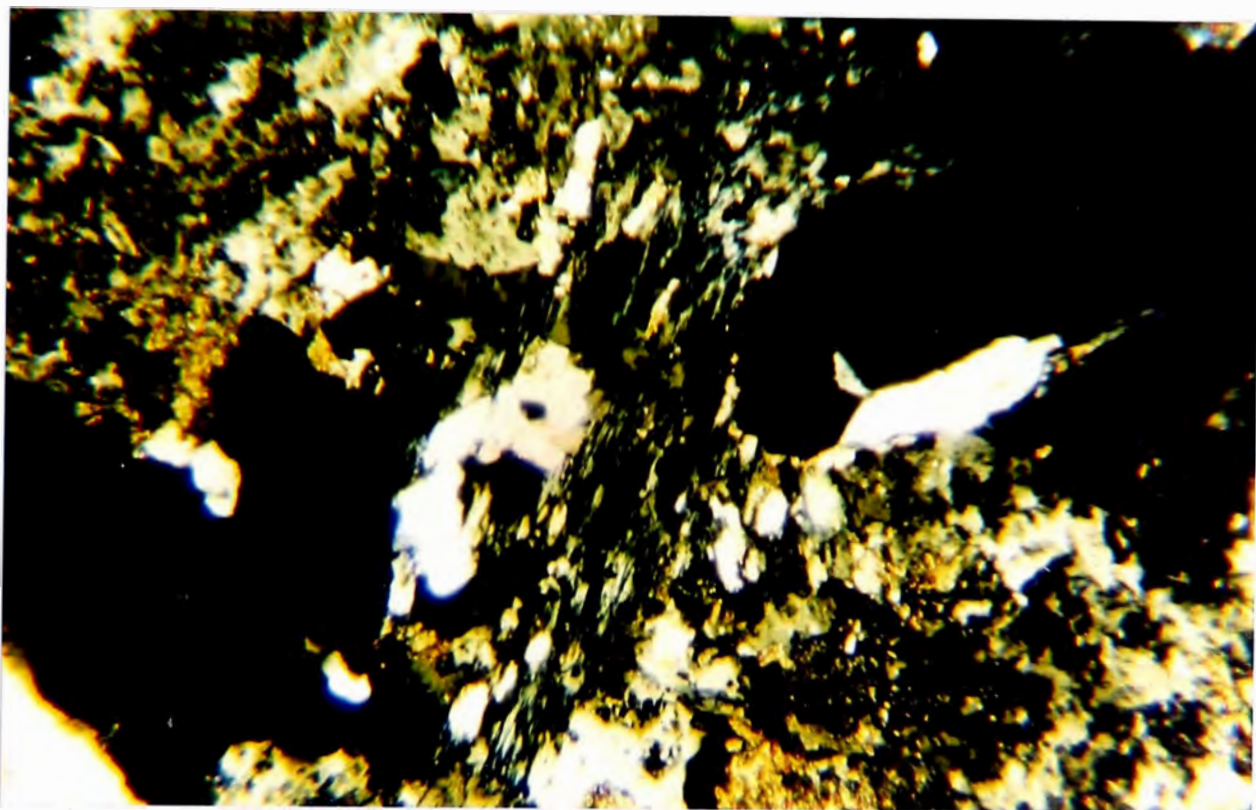
MICROFOTOGRAFIA N° 8 (M-17) :Exoskarn con calcita microgranular con epidota, granates, cuarzo y minerales opacos.

Magnificación 6.3X

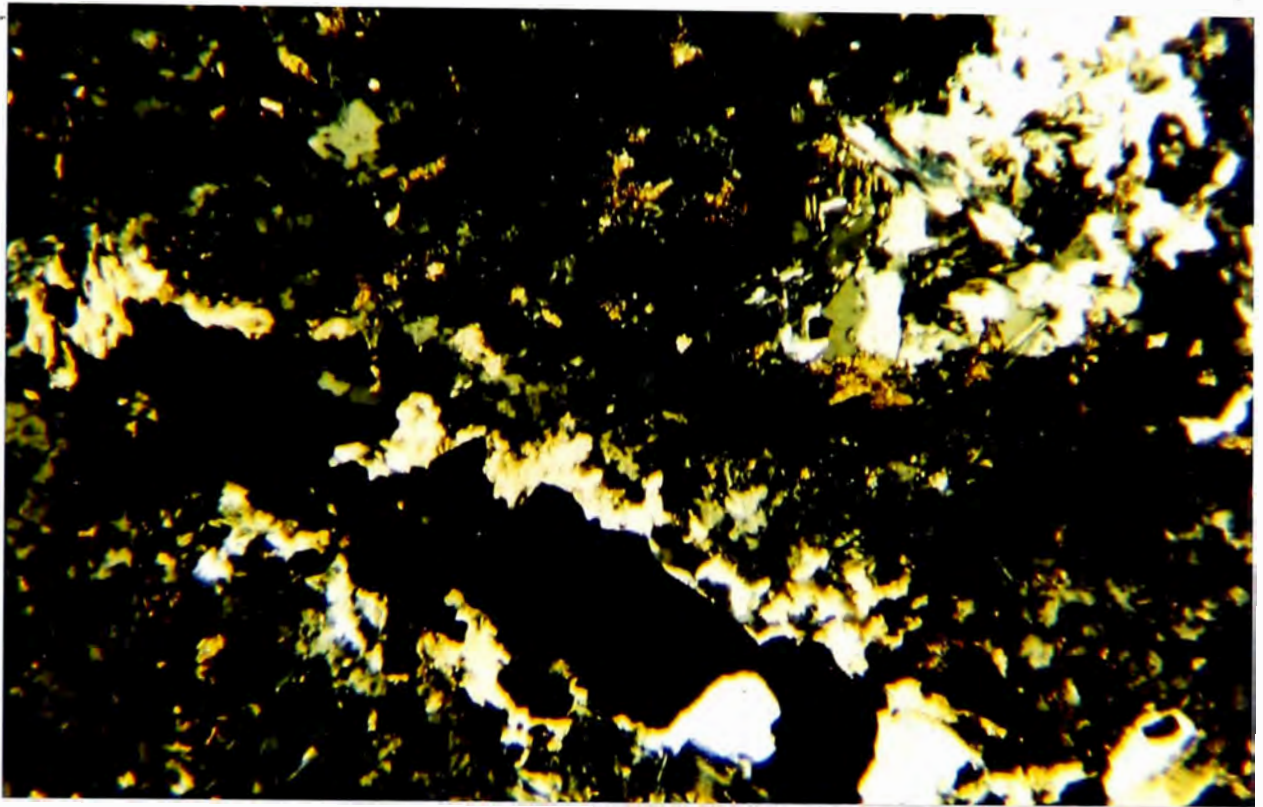
Nicoles Cruzados



MICROFOTOGRAFIA N° 9 (M-13) : Exoskarn con agregados prismáticos de epidota intercrecida con calcita, granates y cuarzo y minerales opacos.
Magnificación 12.5X **Nicoles Cruzados**

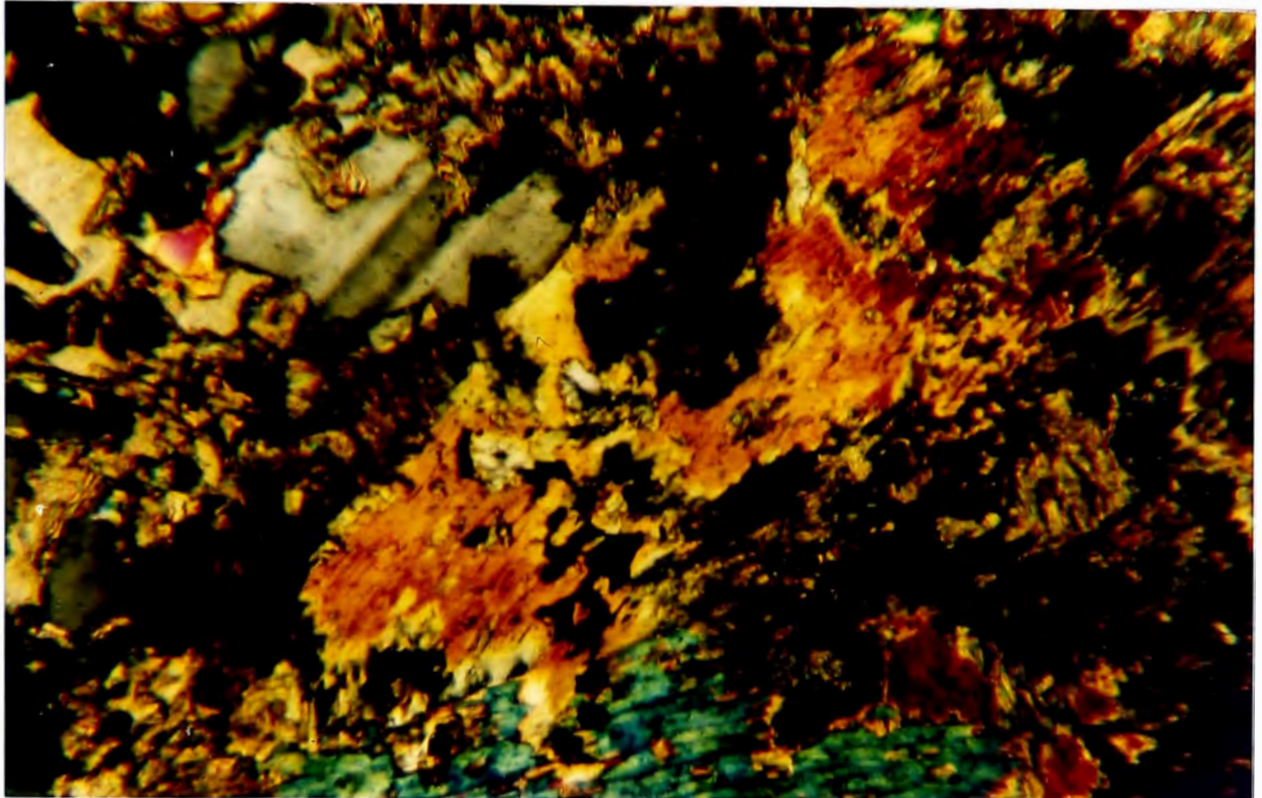


MICROFOTOGRAFIA N° 10 (M-18) :Está exposición corresponde al Endoskarn donde se observa que los minerales opacos estan asociados a la hornblenda, cuarzo y clorita.
Magnificación 6.3X **Nicoles Cruzados**



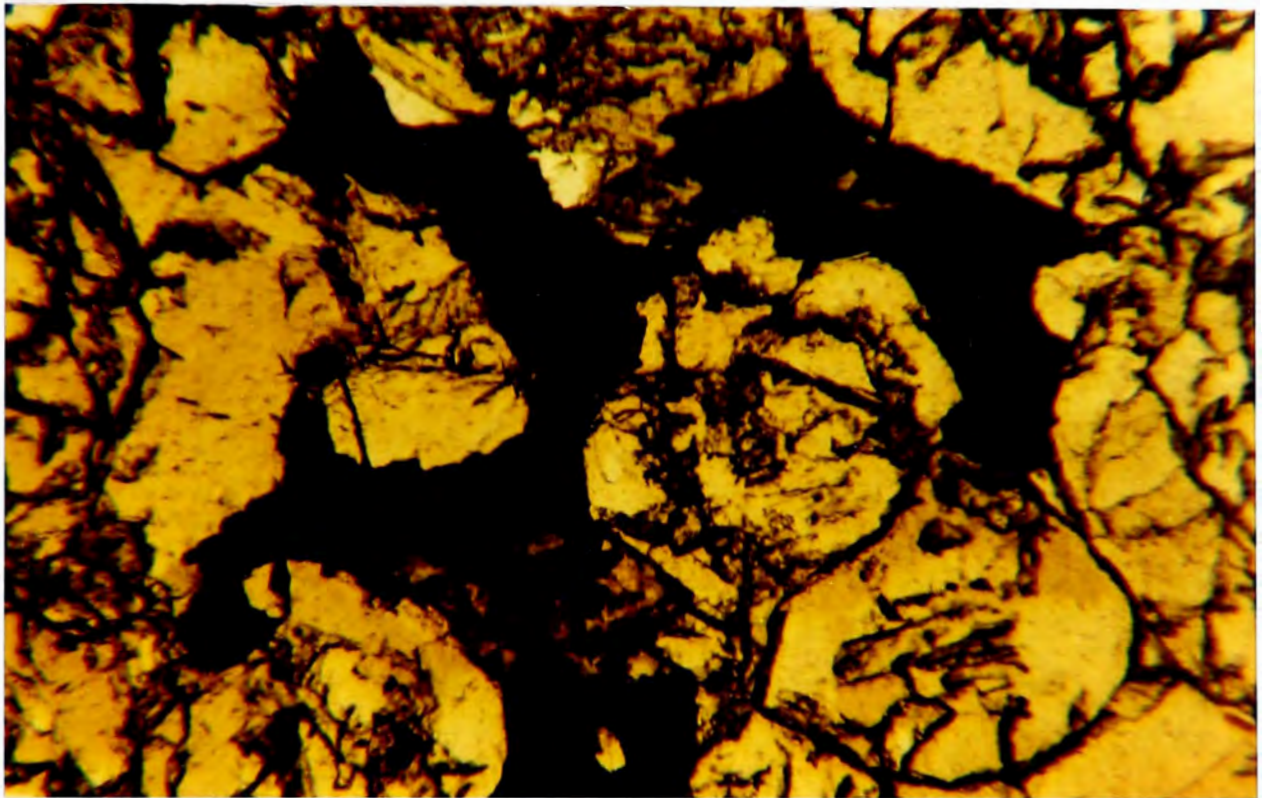
MICROFOTOGRAFIA N° 11 (M-18) : Endoskarn, donde se observa el remanente igneo alterado con tremolita, cuarzo y granates.
Magnificación 12.5X

Nicoles Cruzados

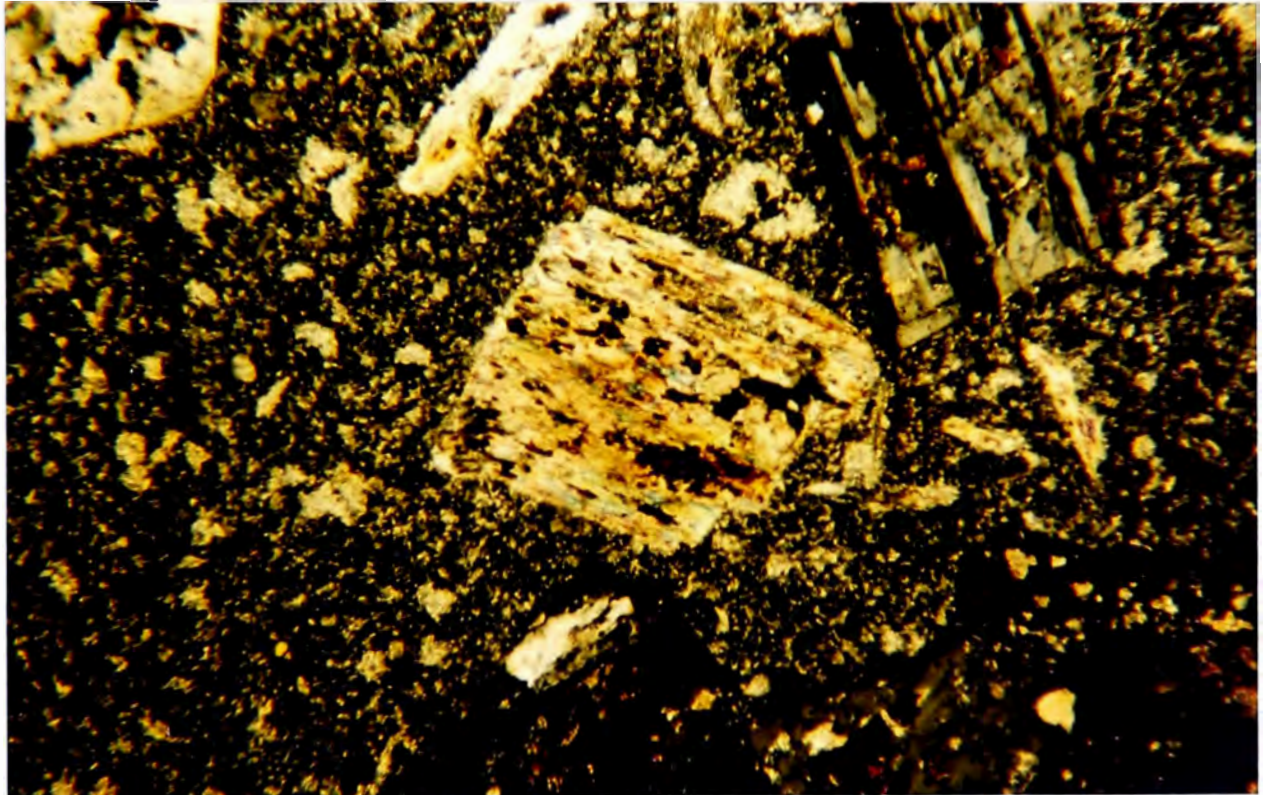


MICROFOTOGRAFIA N° 12 (M-32) : Esta exposición corresponde al Endoskarn, donde se observa como la calcita está reemplazando a los fenocristales de la plagioclasa y la hornblenda, formando una textura porfirítica.
Magnificación 25X

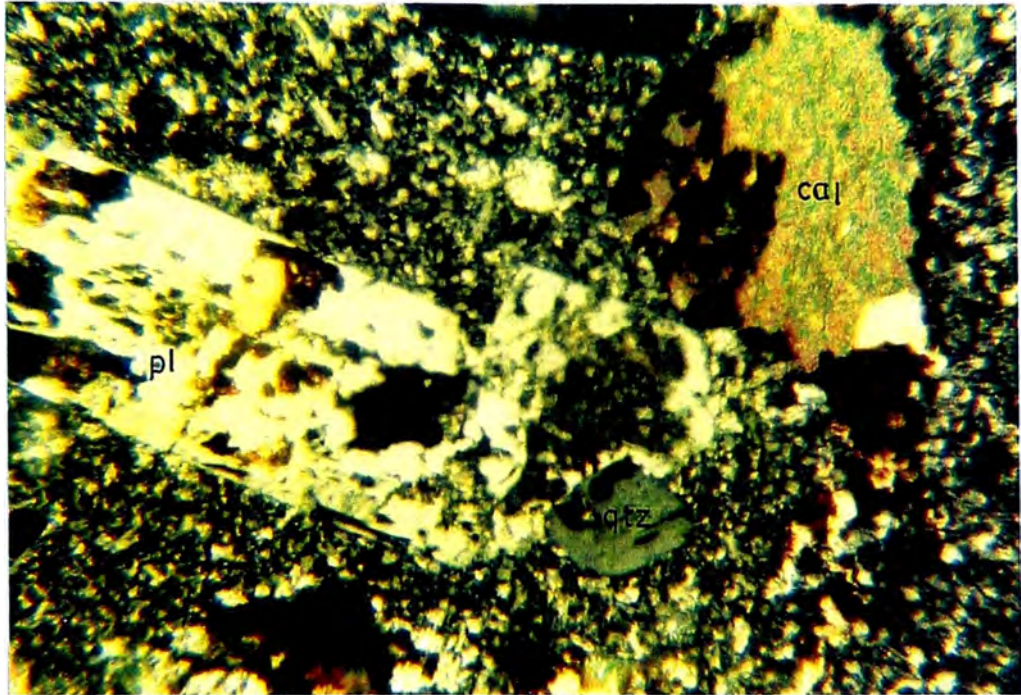
Nicoles Cruzados



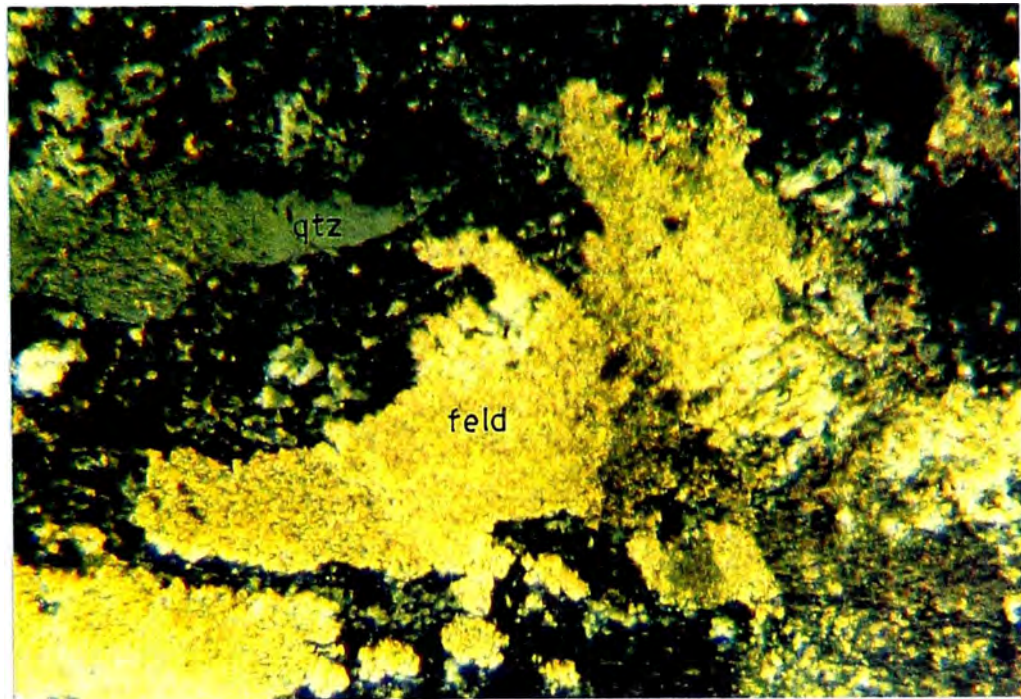
MICROFOTOGRAFIA N° 13 (M-18) : Esta exposición muestra como la mineralización está relleno intersticialmente al Skarn; además se observa algo de clorita.
Magnificación 12.5X
Nicolas Cruzados



MICROFOTOGRAFIA N° 14 (M-34): Fenocristales subhedrales de feldespato potásico corroidos y de plagioclasas sericitizadas, otros están parcialmente calcitizados con una matriz microlítica ligeramente sericitizada (Dacita Porfírica).
Magnificación 6.3X
Nicolas Cruzados



MICROFOTOGRAFIA N° 15 (M-34): Fenocristales de plagioclasas sericitizados y parcialmente calcitizados. Los máficos están siendo reemplazados por hematita y con una matriz microlítica (Dacita Porfiritica).
Magnificación 6.3X Nicoles Cruzados



MICROFOTOGRAFIA N° 16 (M-34): Fenocristales anhedrales de feldespato potásico corroídos con máficos reemplazados por hematita, formando una textura porfiritica (Dacita Porfiritica).
Magnificación 12.5X Nicoles Cruzados

II.3.- ESTRUCTURAS.

Es importante mencionar en este trabajo la Geología Estructural del área del yacimiento, lo que nos dará una idea de la Tectónica y fallamiento ocurridos.

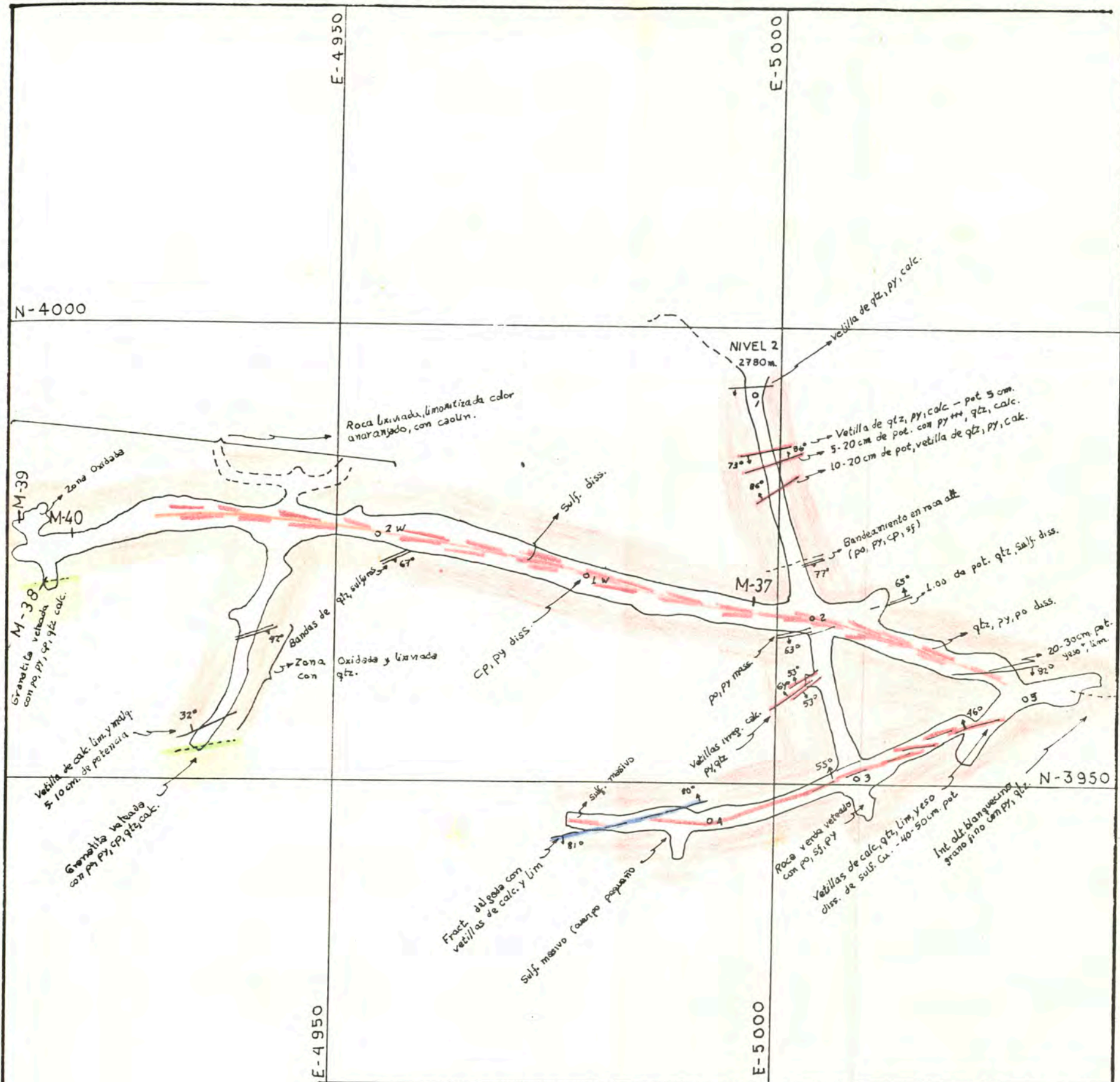
El área de estudio, como parte integrante de la Cordillera Occidental de los Andes, ha estado sometida a las diversas etapas de la actividad tectónica que han dado lugar al edificio de la Cordillera de los Andes. Pero en la mina la estructura geológica más importante, en relación a la mineralización metálica es el contacto litológico entre la caliza y la roca subvolcánica. Este contacto es observable en el único afloramiento de la caliza ya antes mencionado; pero desafortunadamente su mayor parte es inaccesible. Como se dijo en superficie su traza no continúa hacia el Sur, este ha sido cortado y reconocido en la mina en los niveles 3 y 4 (LAMINA No33, No34, No35).

Estructuralmente la roca subvolcánica debe ser un Stock, que hacia el Oeste se observa el contacto con la caliza Jumasha, de rumbo N 43° W y buzamiento 52° NE con una franja de metamorfismo de contacto.

II.3.1 Fallas.

Existen también dos sistemas de fallas y fracturas de menor magnitud tanto pre como post mineralización.

Las fallas y fracturas Pre-mineral varían entre N53°E



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE ING. GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA

PLANO GEOLOGICO - NIVEL 2 - MINA SAN MARINO

LAMINA
 N° 33

GEOLOGIA : DAVID ROJAS CABALLERO
 DIBUJO : D . R . C .

ESCALA : 1 = 500
 FECHA : SETIEMBRE 1992

N-3900

a $N67^{\circ}W$ y que estas se habrían formado por fuerzas de compresión según el rumbo $N 83^{\circ} E$; es decir como consecuencia del último movimiento tectónico de los Andes cuyas fuerzas de compresión fueron perpendiculares al eje de la Cordillera de los Andes.

El esfuerzo tectónico Pre-mineral no ha sido intenso por lo cual se tiene solamente fracturas y no fallas bien definidas, a veces franjas de fracturamiento paralelo el cual ha tenido mucha importancia en la mineralización del skarn.

El sistema Post-mineral ha sido intenso produciéndose una gran falla de rumbo $N 55^{\circ} E$ el cual ha sido rellenado por un dique de composición dacítica.

II.3.2 Pliegues.

Como se sabe los sedimentos cretácicos son los que han sufrido la mayor deformación observándose anticlinales y sinclinales parados de rumbo general $N 20^{\circ} - 25^{\circ} E$. Pero en la zona de estudio, como se menciono anteriormente, solamente se observa un pequeño afloramiento de las calizas.

CAPITULO III - PROSPECCION GEOQUIMICA

- 1.- PROSPECCION GEOQUIMICA POR ZINC Y COBRE.**
- 2.- GEOQUIMICA.**
- 3.- TRATAMIENTO ESTADISTICO DE DATOS GEOQUIMICOS.**
- 4.- ANOMALIAS GEOQUIMICAS.**
- 5.- MAPAS GEOQUIMICOS.**

CAPITULO III

III PROSPECCION GEOQUIMICA.

Uno de los principales objetivos de la Prospección Geoquímica es la detección de yacimientos ocultos ya sea debajo de rocas estériles, suelos, restos orgánicos etc. Para lo cual se realiza un muestreo sistemático en el área de interés con la finalidad de hallar Patrones Geoquímicos Anormales o "Anomalías Geoquímicas" relacionadas a la mineralización.

Los análisis geoquímicos de las muestras se han realizado por métodos espectrográficos y por absorción atómica. El tratamiento estadístico y los mapas de anomalías geoquímicas se obtuvieron con el apoyo de la computación.

III.1 Prospección Geoquímica por Zn y Cu del Yacimiento San Marino.

III.1.1 Objetivo.- El objetivo de la prospección es conocer la dispersión secundaria de los elementos zinc y cobre en suelos; en las vecindades al afloramiento del skarn.

Se determinarán anomalías que indiquen la posible continuidad del skarn mineralizado u otros cuerpos mineralizados; llevándose asimismo un trabajo paralelo dentro del yacimiento para tener como marco de referencia la distribución de los metales y las asociaciones geoquímicas allí determinadas.

III.1.2 Marco Metalogenético.- El Yacimiento de San Marino, se encuentra emplazado en la Provincia Polimetálica de la franja Sedimentaria del Mesozoico (Dr. U. Petersen - 1955).

Asimismo, está enmarcada dentro del área de yacimientos polimetálicos de origen hidrotermal que se presentan en dos grandes grupos:

- a) Los filonianos o llamados propiamente "vetas".
- b) Los depósitos en skarn o relacionados a la columna sedimentaria, como resultado de intrusiones ígneas en series calcáreas (calizas Santa y Jumasha principalmente) o a la asociación volcánica sedimentaria con cercanía de cuerpos intrusivos.

La deformación sufrida en la zona se debe a la intensa actividad magmática y que a dado como resultado fallamientos en bloques e intrusiones de diversas profundidades. La acción de estos cuerpos ante la presencia de rocas calcáreas ha generado depósitos hidrotermales de alta temperatura, en skarn. Donde la erosión ha jugado un papel importante en la exposición de alguno de ellos y otros logicamente permanecen ocultos.

Desde el punto de vista mineralógico San Marino es un yacimiento en Skarn polimetálico de zinc, cobre y plata, con una ganga principal de magnetita y granates.

III.2 Geoquímica.

III.2.1 Muestreo Geoquímico.-(LAMINA Nº 7) Una de las partes más importantes dentro del trabajo de la prospección geoquímica es el buen muestreo en el campo, con la finalidad de poder obtener resultados confiables que nos encaminen a dar una buena interpretación del fenómeno geológico.

El muestreo geoquímico se realizó en superficie y en las cercanías al afloramiento del skarn; en una extensión de 60 mts. X 64 mts.

La malla de muestreo se determinó de acuerdo a los rasgos geomorfológicos del afloramiento del skarn, siguiendo una malla rectangular de 10 mts. X 8 mts; utilizando la brújula y una wincha de lona de 30 mts.

La codificación de las muestras se hizo de la siguiente manera, en el eje vertical se colocó en forma creciente de abajo hacia arriba los números enteros y en el eje horizontal en forma correlativa de izquierda a derecha letras del alfabeto, el punto de intersección de los ejes verticales y horizontales determinan el código para la muestra. Ejemplo 7-A, 9-D.

La toma de muestras se realizó solo en suelos y teniendo en cuenta las características geológicas locales. Producto del muestreo se obtuvieron un total de 63 muestras de suelos, siendo los puntos

ubicados y marcados en el terreno.

III.2.2 Métodos Analíticos.-Para la determinación de elementos en forma cualitativa y cuantitativa se emplean desde métodos simples hasta complejos.

En este caso se realizó el análisis de multielementos de las muestras colectadas utilizando los métodos Espectrográfico y el de Absorción Atómica.

III.2.3 Preparación Mecánica.- En la preparación mecánica de las 63 muestras se ha utilizado el siguiente procedimiento:

- Descripción general de cada muestra (color, humedad, etc.) y chancado.
- Cuarteo y secado (100° C).
- Tamizado a malla -100.
- Descripción detallada de la mineralogía existente.

III.2.4 Determinación Cualitativa de Compósitos por Espectrografía.- Con este método realizamos el análisis de multielementos, haciendo un compósito general de las 63 muestras. Una vez pulverizadas las muestras se pesaron 25 mg. que fueron mezclados con grafito, exitándose en el arco D.C. y las placas obtenidas se utilizaron para obtener los resultados cualitativos y semicuantitativos.

tativos de elementos.

III.2.4.1 Condiciones Experimentales:

Para el presente trabajo las condiciones experimentales han sido las siguientes:

- Equipo utilizado: Espectrógrafo Ebert 3.4 m. Jarrell-Ash.
- Dispersión lineal: 5 A/mm-Primer orden.
- Apertura de cámara: 4mm.
- Intensidad de corriente: 9 amp.
- Tiempo de excitación: 60 seg.
- Región espectral: 2,200 A - 3,550 A.
- Excitación: Arco D.C.
- Electrodo: De grafito.
- Impureza de electrodos: Cu 1.22 p.p.m , Mg 0.6 p.p.m.
- Cantidad de muestra: 25 mg.

El análisis espectral de multielementos revela la distribución de los siguientes elementos en los suelos del Yacimiento San Marino:

TABLA # 1

MUESTRA	ELEMENTOS MAYORES	ELEMENTOS MENORES	ELEMENTOS TRAZAS			VESTIGIOS
	Si	Fe	Mn	Ti	V	Ni
	Al	Mg			Cu	Co
Compósito		Ca			Ag	Sn
		Na			Zn	

MUESTRA	ELEMENTOS MAYORES	ELEMENTOS MENORES	ELEMENTOS TRAZAS	VESTIGIOS
		K	Zr	
Composito			Pb	
			B	

Donde :

Elementos Mayores : > 10 %
 Elementos Menores : entre 10 % y 1 %
 Elementos Trazas : entre 1 % y 0.001 %
 Vestigios : < 0.001 %

El cuadro anterior nos indica la distribución promedio de las muestras de suelo, donde se nota que está constituido principalmente por los siguientes elementos: Si - Al - Fe - Mg - Ca - Na - y K.

III.2.4.2 Asociaciones Geoquímicas en

Suelos: La afinidad geoquímica permite determinar tres grupos de elementos: Los litófilos(asociados al oxígeno), que en nuestro caso forma parte de los silicatos y oxidos. Los calcófilos(asociados principalmente al azufre) , que forman parte de los sulfuros y los siderófilos.

TABLA # 2

GRUPO	ELEMENTOS MAYORES	ELEMENTOS MENORES	ELEMENTOS TRAZAS	VESTIGIOS
LITOFILOS	Si - Al	Fe-Mg-Ca Na-K.	Mn-Ti-V B.	Sn
CALCOFILOS	-----	-----	Cu-Ag-Zn- Pb.	-----
SIDEROFILOS	-----	-----	-----	Ni

III.2.5 Determinación Cuantitativa de Zinc y Cobre por Absorción Atómica.- Los análisis cuantitativos por zinc y cobre se realizaron en 63 muestras de suelos, determinando las concentraciones en partes por millón (p.p.m.). Estos resultados son de mucha importancia, porque en base a ellos se realiza el tratamiento estadístico de estos valores determinando el background y los diferentes tipos de anomalías.

III.2.5.1 Condiciones experimentales:

Para el presente estudio se ha tenido en cuenta las siguientes condiciones:

- Equipo utilizado: Espectrómetro de Absorción Atómica-Modelo 82516-Jarrell- Ash.
- Dispensador de rejilla (30,000 líneas/pulgada).
- Cantidad de muestra: 2 gr.

III.2.5.2 Procedimiento para el análisis

cuantitativo: Se realizó pesando 2 gr. de muestra de suelo, mezclándolo con 15 ml. de HCl y 5 ml. de HNO₃. Enseguida lo llevamos a sequedad y le agregamos 5 ml. de HCl. Luego se disuelve con 75 ml. de agua destilada y filtramos. Enseguida se lleva a 100 ml. con agua destilada y aspiramos con el espectrómetro de Absorción Atómica para la determinación del cobre y luego del zinc, empleando los parámetros respectivos para cada elemento (Zn = < 50° del atómizador).

Se prepararon dos estándares para el cobre de 6 p.p.m. y 2 p.p.m.

Para el zinc un estándar de 6 p.p.m. con la finalidad de obtener posteriormente el valor de la constante K. (VER ANEXO - TABLA # 5)

Los valores obtenidos de cobre y zinc correspondientes a cada una de las muestras analizadas se muestran en el anexo adjunto al presente trabajo y se hicieron en base a tablas y a dos fórmulas:

$$Ab = \log (100 / 100 - \%A) \quad (I)$$

$$Ab = K C \quad (II)$$

Donde : Ab = absorvancia

K = constante

C = concentración

Como la absorvancia medida con el espectrómetro de absorción atómica están expresadas en porcentaje(%A); la absorvancia de cada una de las muestras

(Ab) la obtenemos a partir de la fórmula (I) y con la fórmula (II) determinamos las concentraciones de cobre y de zinc.

Ejemplo: Para una muestra analizada por cobre tenemos:

- El espectrómetro da %A = 12%

- Con la fórmula (I) $Ab = 0.0555$

- Con la fórmula (II) $C = 1.840 \text{ ug/ml.}$

Como se ha utilizado 5 gr. y queremos la concentración en p.p.m. :

$$\text{Cu(p.p.m.)} = \frac{1.84\text{ug/ml.} \times 100\text{ml.} \times 100 \times 10,000}{5'000,000\text{ug}}$$

$$\text{Cu(p.p.m.)} = 36.8$$

III.3 Tratamiento Estadístico de los Datos Geoquímicos.

III.3.1 Determinación de Parámetros Estadísticos.- Toda Prospección Geoquímica tiene como objetivo principal la determinación de zonas anómalas; en este caso de dos elementos cobre y zinc.

La población de datos obtenidos del análisis cuantitativo por Cu - Zn en las 63 muestras de suelos, han sido tratados estadísticamente utilizando la computadora como herramienta muy importante en la caracterización matemática previa a las interpretaciones posteriores; con la finalidad de determinar los parámetros geoquímicos que nos permitan establecer posibles áreas mineralizadas.

a) Para el Zinc tenemos (LAMINA N° 24 y N° 24A):

La media:	X = 141.36 p.p.m.
La desviación estándar:	= 42.57
Valor mínimo:	76.0
Valor máximo:	301.7
Sumatoria:	8913.4
Varianza:	1812.66
Rango:	225.7
N° Intervalos:	7.0
Intervalo de clase:	33.2
Mediana:	134.8
Moda:	68.1

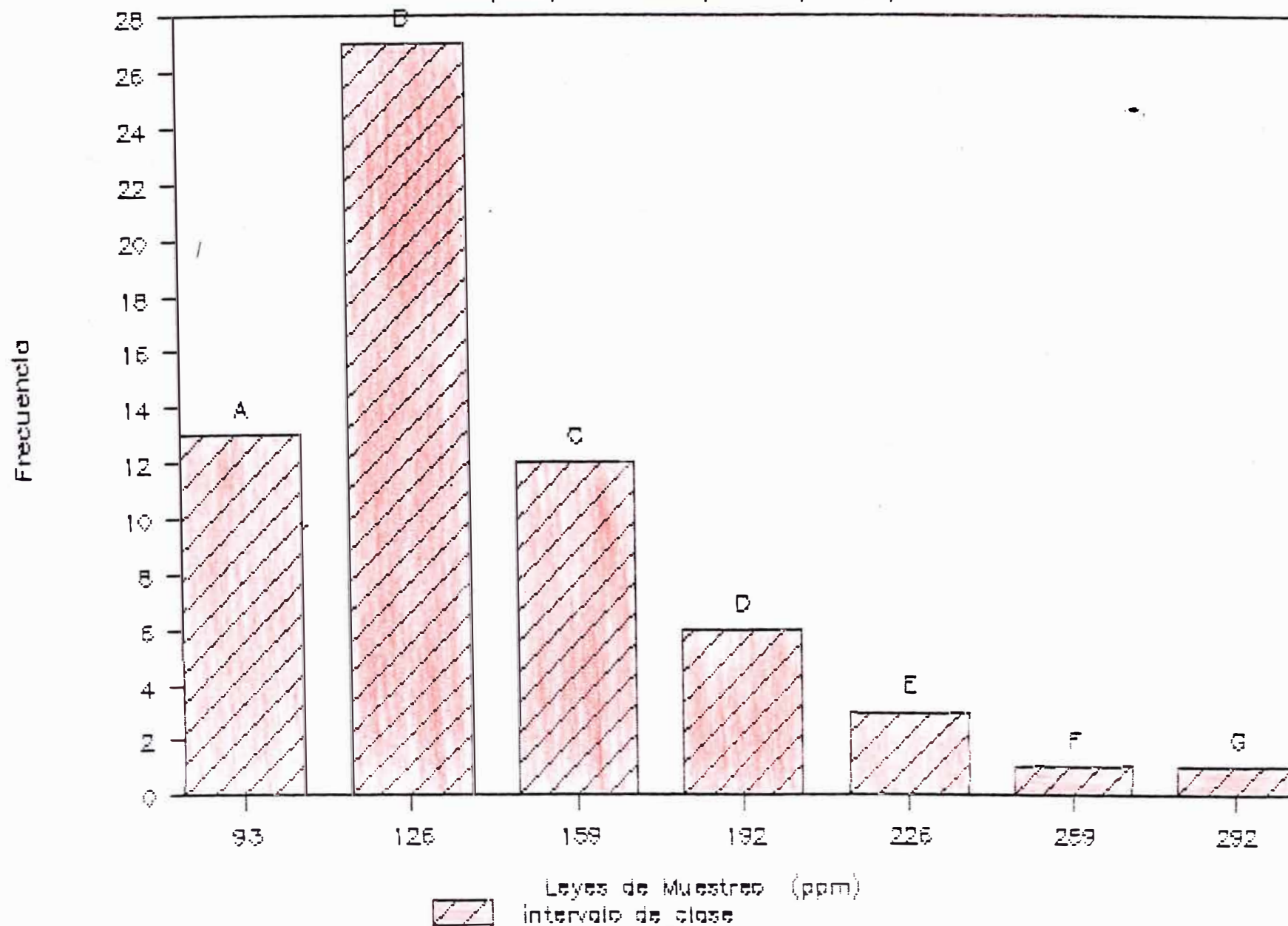
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS

GRUPO	INTERVALO DE CLASE	FRECUENCIA f_i	PORCENTAJE	FREC. ACUM.	PORC. ACUM.
A	76.0 - 109.2	13	20.6%	13	20.6%
B	109.2 - 142.4	27	42.9%	40	63.5%
C	142.4 - 175.7	12	19.0%	52	82.5%
D	175.7 - 208.9	6	9.5%	58	92.1%
E	208.9 - 242.1	3	4.8%	61	96.8%
F	242.1 - 275.3	1	1.6%	62	98.4%
G	275.3 - 308.5	1	1.6%	63	100.0%
TOTAL		63	100.0%		

El histograma de los 63 análisis por zinc nos muestra una mayor ocurrencia de valores entre 109.2 - 142.4 p.p.m., con una distribución aproximadamente normal.

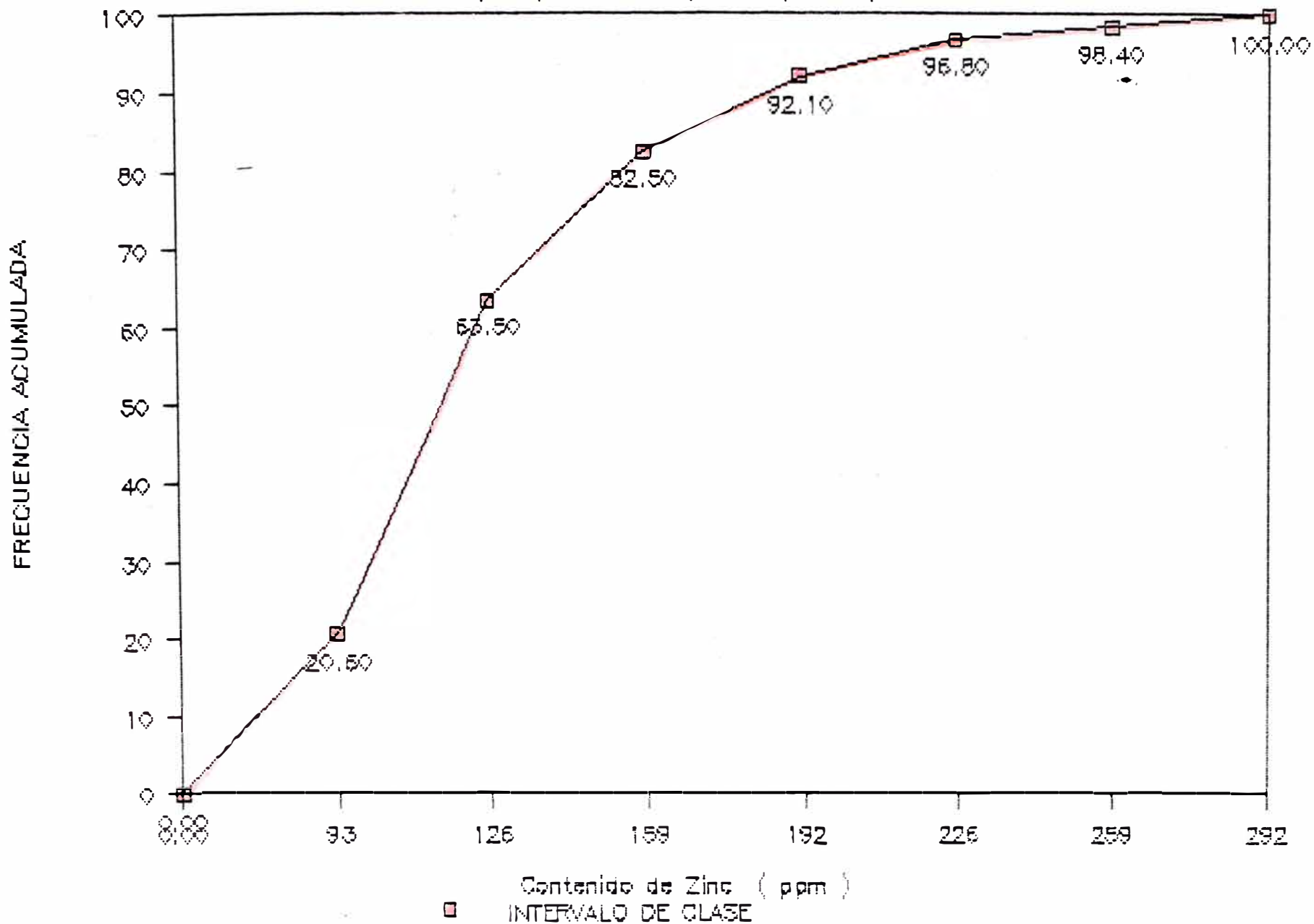
LAMINA N 24 HISTOGRAMA DEL ZINC

(Prospeccion Geoquimica por Zn.)



LAMINA N 24-A OJIVA DEL ZINC

(Prospeccion Geoquimica por Zn.)



b) Para el Cobre tenemos (LAMINA N° 25 y N° 25A):

La media:	$X = 47.77$ p.p.m.
La desviación estándar:	$= 23.14$
Valor mínimo:	20.6
Valor máximo:	180.0
Sumatoria:	3009.7
Varianza:	535.6
Rango:	159.4
N° Intervalos:	7.0
Intervalo de clase:	23.5
Mediana:	44.3
Moda:	32.3

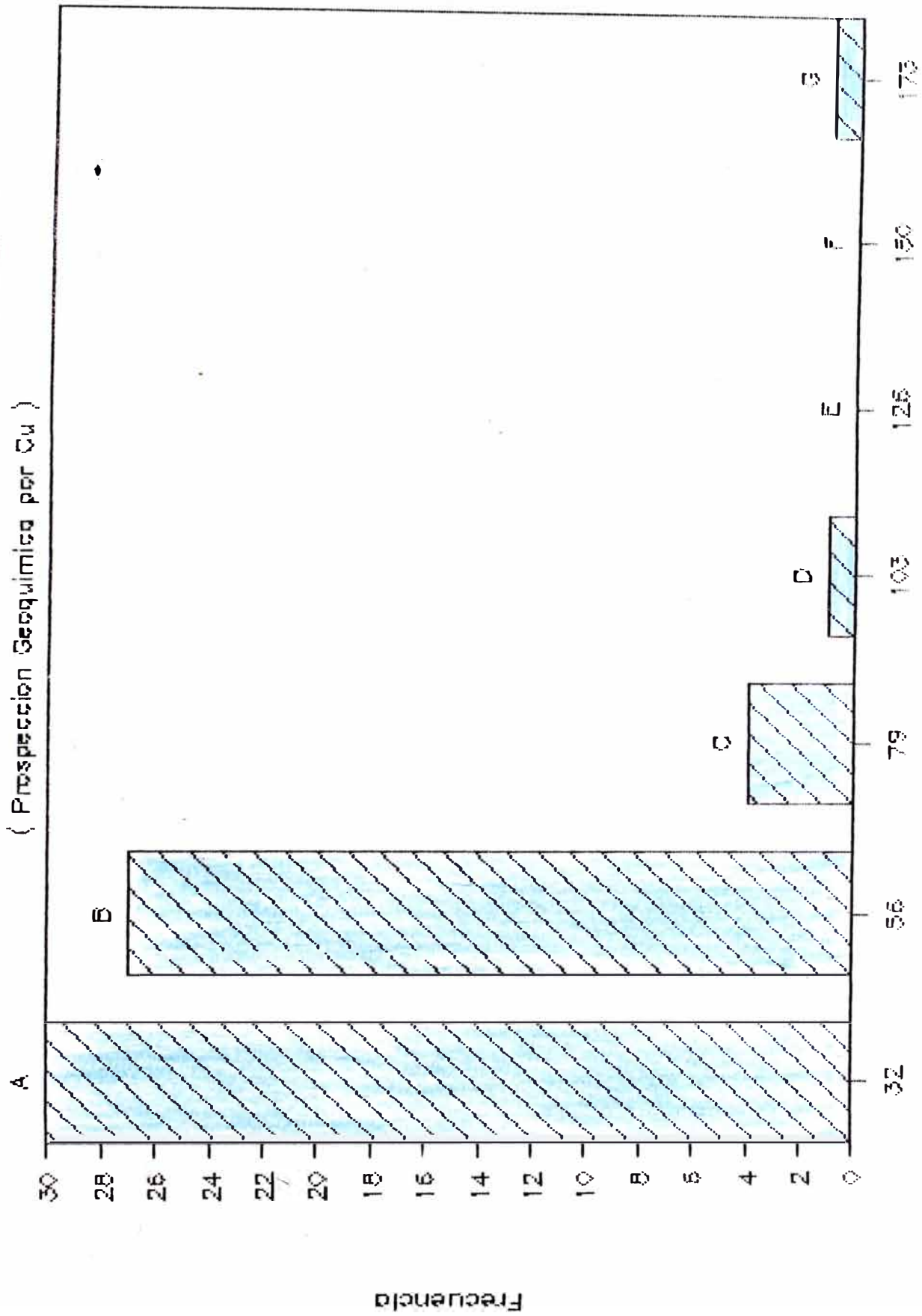
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS



GRUPO	INTERVALO DE CLASE	FRECUENCIA f_i	PORCENTAJE	FREC. ACUM.	PORC. ACUM.
A	20.6 - 44.1	30	47.6%	30	47.6%
B	44.1 - 67.5	27	42.9%	57	90.5%
C	67.5 - 91.0	4	6.3%	61	96.8%
D	91.0 - 114.4	1	1.6%	62	98.4%
E	114.4 - 137.9	0	0.0%	62	98.4%
F	137.9 - 161.4	0	0.0%	62	98.4%
G	161.4 - 184.8	1	1.6%	63	100.0%
TOTAL		63	100.0%		

El histograma de los 63 análisis por cobre nos muestra una mayor ocurrencia de valores entre 20.6 - 67.5 p.p.m. con una distribución lognormal sesgada hacia la izquierda, que nos indica que el

LAMINA N 25 HISTOGRAMA DE COBRE

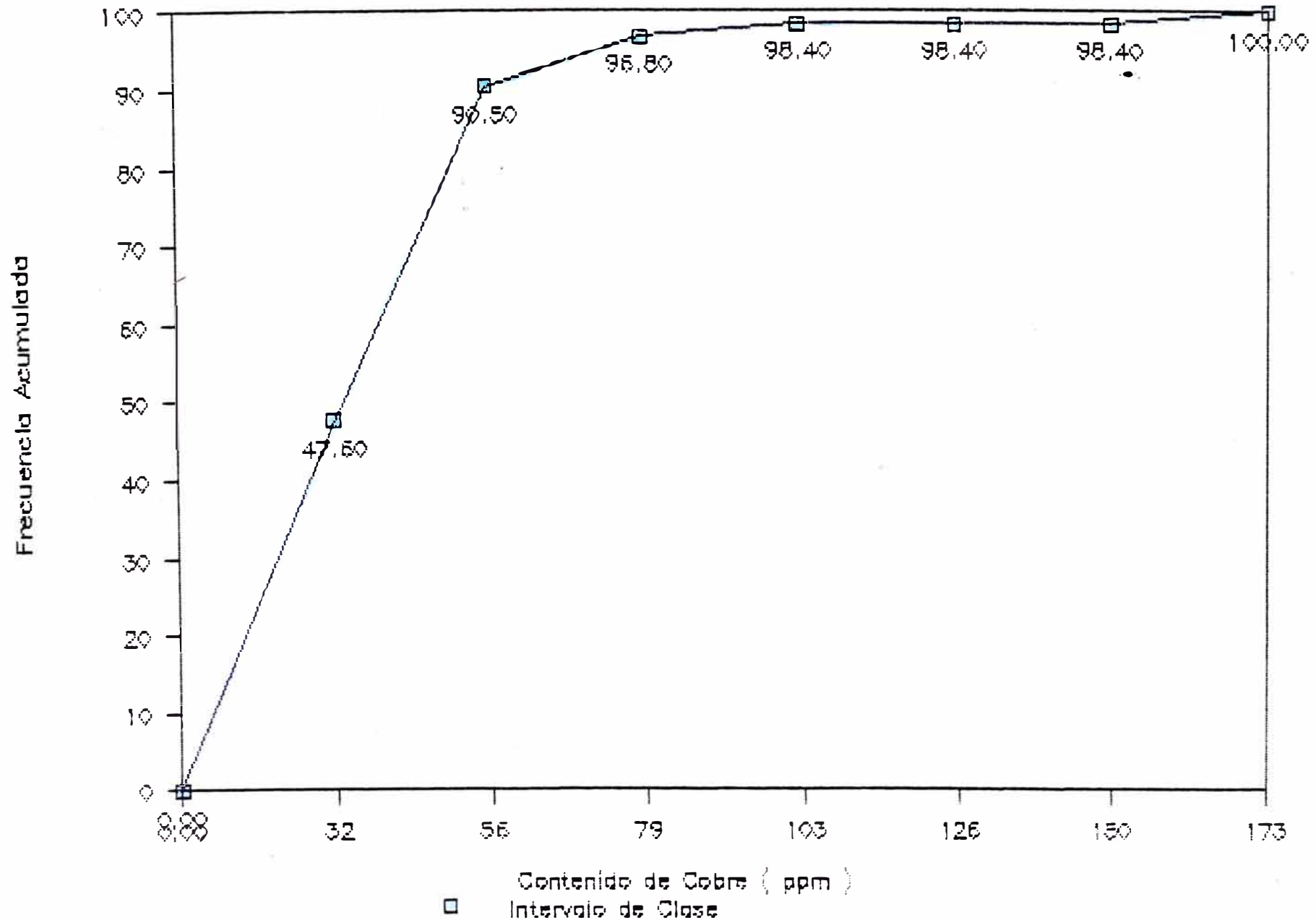
(Prospeccion Geoquimica por Cu)



Legend:
 Layer of Samples (ppm)
 Interval of Class

LAMINA N 25-A OJIVA DEL COBRE

(Prospeccion Geoquimica por Cu)



fenómeno o variable en estudio tiene cierta estructura de los patrones de distribución geoquímica.

III.3.2 Correlación Simple y Regresión Lineal Simple (LAMINA Nº 26).- Las muestras de suelos obtenidas han sido analizadas paralelamente por zinc y cobre; es así que podemos establecer el grado de correlación entre sus valores. Esto es medido por el coeficiente de correlación de las variables.

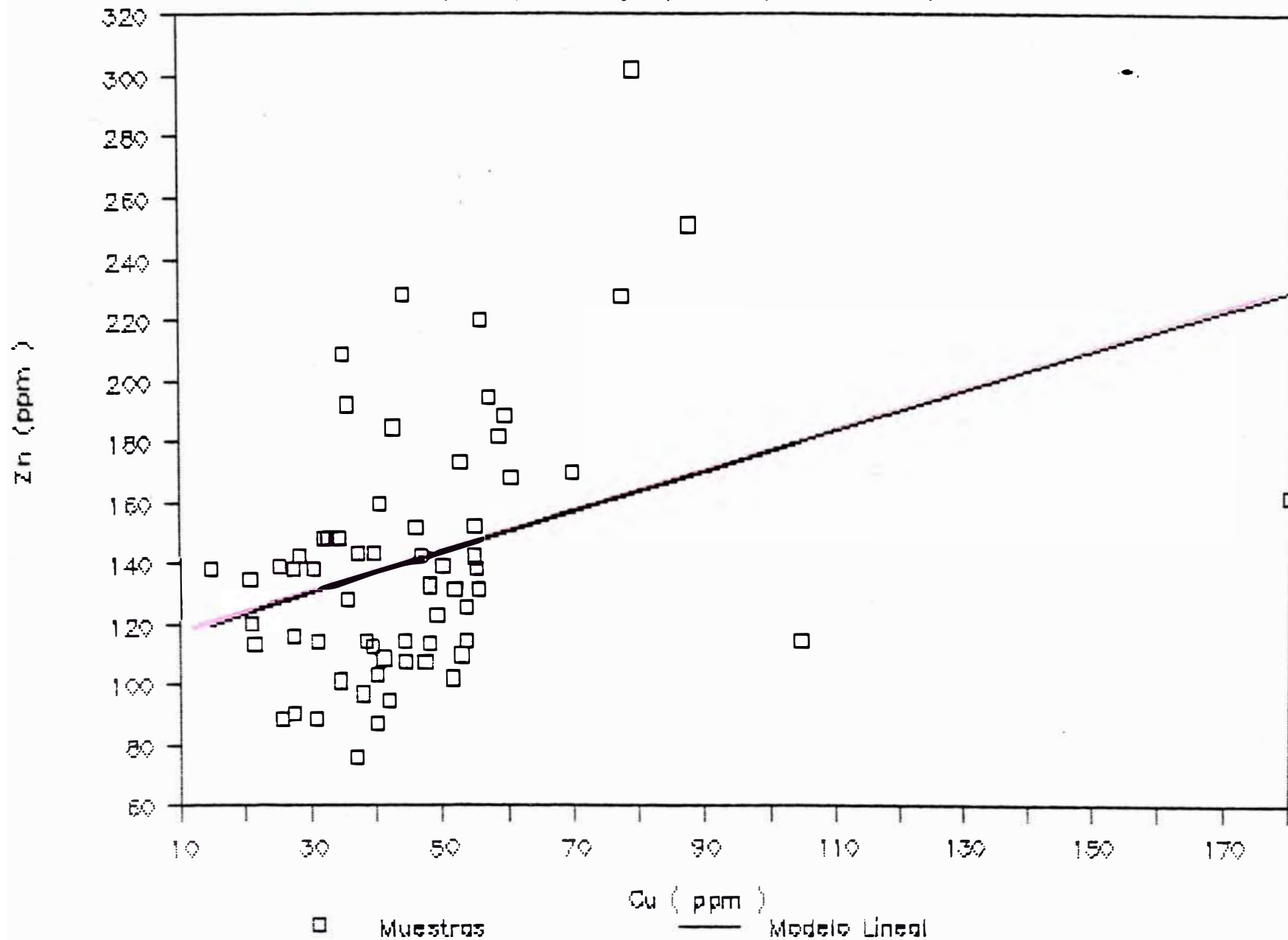
Sin embargo es probable que dentro de una muestra uno de los elementos este variando proporcionalmente con respecto al otro elemento contiguo; este tipo de relación debemos estudiarlo por regresión lineal cuya representación es una línea recta.

Como observamos en la Lámina Nº 26, la correlación existente entre el zinc y el cobre es no lineal, esto se comprueba con el coeficiente de correlación hallado aplicando el modelo lineal y que es igual a : $r = (0.15)^{1/2}$ ó $r = 0.39$

Este valor es muy lejano del +/- 1 y cercano a cero, indicándonos que no hay una buena correlación entre estos dos elementos.

LAMINA N 26 CORRELACION LINEAL SIMPLE

(Prospeccion geoquimica por Cu - Zn)



HISTOGRAMA DE COBRE

MIDDLE OF INTERVAL	NUMBER OF OBSERVATIONS	
20	9	*****
40	30	*****
60	18	*****
80	4	****
100	1	*
120	0	
140	0	
160	0	
180	1	*

MEAN = 47.773

ST. DEV. = 23.329

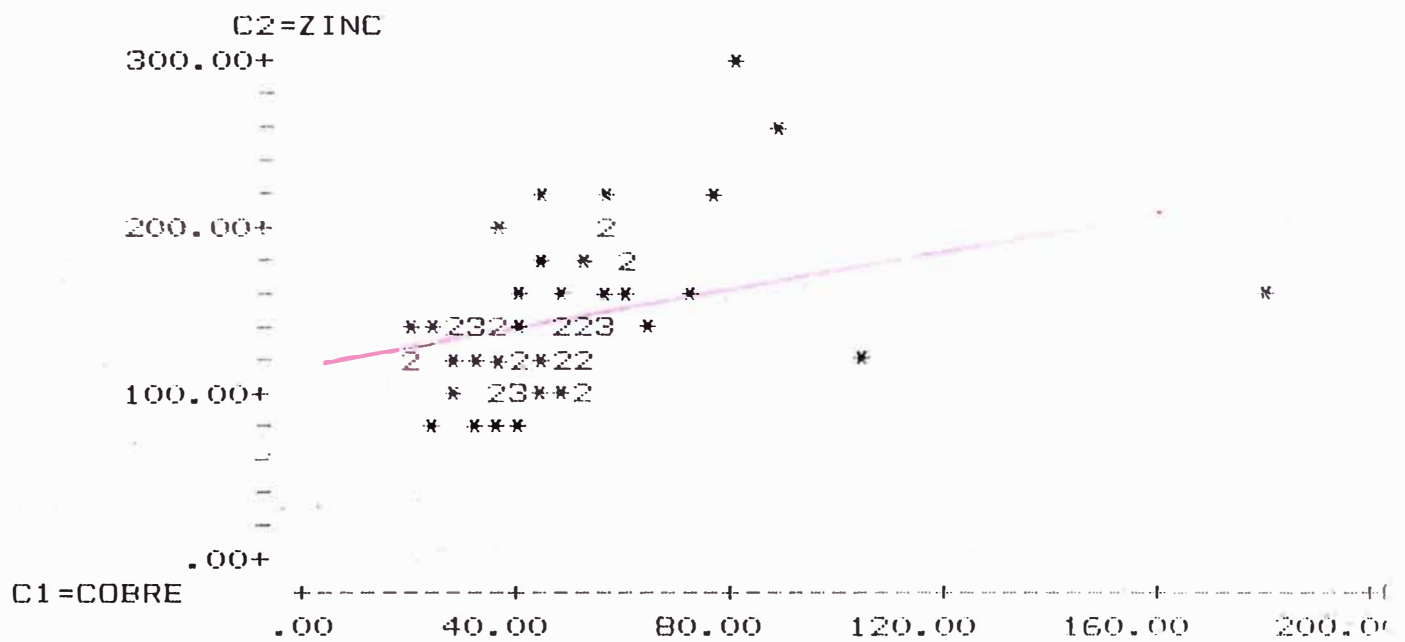
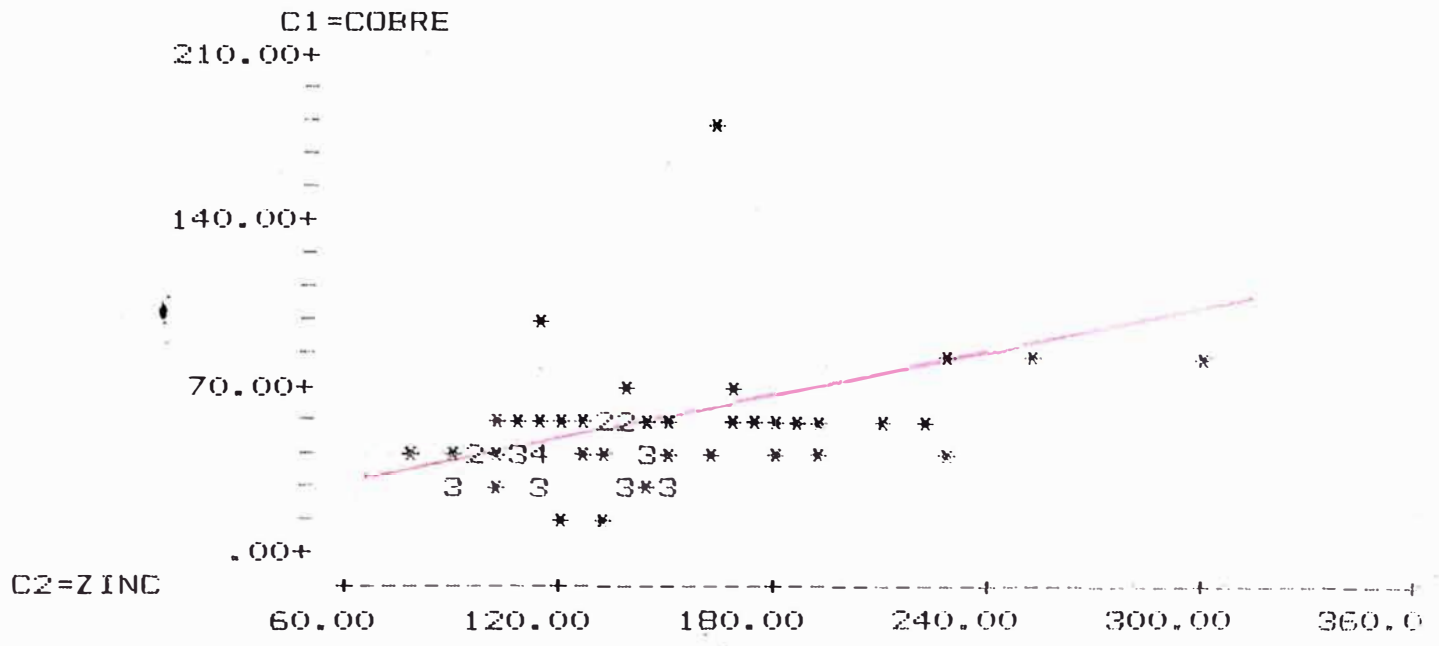
HISTOGRAMA DE ZINC

MIDDLE OF INTERVAL	NUMBER OF OBSERVATIONS	
80	4	****
100	10	*****
120	13	*****
140	18	*****
160	6	*****
180	4	****
200	3	***
220	3	***
240	0	
260	1	*
280	0	
300	1	*

MEAN = 141.48

ST. DEV. = 42.896

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA	LAMINA N° 27
HISTOGRAMAS DE LAS LEYES DE COBRE Y ZINC	
PREPARADO POR : DAVID ROJAS CABALLERO	



CORRELATION OF	C1 AND C2	=	.389	LAMINA Nº 28
	(COBRE Y ZINC)			
CORRELATION OF	C2 AND C1	=	.389	
	(ZINC Y COBRE)			

III.4 Anomalías Geoquímicas.

Los parámetros geoquímicos nos van a permitir localizar zonas anómalas de zinc y cobre que estén relacionados a posibles áreas mineralizadas.

III.4.1 Determinación del Background (B.G.).

Sabemos que las trazas de elementos se distribuyen raramente en forma uniforme en los materiales naturales como rocas, suelos, aguas, etc.

El background es la expresión cuantitativa de la distribución normal del elemento (zinc-cobre) que caracteriza a un medio geológico libre de mineralización; cuya representación matemática está dado por:

$$B.G. = X +$$

donde: X = Media aritmética de la población.

= La desviación estándar.

a) Para el Zinc tenemos:

$$B.G. = [141.48 \quad 42.55] \text{ p.p.m.}$$

b) Para el Cobre tenemos:

$$B.G. = [47.77 \quad 23.14] \text{ p.p.m.}$$

III.4.2 Areas de Background (A.B.G.).- Son áreas que están definidas como zonas que contienen valores entre: $A.B.G. = [0 , X +]$

a) Para el Zinc tenemos:

$$A.B.G. = [0 , 184.03] \text{ p.p.m.}$$

b) Para el Cobre tenemos:

$$A.B.G. = [0 , 70.91] \text{ p.p.m.}$$

III.4.3 Determinación de Anomalías.- Consiste básicamente en definir áreas **PROBABLES** y **SIGNIFICATIVAS** de ocurrencia de metales.

Las anomalías que están relacionadas al mineral y que pueden ser usados como guías en exploración son las Anomalías Significativas.

Las anomalías que son superficialmente similares a las anomalías significativas pero que no están relacionadas al mineral, son conocidas como Anomalías No Significativas ó Probables.

Una anomalía probable (A.P.) está determinado por el intervalo siguiente:

$$\text{Areas de A.P.} = < X + \quad , X + 2 \quad] \text{ p.p.m.}$$

Una anomalía significativa (A.S.) está determinado por el intervalo siguiente:

$$\text{Areas A.S.} > X + 2 \quad \text{p.p.m.}$$

Para todos los propósitos de exploración nos sirven las concentraciones anómalas altas de los elementos indicadores, las anomalías negativas o de valores anormalmente bajos, raramente tienen aplicación en exploración.

a) Para el Zinc tenemos:

$$\text{Areas A.P.} = < 184.03 , 226.58] \text{ p.p.m.}$$

$$\text{Areas A.S.} > 226.58 \text{ p.p.m.}$$

b) Para el cobre tenemos:

Areas A.P. = $< 70.91 , 94.05]$ p.p.m.

Areas A.S. > 94.05 p.p.m.

III.5 Mapas Geoquímicos.

La interpretación de mapas geoquímicos usualmente implican grupos de datos entre rangos de concentración. Estos rangos, entonces, pueden ser representados por simples símbolos gráficos tal como líneas de igual concentración (algunas veces llamado contorneo geoquímico o isograda), símbolos alfanuméricos o por superficies achuradas o coloreadas.

Estos rangos generalmente deben indicar las áreas de background, anomalías probables y significativas sobre un mapa geoquímico.

En el presente trabajo se han utilizado paquetes computarizados para la elaboración de estos mapas geoquímicos; como el PROGRAMA GRID y el PROGRAMA SURFACE.

Los datos analizados en estos programas corresponden a resultados de los análisis cuantitativos por Absorción Atómica de zinc y cobre expresados en p.p.m. en la zona de muestreo.

III.5.1 Rangos de Concentraciòn para el mapa geo-
químico del Zinc. (LAMINA N° 29, N° 29A y N°29B)

A.B.G. = [0 - 184.03]

A.A.P = < 184.03 - 226.58]

A.A.S > 226.58

Y mínimo = 89.0 p.p.m.

Y máximo = 264.0 p.p.m.

Intervalo de contorno = 22.19 p.p.m.

III.5.2 Rangos de Concentraciòn para el mapa geo-
químico del Cobre. (LAMINA N° 30, N° 31 y N° 32)

A.B.G = [0 - 70.91]

A.A.P = < 70.91 - 94.05]

A.A.S > 94.05

Y mínimo = 25.0 p.p.m.

Y máximo = 154.0 p.p.m.

Intervalo de contorno = 15.94 p.p.m.



- (2) 89 - 110
- () 111 - 131
- (1) 132 - 159
- () 159 - 177

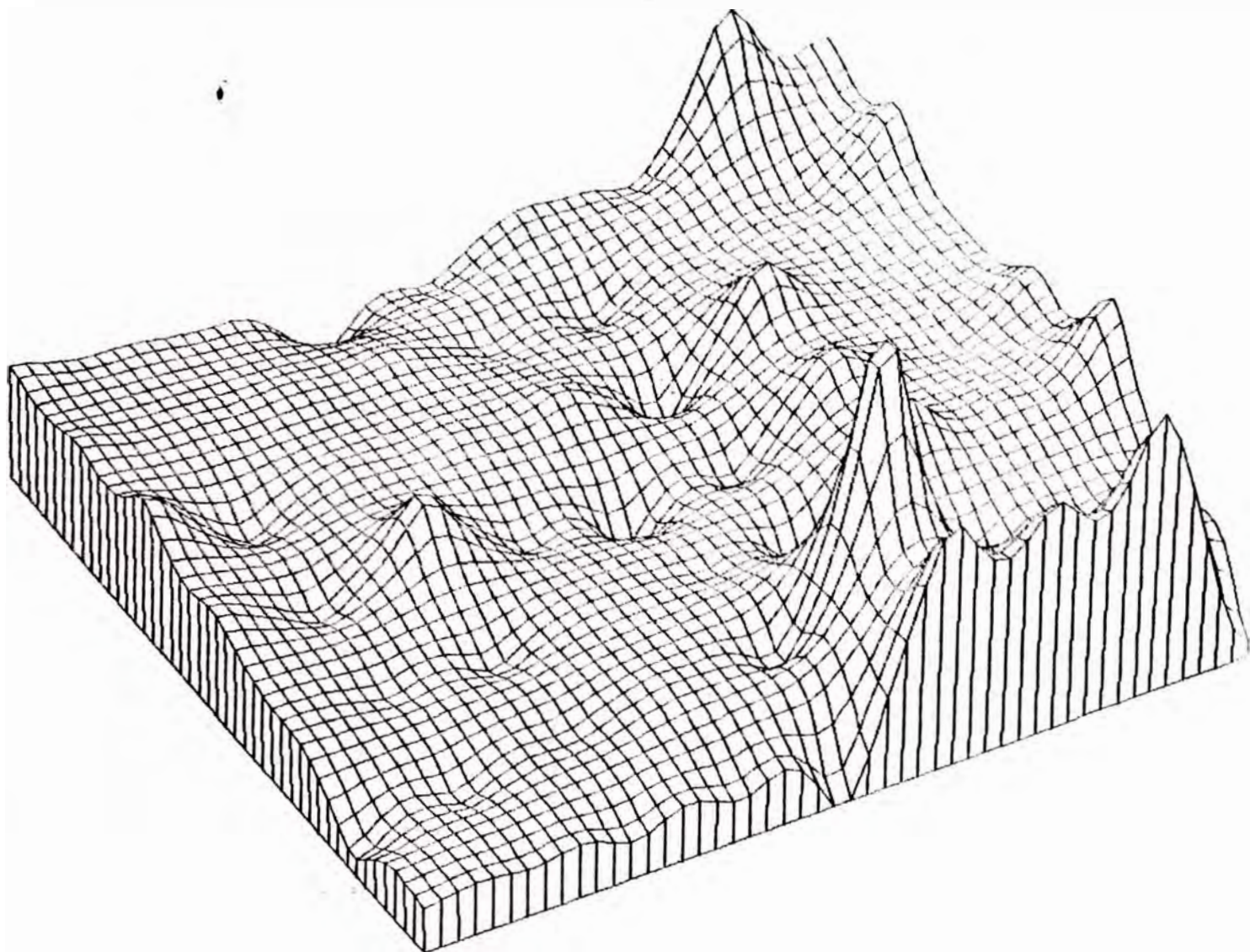
- (\$) 178 - 201
- () 202 - 222

- (A) 223 - 297
- () 298 - 293
- (B) 294 - 302

96947

REFERENCIA = 200.0324 CONTROL DEL INTERVALO = 22.1965

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		LAMINA Nº29
FACULTAD DE ING GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA		
MAPA GEOQUIMICO-Zn		
GEOLOGIA : DAVID ROJAS CABALLERO	ESCALA : 1 CARACTER = 1 METRO	
DIBUJO : D . R . C .	FECHA : SETIEMBRE 1992	



SAN MARINO - ZINC - SAN MATEO - U.N.I.

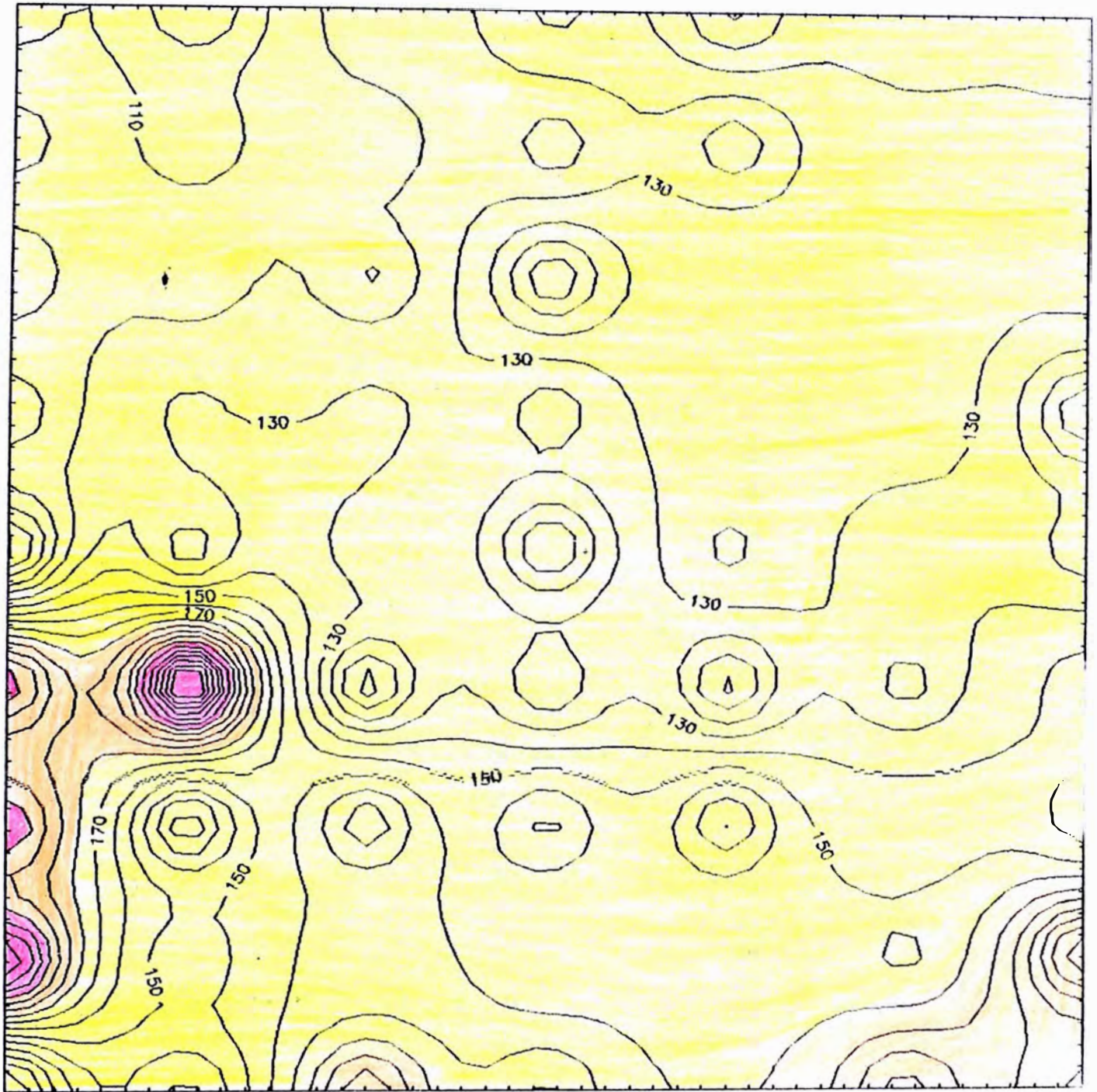
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA

LAMINA

PREPARADO POR : DAVID ROJAS CABALLERO

Nº29A

FECHA: SETIEMBRE 1992



MAPA GEOQUIMICO DE ZN - F.I.G.M.M -U.N.I.

AREA BACK GROUND 

ANOMALIA PROBABLE 

ANOMALIA SIGNIFICATIVA 



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA , MINERA Y METALURGICA

LAMINA

PREPARADO POR : DAVID ROJAS CABALLERO

Nº29 B

FECHA: SETIEMBRE 1992

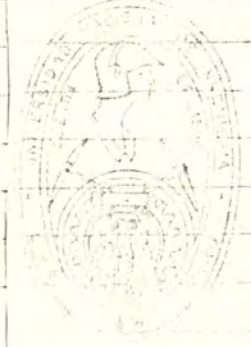


- (2) 25 - 38
- () 39 - 46
- (1) 47 - 63
- () 64 - 78

- ANOMALIA PROBABLE (\$) 79 - 111

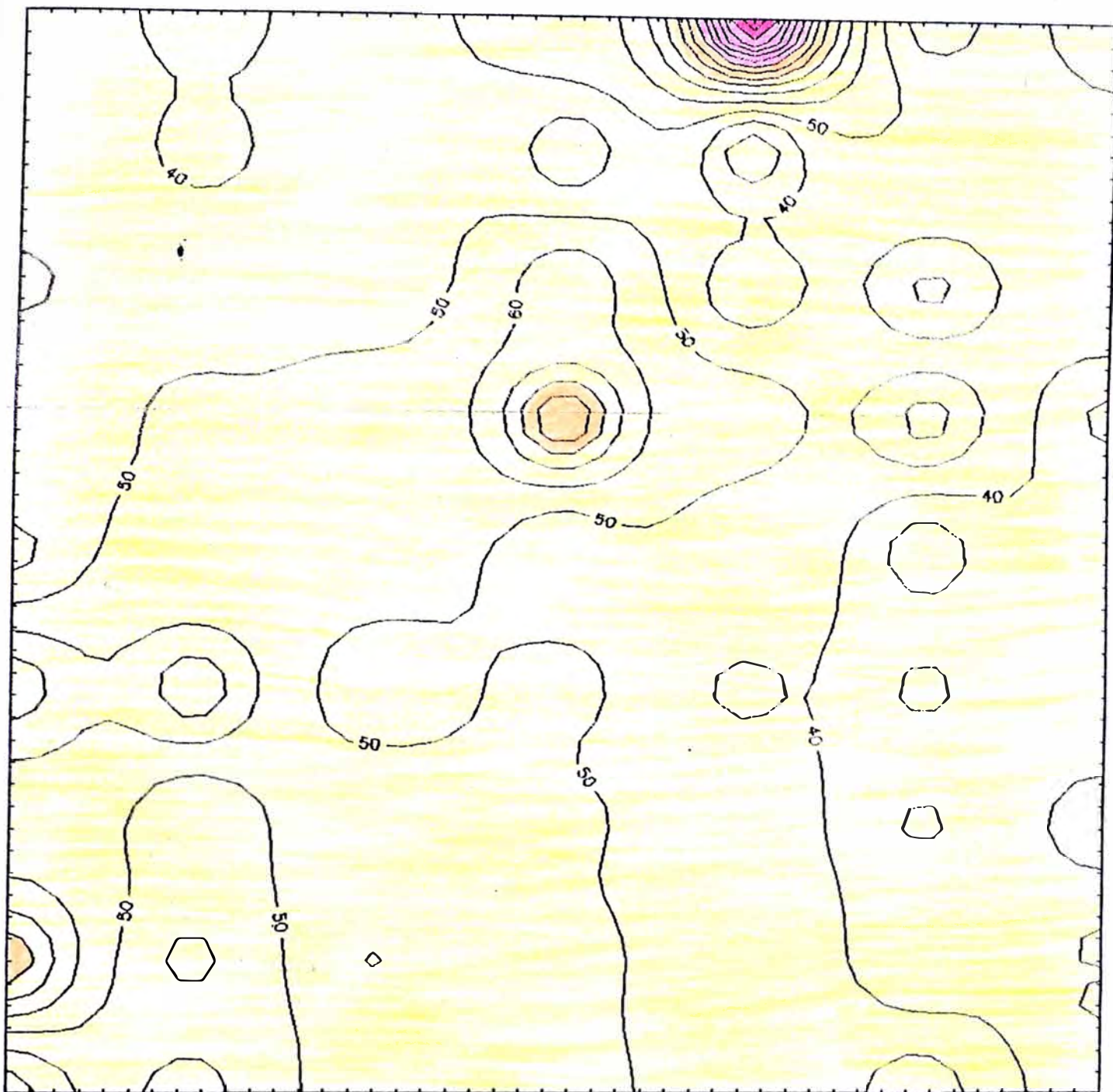
- ANOMALIA SIGNIFICATIVA (A) 112 - 128
- () 129 - 134
- (B) 135 - 153
- () 154 - 180

54148



REFERENCIA = 101.9548 CONTROL DEL INTERVALO = 15.9397

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		LAMINA N°30
FACULTAD DE ING. GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA		
MAPA GEOQUIMICO-Cu		
GEOLOGIA : DAVID ROJAS CABALLERO	ESCALA : 1 CARACTER = 1 METRO	
DIBUJO : D . R . C .	FECHA : SETIEMBRE 1992	



MAPA GEOQUIMICO DE COBRE — F.I.G.M.M — U.N.I.

AREA BACK GROUND 

ANOMALIA PROBABLE 

ANOMALIA SIGNIFICATIVA 

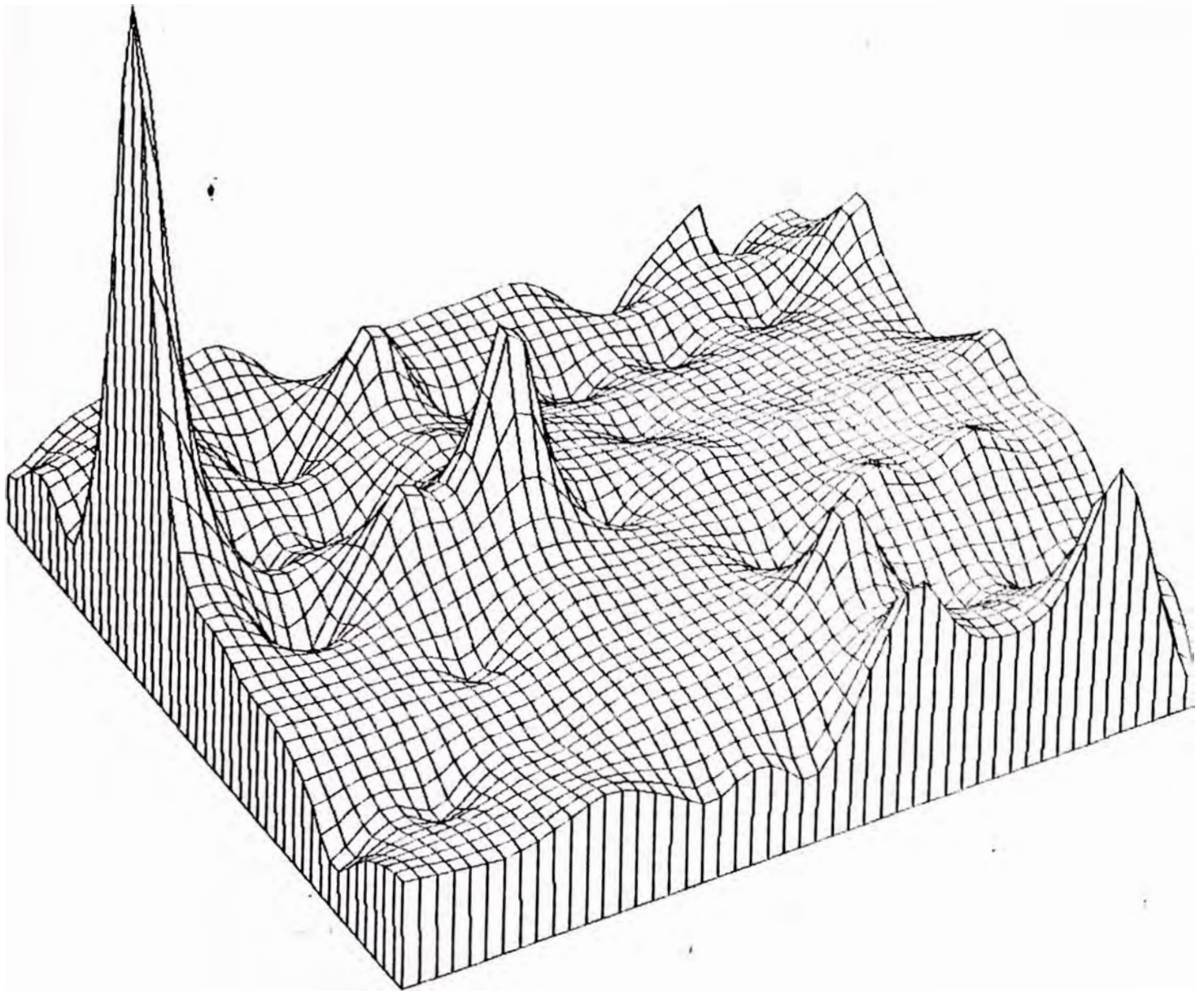


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA

LAMINA
 N°31

PREPARADO POR : DAVID ROJAS CABALLERO

FECHA: SETIEMBRE 1992



SAN MARINO COBRE SAN MATEO – U.N.I.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA , MINERA Y METALURGICA

LAMINA PREPARADO POR : DAVID ROJAS CABALLERO

Nº 32

FECHA: SETIEMBRE 1992

CAPITULO IV - GEOLOGIA ECONOMICA

- 1.- AFLORAMIENTOS.**
- 2.- MINERALOGIA.**
- 3.- ALTERACIONES.**
- 4.- TEXTURAS.**
- 5.- SECUENCIA PARAGENETICA.**
- 6.- PROFUNDIZACION.**
- 7.- ESTUDIO ESTADISTICO DEL YA-
CIMIENTO .**
- 8.- ZONAMIENTO.**

CAPITULO IV

IV GEOLOGIA ECONOMICA.

IV.1 Afloramientos.

Es importante describir las características del Yacimiento, para que posteriormente se pueda hacer una evaluación del mismo y también interpretar su génesis. Los estudios realizados tienen un límite, ya que estos abarcan el análisis de superficie y del subsuelo con labores mineras (aproximadamente 200 m. debajo de la superficie).

El Yacimiento de San Marino tiene aproximadamente un área de afloramiento de 600 m², emplazados principalmente en el contacto de las calizas y del pórfido diorítico subvolcánico de forma irregular en detalle pero en general tiene un rumbo promedio de N 45° W.

También existen fallas y fracturas de menor magnitud tanto pre como post mineralización, que siguen principalmente dos sistemas una de NE - SW y la otra de E - W.

La mineralización en las fallas y fracturas ocurren como cuerpos toscamente tabulares, conocidos como VETAS. El ancho de estos cuerpos aumenta rápidamente de pocos decímetros, al Este del contacto; a varios metros, cerca al contacto y a más de una decena de metros, en el mismo contacto. Es decir mientras que en la roca pórfido diorítico subvolcánico, los cuerpos mineralizados están separados dando lugar a lo

actualmente se conoce en el Yacimiento como "Veta 1" "Veta 2" y "Veta 3"; hacia el Oeste en el contacto caliza - pórfido diorítico subvolcánico estos cuerpos se fusionan a lo largo de varios metros, formando prácticamente un solo cuerpo irregular principal. La parte Este de los cuerpos menores tienen una dirección general N 80° W y un buzamiento de 55° - 45° SW. El lado Oeste del cuerpo mineralizado principal ha sido reconocido en el nivel 3 y en el nivel 4, donde tiene una dirección promedio de N 45° W y está bastante parado.

Además de los cuerpos ya descritos, existen vetas delgadas de relleno, marginales al cuerpo principal. Estas vetas están cortadas por los cruceros de acceso de los niveles, donde presentan una dirección predominante de N 70° - 80° E y con buzamiento de 60° - 80° SE - NO. Solamente algunas tienen importancia económica.

IV.2 Mineralogía.

Se ha estudiado preliminarmente la mineralogía al microscopio en secciones delgadas y pulidas, habiéndose determinado los siguientes grupos en orden decreciente a su cantidad.

METÁLICOS: (Sulfuros)

- | | |
|---------------------------|------------------|
| 1.- Pirrotita | 4.- Galena |
| 2.- Pirita | 5.- Molibdenita |
| 3.- Esfalerita(Marmatita) | 6.- Plata Nativa |

7.- Calcopirita

9.- Tetrahedrita

8.- Arsenopirita

10.- Cobre Nativo

NO METALICOS:

1.- Granates (andradita)

2.- Calcita

3.- Cuarzo

4.- Actinolita

5.- Epidota

OXIDOS:

1.- Magnetita

2.- Hematita

ENREQUICIMIENTO SECUNDARIO Y OXIDOS HIDRATADOS:

1.- Limonita

6.- Sulfato de Zinc

2.- Yeso

7.- Cobre nativo

3.- Oxidos hidratados de Cu.

8.- Plata nativa

4.- Oxidos hidratados de Zn.

9.- Covelina

5.- Carbonato de Plomo.

10.- Chalcocina

Los principales minerales tienen las siguientes características :

ESFALERITA (sp) ZnS. MICROFOTOGRAFIA N° 1 - N° 2

Esta ampliamente distribuido en todo el cuerpo mineralizado. Ocurre de un color oscuro por su contenido de fierro (marmatita) y en granos de medio a grueso.

CALCOPIRITA (cp) CuFeS_2 MICROFOTOGRAFIA N°1 - N°2

Tambièn se encuentra distribuido en todo el cuerpo mineralizado. Su ocurrencia varía desde finamente diseminada hasta formar pequeños cuerpos masivos.

Ademàs se presenta como exsoluciòn en la esfalerita.

PIRROTITA (po) $\text{SFe}_{(1-x)}$. MICROFOTOGRAFIA N° 3 - N° 4

Es el mineral de ganga de màs amplia distribuciòn dentro del Yacimiento. Generalmente ocurre intercrecido con los otros minerales del cuerpo y algunas veces tambièn se encuentra en forma masiva.

MAGNETITA (mg) Fe_3O_4 . MICROFOTOGRAFIA N° 5

Ocurre principalmente en o cerca al contacto con las calizas. Se presenta en granos fino a medio y en formas masivas.

PIRITA (py) FeS_2 . MICROFOTOGRAFIA N° 6 - N° 6A

Es el mineral de mas amplia distribuciòn y ocurre finamente diseminada tanto en la roca subvolcànica como en algunos cuerpos igneos. Sin embargo, como mineral de ganga en el Yacimiento ocurre en menor proporciòn comparado con la pirrotita y la magnetita.

LA ARSENOPIRITA (apy) FeAsS Y LA GALENA (gn) PbS

Ocurren esporàdicamente en zonas marginales del cuerpo y se presentan como inclusiones dentro de la esfalerita.

TETRAHEDRITA (tdr)**MICROFOTOGRAFIA N° 7**

Se encuentra esporádicamente y esta amplia y regularmente distribuida en todo el Yacimiento, en algunos casos se ha encontrado plata nativa.

CALCITA (cal) CaCO_3 .

Se encuentra subordinado al cuarzo y ocurre intercrecida con esta o formando pequeñas venillas o cuerpos de cristalización gruesa.

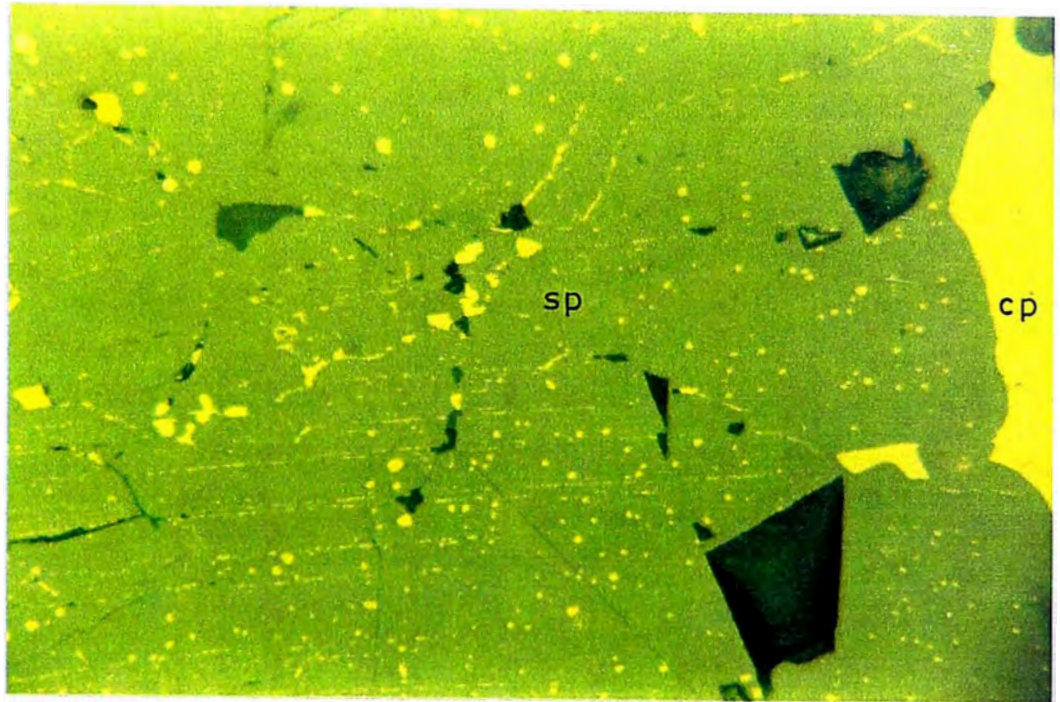
CUARZO (qz) SiO_2 .

Es otro de los minerales de ganga más abundante y se presenta en intercrecimientos de grano medio y grueso y en estructuras bandeadas.

GRANATES (gr)

Es otro de los minerales de ganga más abundante y se presenta como cuerpos de cristalización gruesa.

Estos granates se presentan como **ANDRADITA**, que es un granate rico en calcio y fierro y de color verdoso.



MICROFOTOGRAFIA No 1: Esfalerita con diseminaciòn de calcopirita segùn el clivaje.

Magnificaciòn: 50X

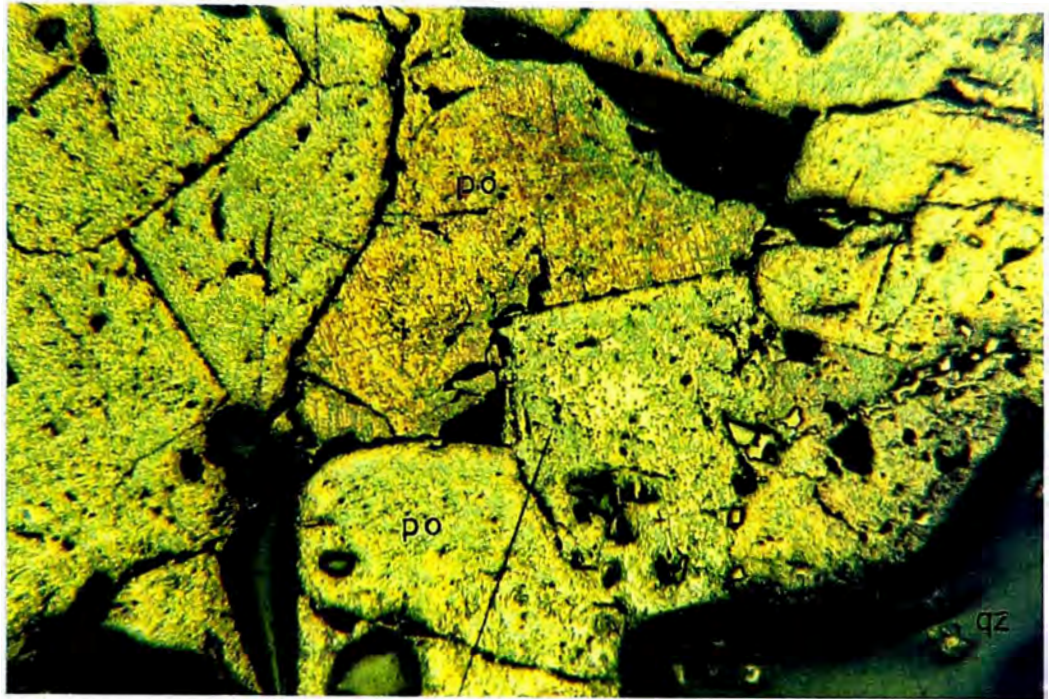
Nicoles Cruzados



MICROFOTOGRAFIA No 2: Esfalerita masiva con una veni-lla de calcopirita que la corta. Ademas calcopirita diseminada segùn el clivaje.

Magnificaciòn: 50X

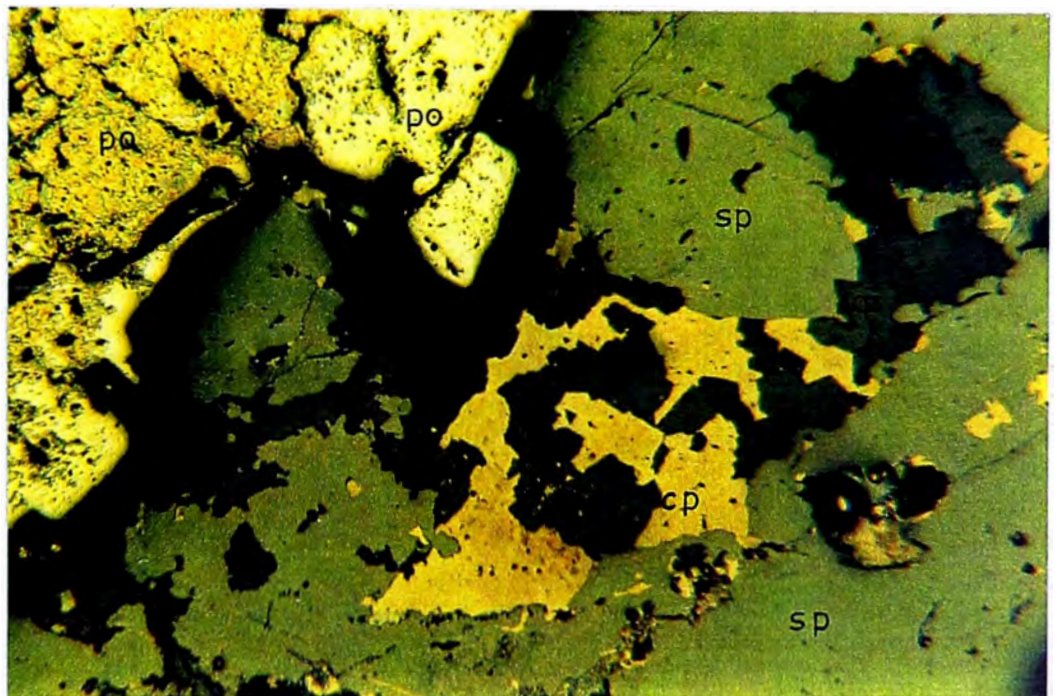
Nicoles Cruzados



MICROFOTOGRAFIA N^o 3: En esta exposiciòn se muestra granos de pirrotita con inclusiones de pirita

Magnificaciòn: 6.3X

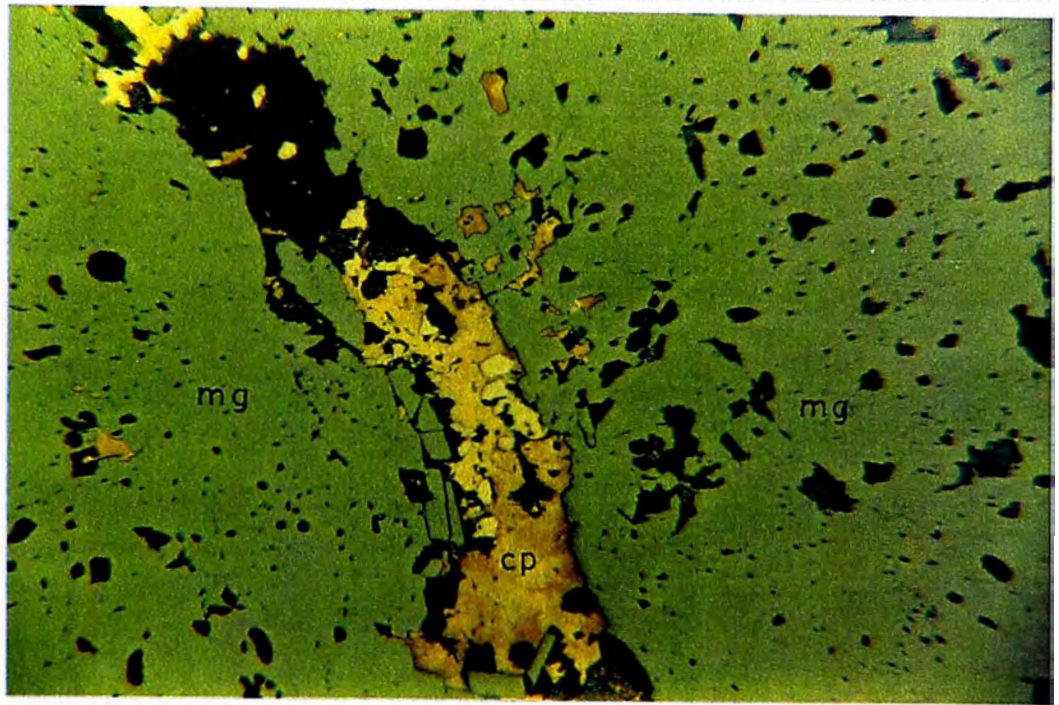
Nicoles Cruzados



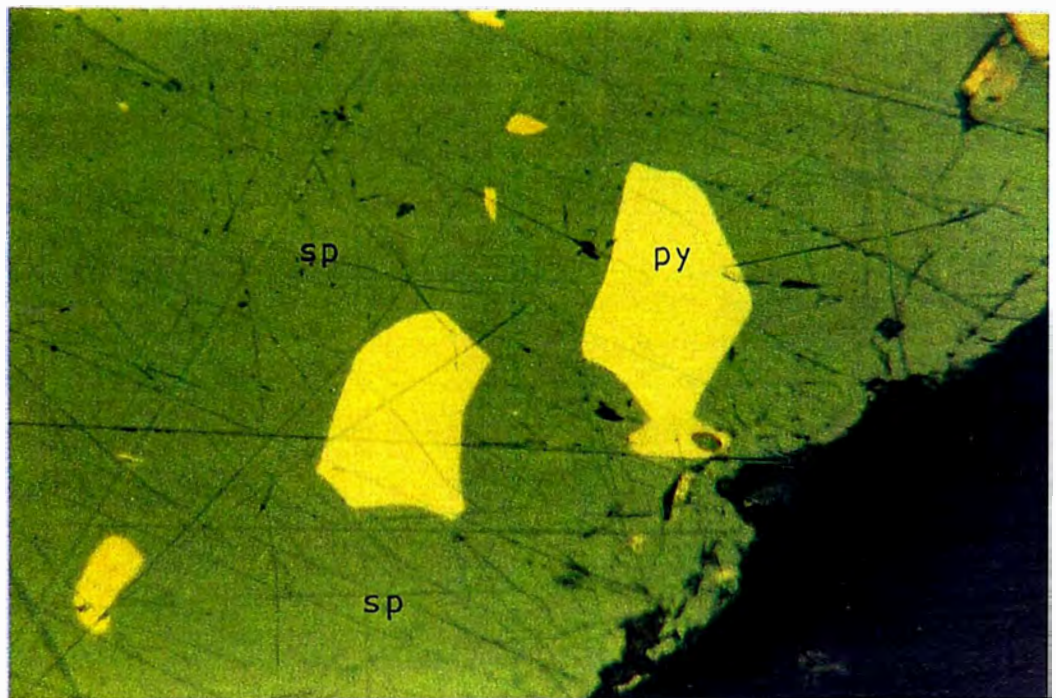
MICROFOTOGRAFIA N^o 4: Esfalerita cortado por una vena de cuarzo con calcopirita, en el extremo superior granos de pirrotita.

Magnificaciòn: 6.3X

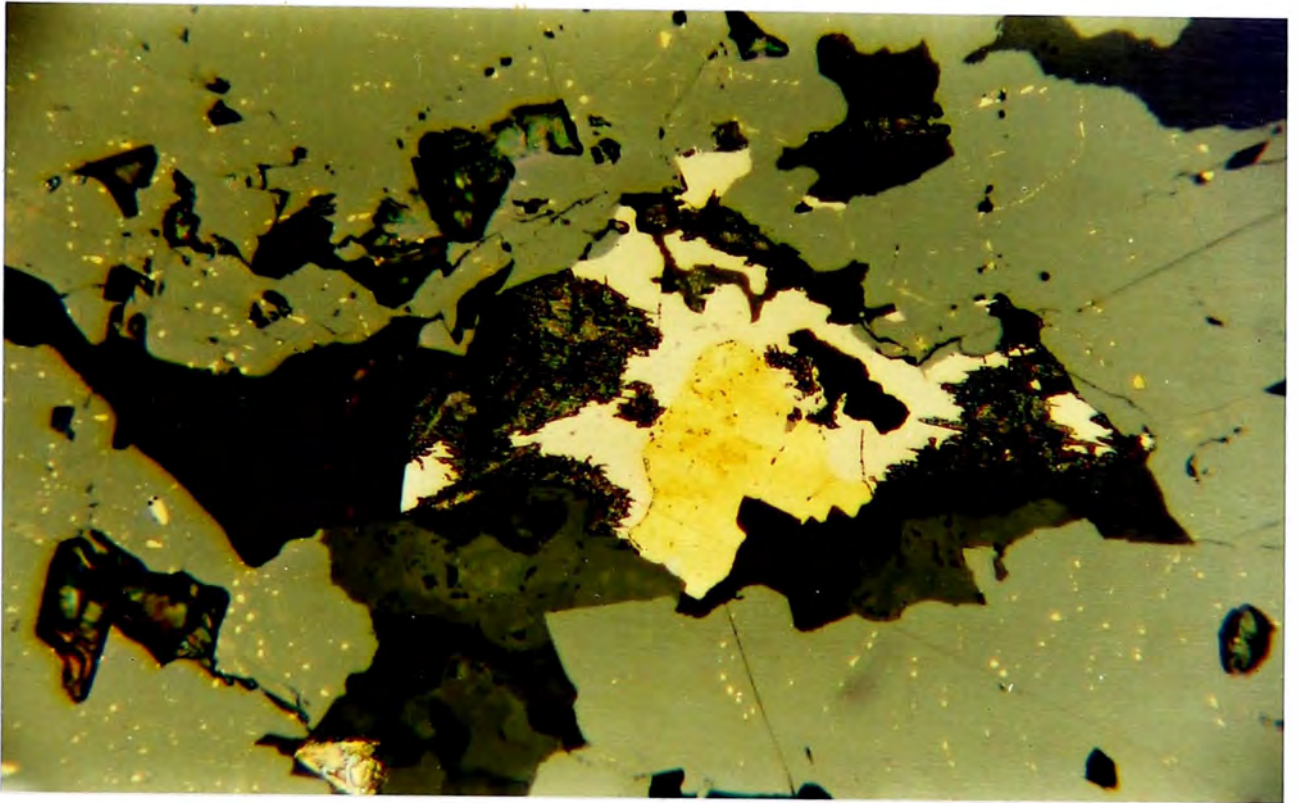
Nicoles Cruzados



MICROFOTOGRAFIA N.º 5: Magnetita masiva cortado por una venilla de cuarzo con calcopirita, pirita y pirrotita.
Magnificaciòn: 12.5X Nicoles Cruzados

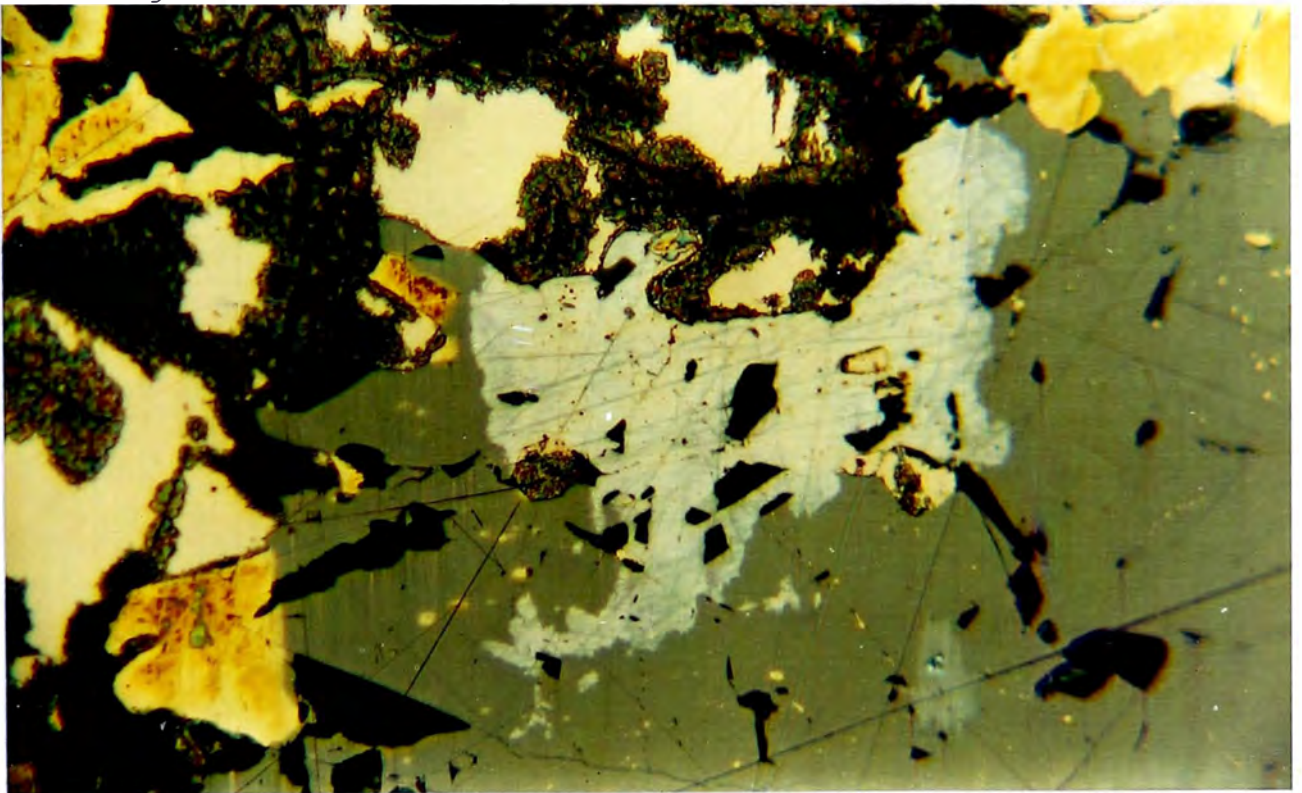


MICROFOTOGRAFIA N.º 6: En esta exposiciòn se muestra granos de pirita y disseminaciòn de calcopirita en la esfalerita.
Magnificaciòn: 50X Nicoles Cruzados



MICROFOTOGRAFIA N^o 6A: Esfalerita con diseminación de calcopirita, cortado por una venilla con cuarzo, calcopirita, pirrotita y pirita.
Magnificación: 25X

Nicoles Cruzados



MICROFOTOGRAFIA N^o 7: Tetrahedrita en contacto con la esfalerita y la pirrotita. En los extremos pirita con diseminación de calcopirita.
Magnificación: 25X

Nicoles Cruzados

IV.3 Alteraciones.-

Es la alteración de las cajas por efecto de las soluciones mineralizantes calientes. En la mayoría de los Yacimientos de minerales se presentan dos tipos de alteraciones.

IV.3.1 Alteración Hipògena de cajas.

La alteración hipògena en el àrea del Yacimiento juega un rol tan importante como los minerales de ganga debido a que genèticamente todos ellos estàn relacionados a los minerales econòmicos o viceversa. Las cajas han sufrido un metamorfismo de contacto con la presencia del exo-skarn en la caliza, el endo-skarn en el pòrfido diorítico y en las fracturas mineralizadas se tiene una alteración catatermal. En la caliza no se ve marmol en gran proporción y esta conserva aún el alineamiento de su estratificación, se observa caliza silicificada en pequeña proporción y no hay caliza caolinizada.

El endo-skarn y el exo-skarn se formaròn a una temperatura mayor de 400°C y menor de 600°C.

La alteración catatermal se formò a menor temperatura entre 300°C y 500°C.

Algunos cuerpos dacíticos estan intensamente silicificados, mientras que las dacitas porfiríticas estan relativamente poco alterados.

En general, en la zona de sulfuros las cajas y las zonas mineralizadas son muy duras, demasiadas compe-

tentes, lo cual ha permitido una explotación de grandes cámaras y relativamente pequeños pilares.

IV.3.2 Alteración Supèrgena de cajas.

En general, los procesos supèrgenos en el àrea de la mina se presentan localmente y en forma poca intensa. En el nivel 2 hacia el N, parte de las labores mineras se hallan en una zona oxidada. Hacia el Oeste, en el exo-skarn, en el endo-skarn y en la Veta 1 que està mas cerca a la superficie se nota una lixiviación y oxidación de los sulfuros, inclusive algunos silicatos estan hidratados dando un material blanquesino; la calcita con el agua superficial ha sido disuelta dando lugar a pequeñas porosidades.

En la zona de lixiviación y oxidación los valores de Zn - Cu - Ag se incrementan. Esto se debe principalmente al proceso de enriquecimiento secundario y en la parte superior al incremento de las soluciones primarias.

El proceso supèrgeno referido no es muy profundo, pràcticamente es superficial dado que la erosión fuè intensa.

IV.4 Textura.-

La textura de un Yacimiento es un concepto importante porque nos permite tener una idea de la Temperatura del Yacimiento, de la distribución de los minerales y de la secuencia paragenética.

Ademàs constituye una clara evidencia del modo de deposición de los minerales, reflejándonos la proximidad al origen o la proporción de cristalización.

En el Yacimiento de San Marino se han determinado principalmente 4 tipos de texturas:

- 1.- **Reemplazamiento**, cuando un mineral està reemplazando a otro ya cristalizado. Como se observa en la microfotografía N° 6, donde la pirita esta siendo reemplazada por la esfalerita.
- 2.- **Masiva**, donde la parte metalifera de mg-po-apy es compacta regular.
- 3.- **Equigranular**, donde la masa metalifera esta compuesta por granos relativamente isométricos de sf-cp-po-py . Como ejemplo tenemos la microfotografía N° 3.
- 4.- De manera subordinada se tiene la textura de relleno como en la microfotografía N° 2, donde la fractura es rellena por calcopirita y la textura de exsolución como la que se observa en la microfotografía N° 1.

IV.5 Secuencia Paragenética.-

Es la secuencia relativa de la deposición mineral en un Yacimiento.

De acuerdo a las observaciones realizadas, deducimos la siguiente secuencia de formación como sigue:

- 1.- **Intrusión de la roca sub-volcànica a las calizas de la Formación Jumasha.**

- 2.- Formaciòn del Endoskarn y Exoskarn.
- 3.- Fracturamiento del Skarn y de las rocas sedimentarias debido a la actividad tectònica.
- 4.- Inyecciòn magmàtica que se puede dividir en:
 - 4.a Alteraciòn hipògena de cajas.
 - 4.b Reemplazamiento,relleno de fracturas y metalizaciòn (óxidos-sulfuros).
- 5.- Alteraciòn Supèrgena.

SECUENCIA PARAGENETICA

MINERALES	FASE I	FASE II	FASE SUPERGENA
Cuarzo	=====	=====	
Magnetita	=====	====	
Molibdenita		=====	
Pirrotita	=====	=====	
Pirita	=====	-----	=====
Arsenopirita		=====	
Chalcopyrita	==	=====	
Esfalerita	=====	=====	
Galena		=====	
Tetrahedrita		====	
Calcita	=====	-----	=====
Hematita			=====

IV.6 Profundización.-

Con el objeto de ver la profundización del Yacimiento, hemos preparado isovalores de Cu - Zn - Ag de las fracturas que han sido denominadas como Veta 1, Veta 2 y Veta 3.

Se concluye que debajo del Nv. 4 (2720 m.s.n.m) el Yacimiento no profundiza.

IV.7 Estudio Estadístico del Yacimiento.-

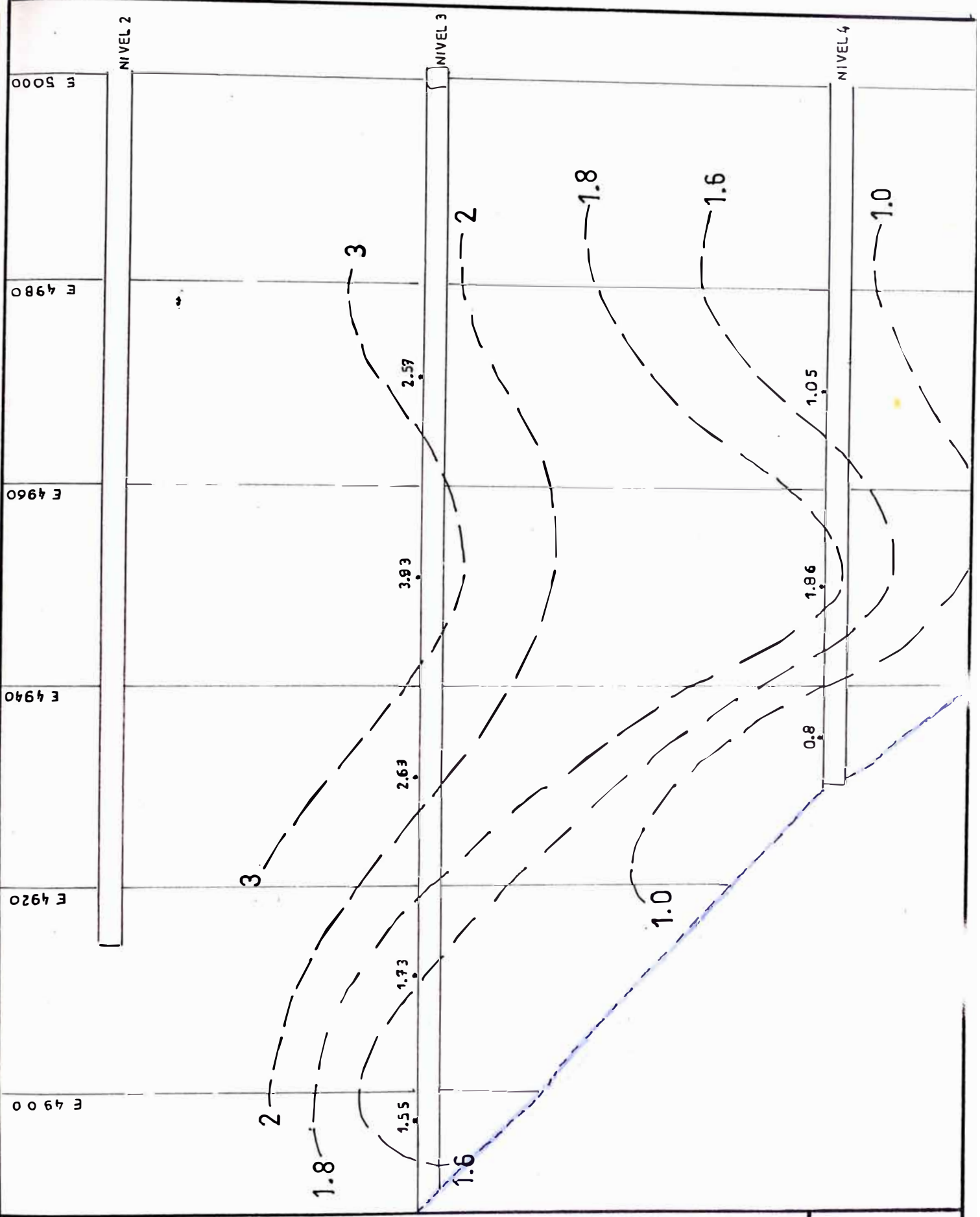
IV.7.1 Curvas Isovalòricas y Franjas Mineralizadas.

Los planos de curvas isovalòricas fueron hechos manualmente y con la computadora, obteniéndose resultados muy similares para ambos casos, diferenciándose en que el realizado con la computadora muestra una mayor posición y proporción de los valores de las concentraciones, lo que no se observa en el contorno realizado manualmente.

VETA 1.

Isovalores de Cobre.- (LAMINA N° 36 - N° 37)

Del nivel inferior 4 al nivel superior 3 los valores de cobre aumentan de 1% a 3% formando un pequeño anticlinal de flanco W cortado bruscamente por el contacto de la caliza con el exoskarn. Este contacto tiene una inclinación hacia el Este y alejándonos de el se tiene un sinclinal, seguido de un pequeño anticlinal. Estas características geológicas nos indican la presencia de dos flujos mineralizantes que en profundidad se unen.



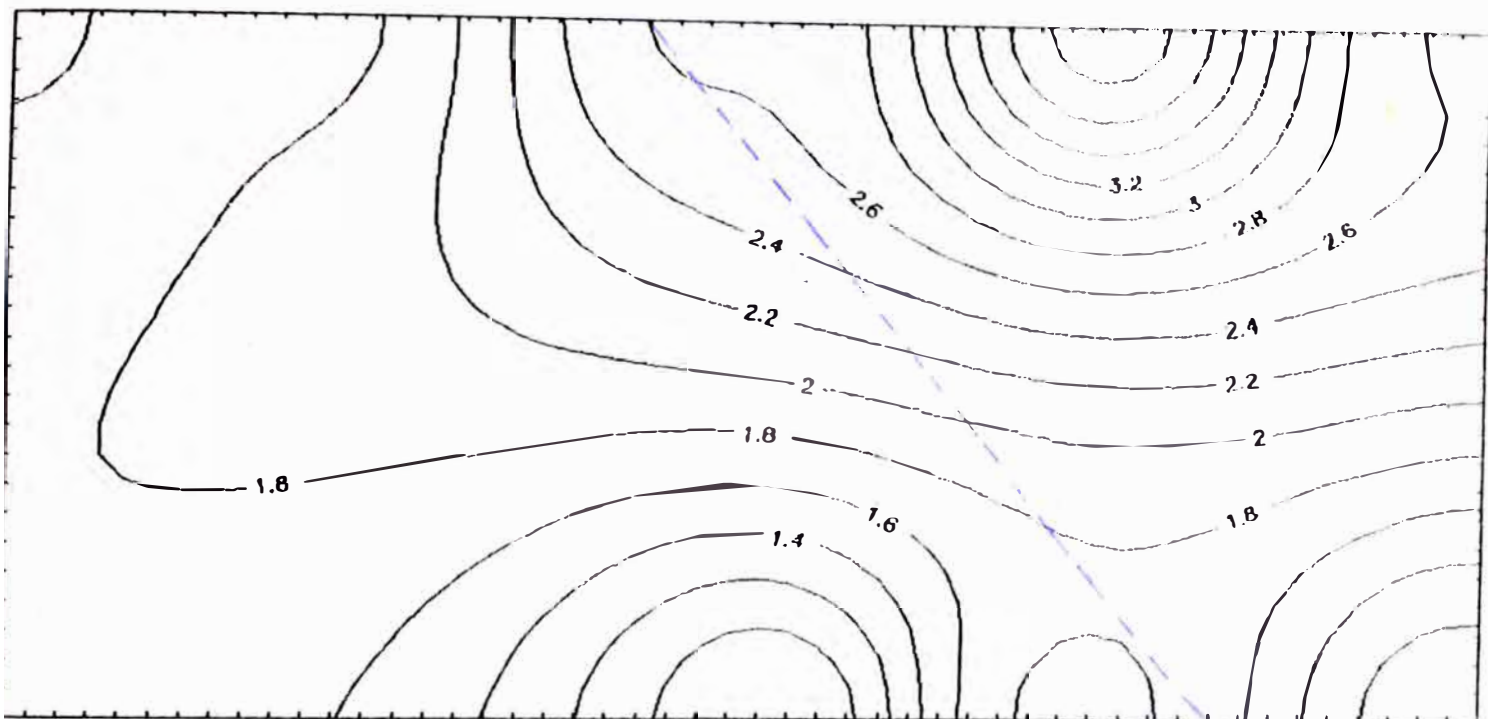
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE ING GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA

ISOVALORES DE Cu - VETA 1 - MINA SAN MARINO

LAMINA
 N°36

CORTE LONGITUDINAL MIRANDO AL NORTE
 DIBUJO : DAVID ROJAS CABALLERO

ESCALA : 1=500
 FECHA : SETIEMBRE 1992



ISOVALORES DE COBRE-VETA 1-F.I.G.M.M.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA

LAMINA

PREPARADO POR : DAVID ROJAS CABALLERO

Nº 37

FECHA: SETIEMBRE 1992

Proyectando los isovalores de Cu debajo del Nivel 4 las leyes serán menores que 1% y sobre el Nivel 3 las leyes de Cu serán mayores que 3% .

Isovalores de Zinc.- (LAMINA N° 38 - N° 39 - N° 40)

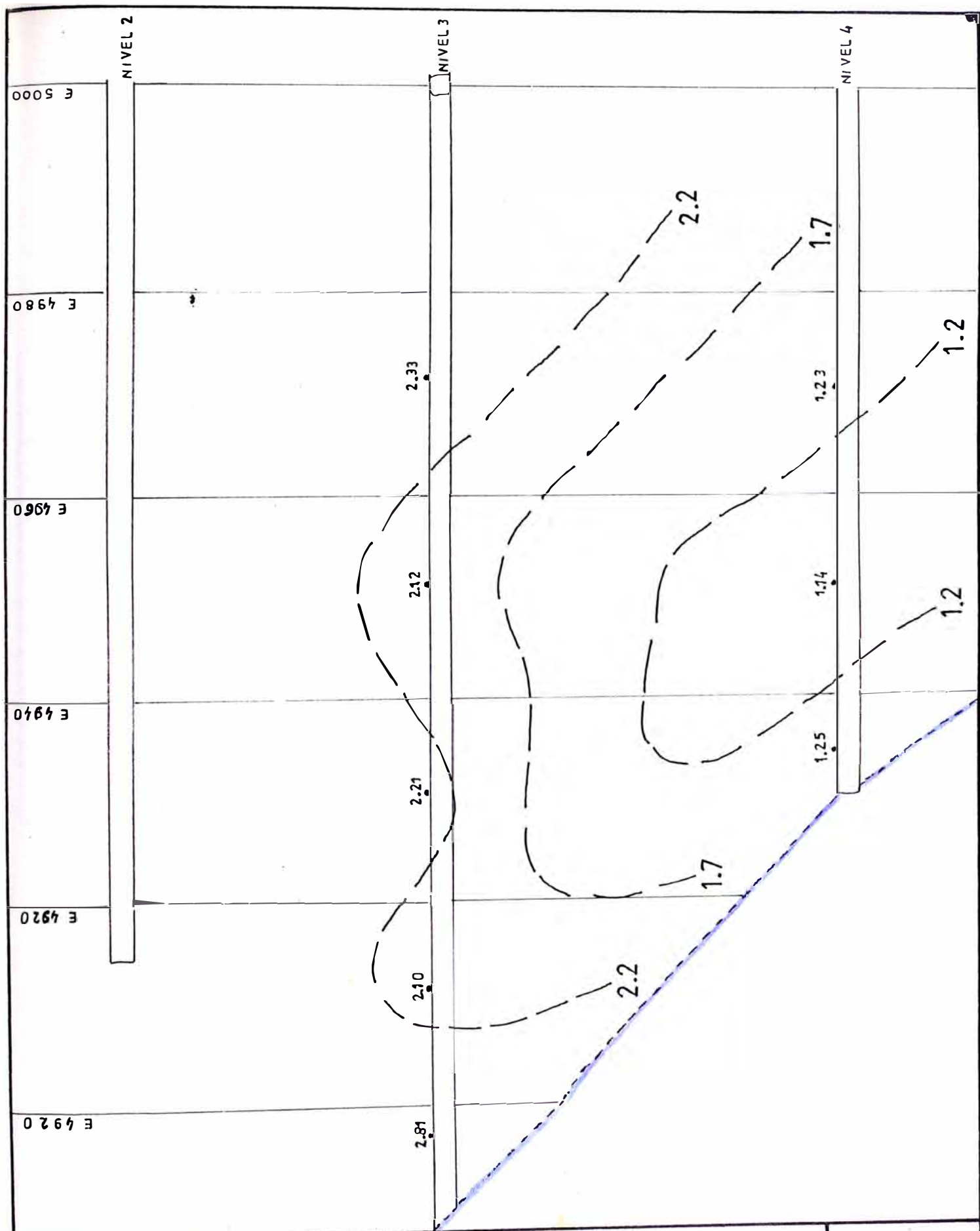
Se tiene la formación de un anticlinal y en su núcleo los valores de Zn son menores, incrementándose hacia la parte externa de 1.2% a 2.2% .

Este anticlinal señala la dirección del flujo mineralizante, concordante al contacto de la caliza con el exoskarn. El eje del flujo mineralizante del Zn no concuerda con el flujo mineralizante del Cu y de la Ag. Esto quiere decir que el Cu y la Ag se han depositado casi simultáneamente antes que la época de mineralización del Zn.

Isovalores de Plata.- (LAMINA N° 41 - N° 42)

La forma geométrica de los isovalores de Ag es aproximadamente igual a los isovalores de Cu. El anticlinal cerca al contacto es más cerrado y con un eje de flujo más echado, el anticlinal que se halla más alejado del contacto tiene un eje de flujo más parado y ambos se juntan en profundidad.

Los valores de Ag se incrementan principalmente en el pequeño sinclinal de 3 onzas en el Nivel 4 a 6 onzas entre los Niveles 3 y 2.



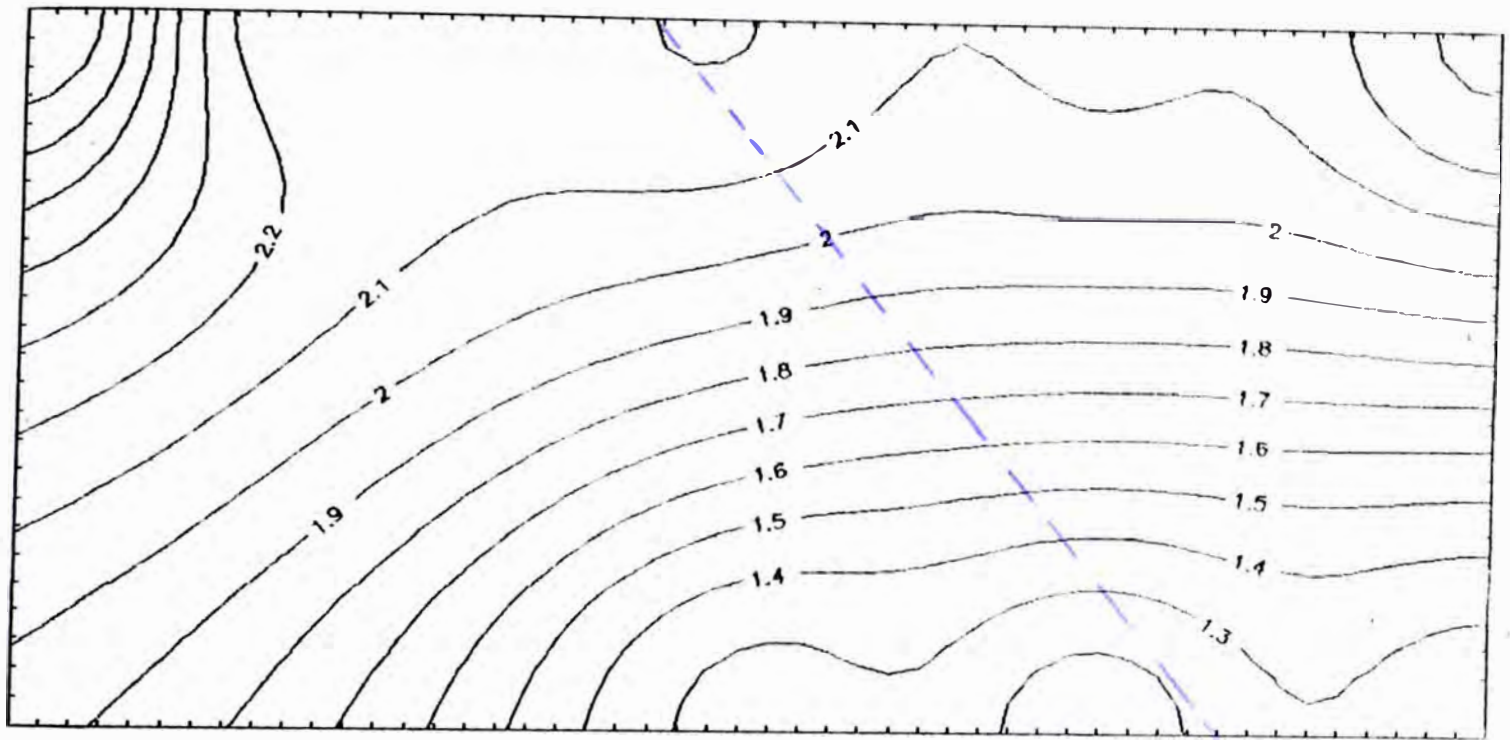
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE ING. GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA

ISOVALORES DE ZN - VETA 1 - MINA SAN MARINO

LAMINA
 Nº 38

CORTE LONGITUDINAL MIRANDO AL NORTE
 DIBUJO · DAVID ROJAS CABALLERO

ESCALA : 1 = 500
 FECHA : SETIEMBRE 1992



ISOVALORES DE ZINC-VETA 1-F.I.G.M.M

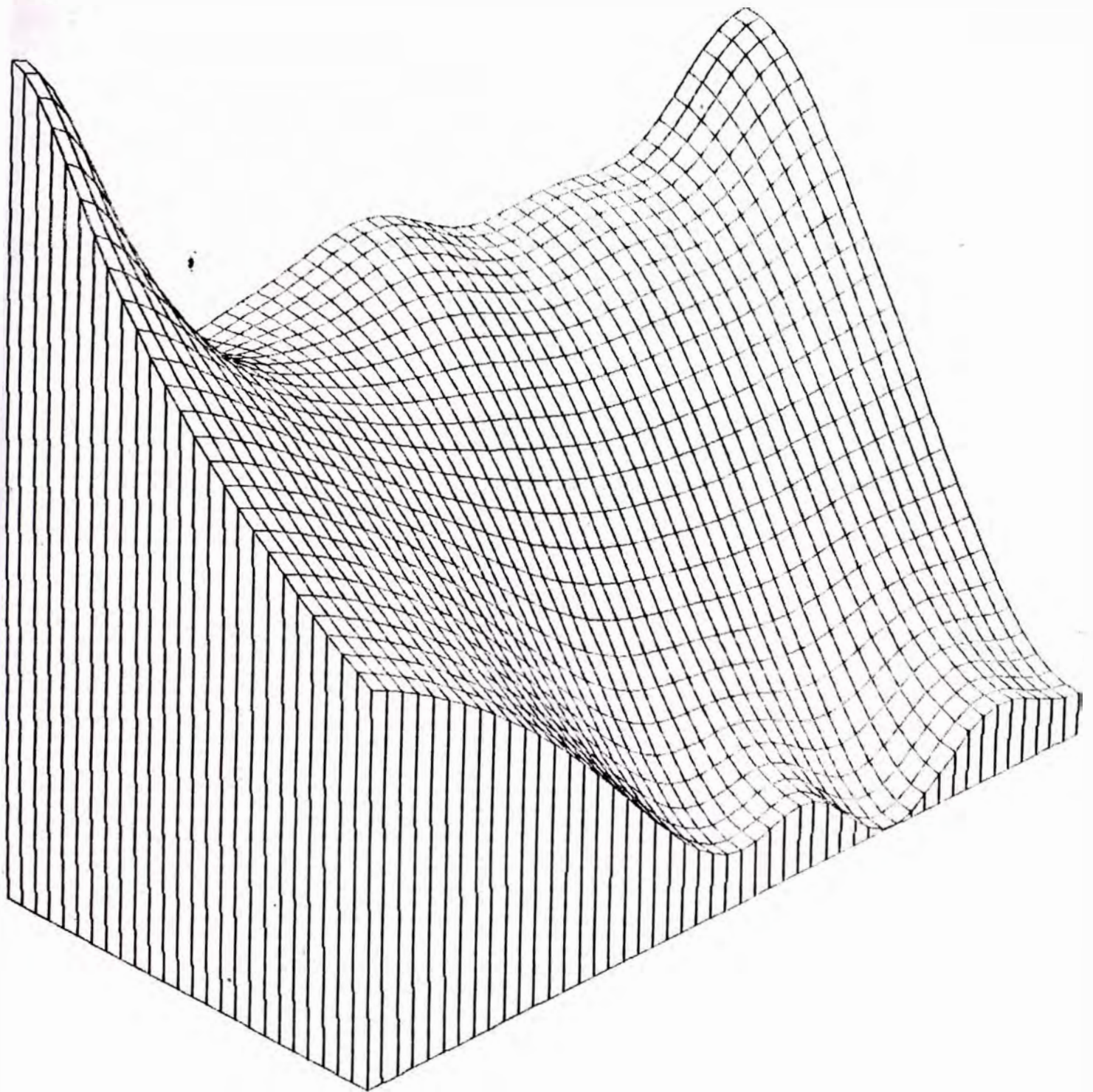
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA

LAMINA

PREPARADO POR : DAVID ROJAS CABALLERO

Nº 39

FECHA: SETIEMBRE 1992



SAN MARINO ZINC-VETA 1-SAN MATEO-U.N.I.

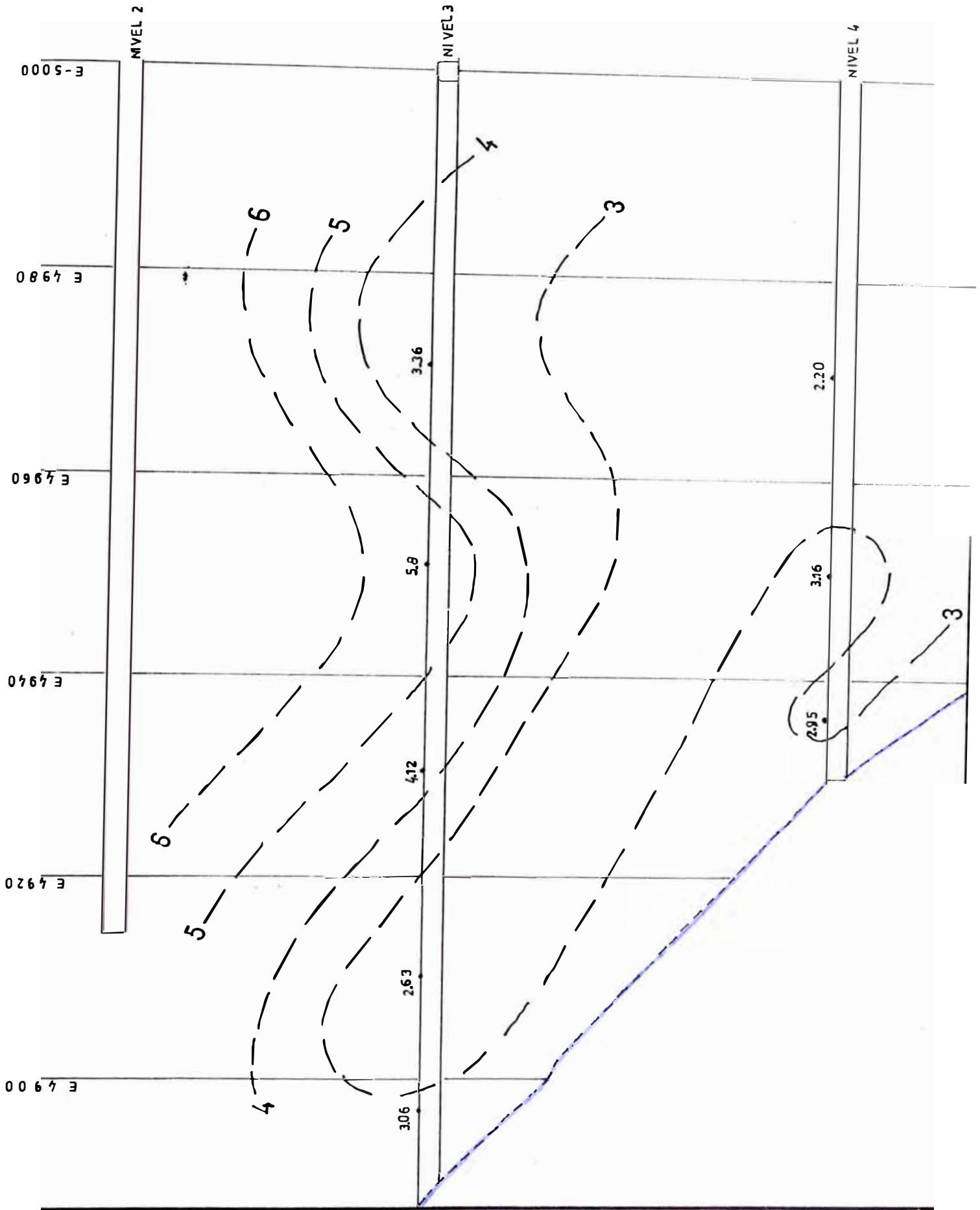
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA , MINERA Y METALURGICA

LAMINA

PREPARADO POR : DAVID ROJAS CABALLERO

Nº 40

FECHA: SETIEMBRE 1992



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE ING. GEOLOGICA , MINERA Y METALURGICA

ISOVALORES DE Ag - VETA 1 - MINA SAN MARINO

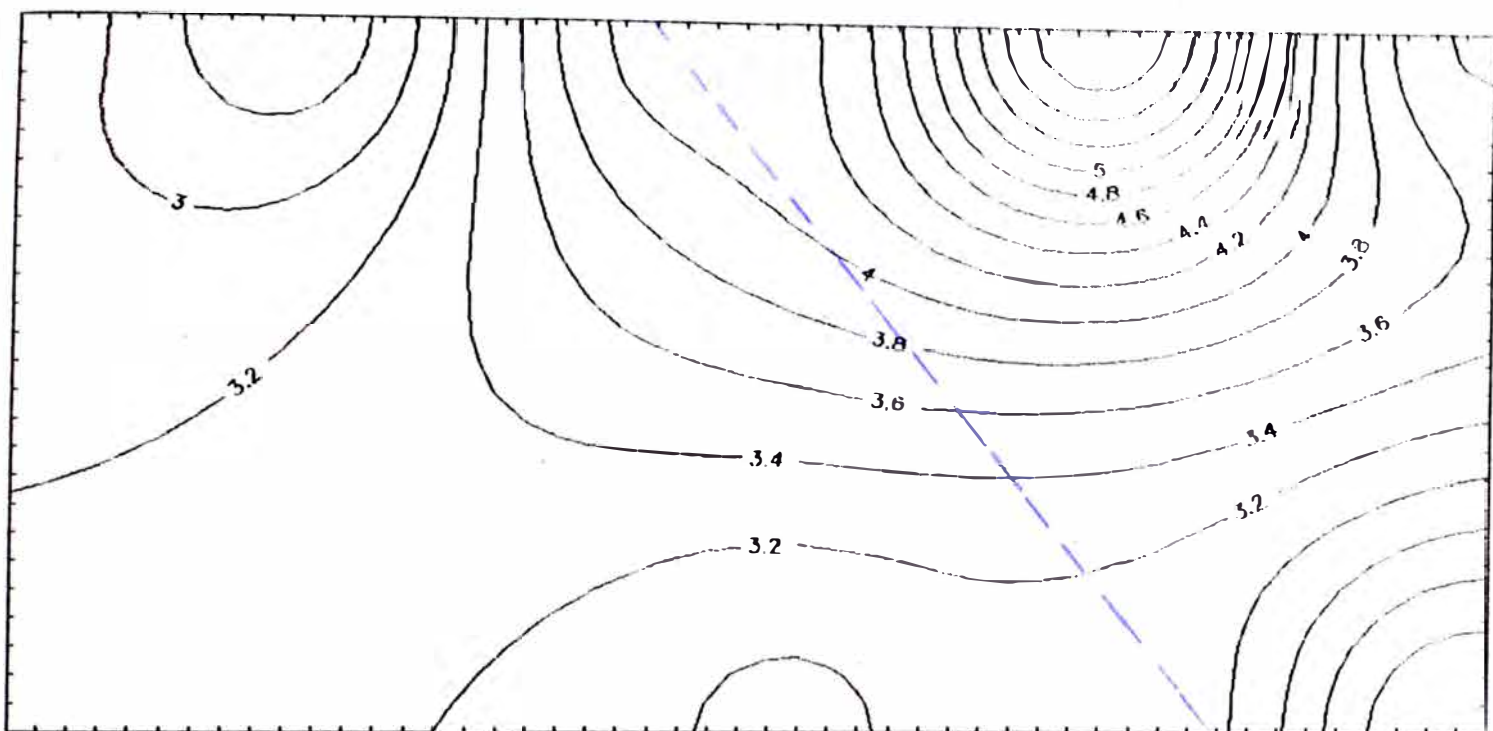
LAMINA
N° 41

CORTE LONGITUDINAL MIRANDO AL NORTE

ESCALA : 1=500

DIBUJO : DAVID ROJAS CABALLERO

FECHA : SETIEMBRE 1992



ISOVALORES DE PLATA VETA1 -F.I.G.M.M.

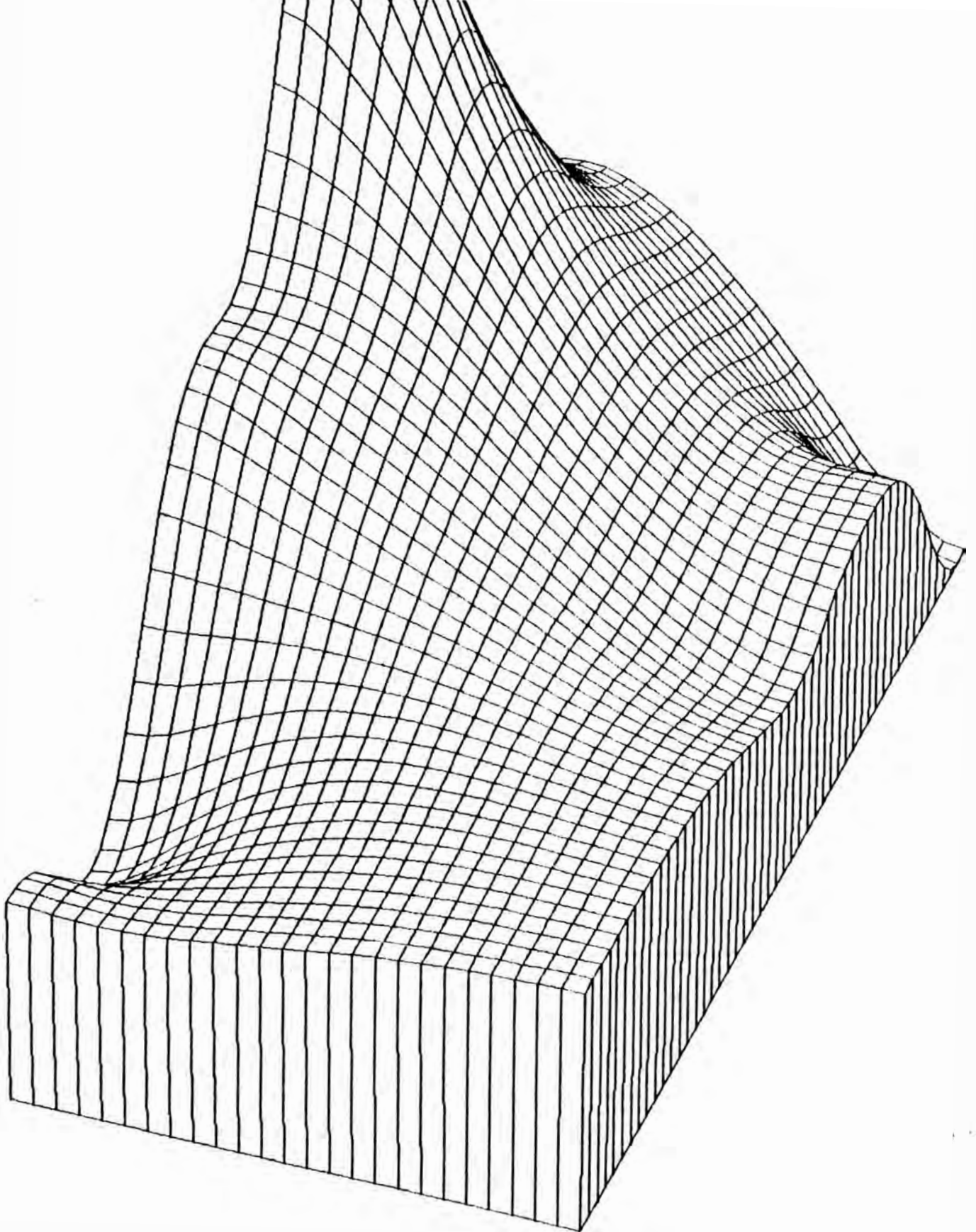
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA

LAMINA

PREPARADO POR : DAVID ROJAS CABALLERO

Nº42

FECHA: SETIEMBRE 1992



SAN MARINO-PLATA VETA 1 -SAN MATEO-U.N.I

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA , MINERA Y METALURGICA

LAMINA

PREPARADO POR : DAVID ROJAS CABALLERO

Nº 43

FECHA: SETIEMBRE 1992

VETA 2.-**Isovalores de Cobre.-** (LAMINA N° 44 - N° 45)

Forma un anticlinal cerrado cuyo eje es mas o menos vertical, en el núcleo se tiene un 1% de Cu. y hacia la parte externa se incrementa de 1.5% a 2% de Cu.

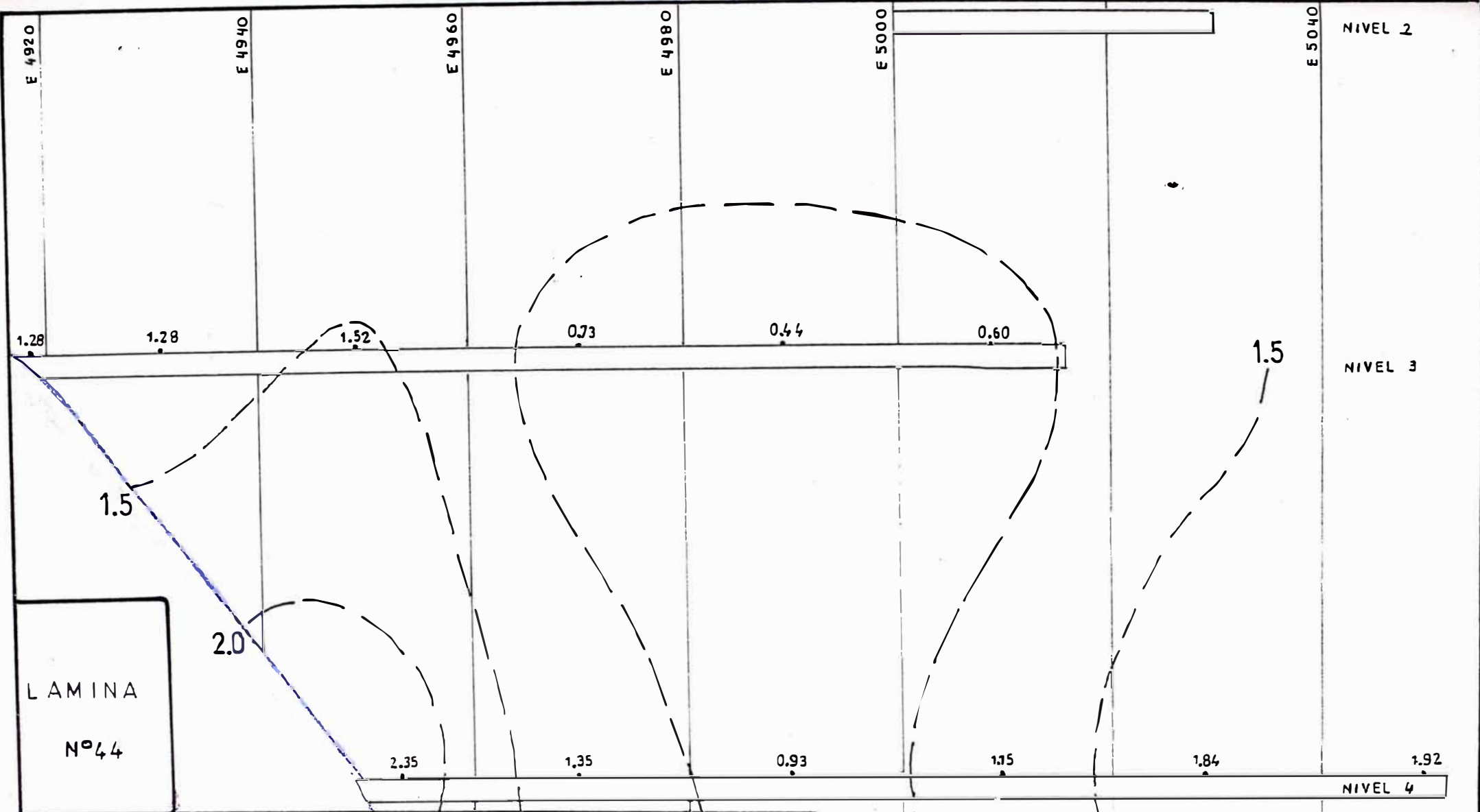
Del eje del anticlinal hacia el contacto la ley se incrementa y se corta bruscamente en dicho contacto, en la zona del eje del anticlinal alejándose del contacto la ley se incrementa. Debajo del Nivel 4 el eje E. del anticlinal bajará a la zona del exoskarn en el nivel debajo del Nivel 4.

Isovalores de Zinc.- (LAMINA N° 50 - N° 51)

La forma geométrica de los isovalores de leyes de Zn es diferente a los isovalores de Cu y Ag; se tiene un anticlinal cortado por el contacto de la caliza con el exoskarn, el eje de este anticlinal cortado coincide con este contacto. Se tiene otro anticlinal de eje vertical y flancos abiertos. En los ejes de estos anticlinales referidos la ley es menor y alejándose del eje la ley se incrementa de 3% a 4% y de 6% a 8% de Zn. Debajo del Nivel 4 la ley de Zn disminuye a leyes menores de 3%. En el Nivel 2 la ley de Zn se incrementará, sobre todo alejándose del contacto.

Isovalores de Plata.- (LAMINA N° 52 - N° 53)

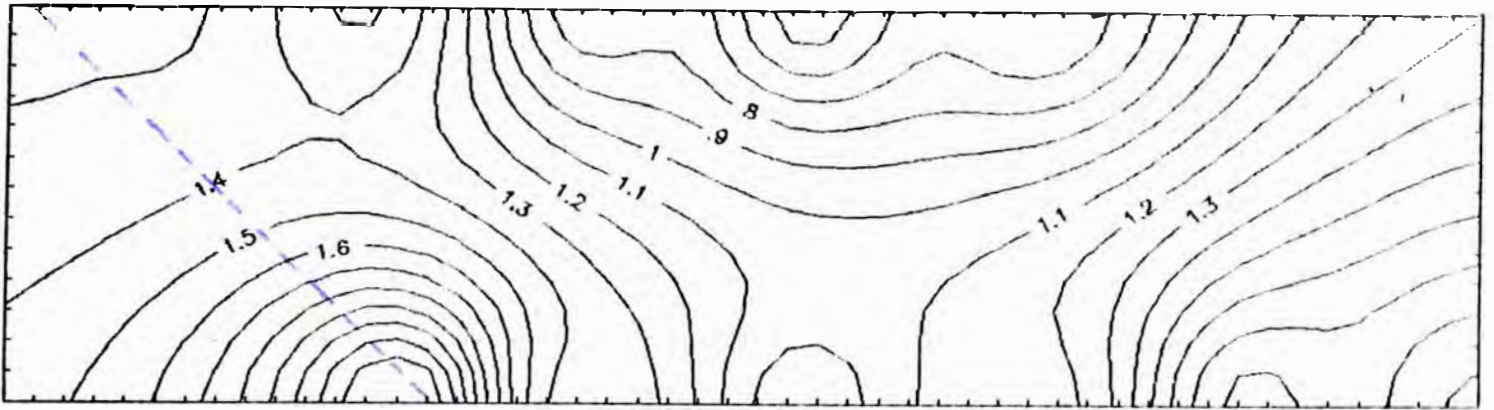
Forma un anticlinal de eje más echado concordante al contacto de la caliza con el exoskarn. En el eje del



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE ING. GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA

ISOVALORES DE Cu - VETA 2 - MINA SAN MARINO

CORTE LONGITUDINAL MIRANDO AL NORTE	ESCALA : 1 = 500
DIBUJO : DAVID ROJAS CABALLERO	FECHA : SETIEMBRE 1992



ISOVALORES DE COBRE -VETA 2-F.I.G.M.M.-D.R.C.

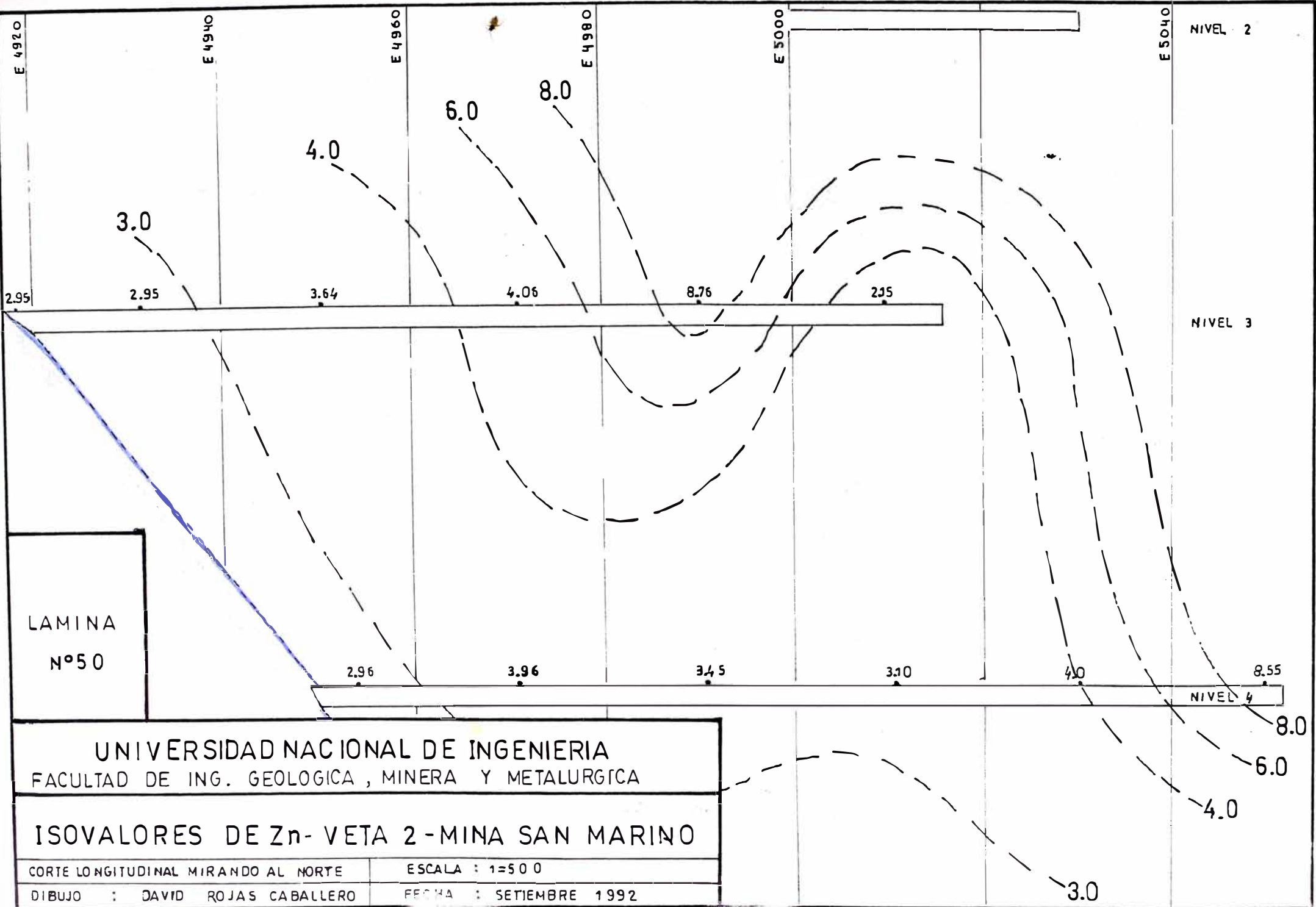
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA , MINERA Y METALURGICA

LAMINA

PREPARADO POR : DAVID ROJAS CABALLERO

Nº45

FECHA: SETIEMBRE 1992



LAMINA
Nº 50

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE ING. GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA

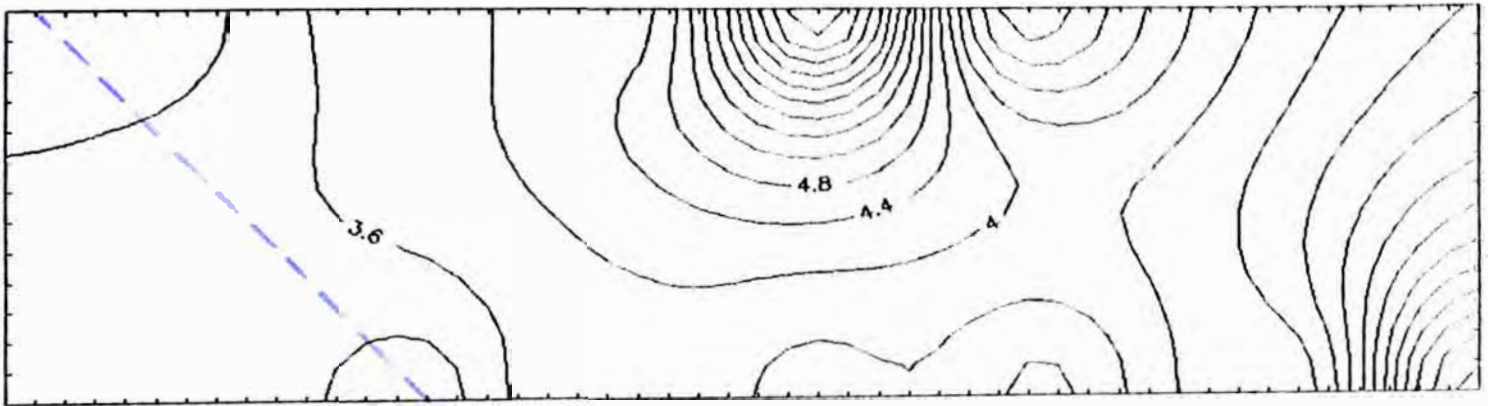
ISOVALORES DE Zn- VETA 2 -MINA SAN MARINO

CORTE LONGITUDINAL MIRANDO AL NORTE

ESCALA : 1=500

DIBUJO : DAVID ROJAS CABALLERO

FECHA : SETIEMBRE 1992



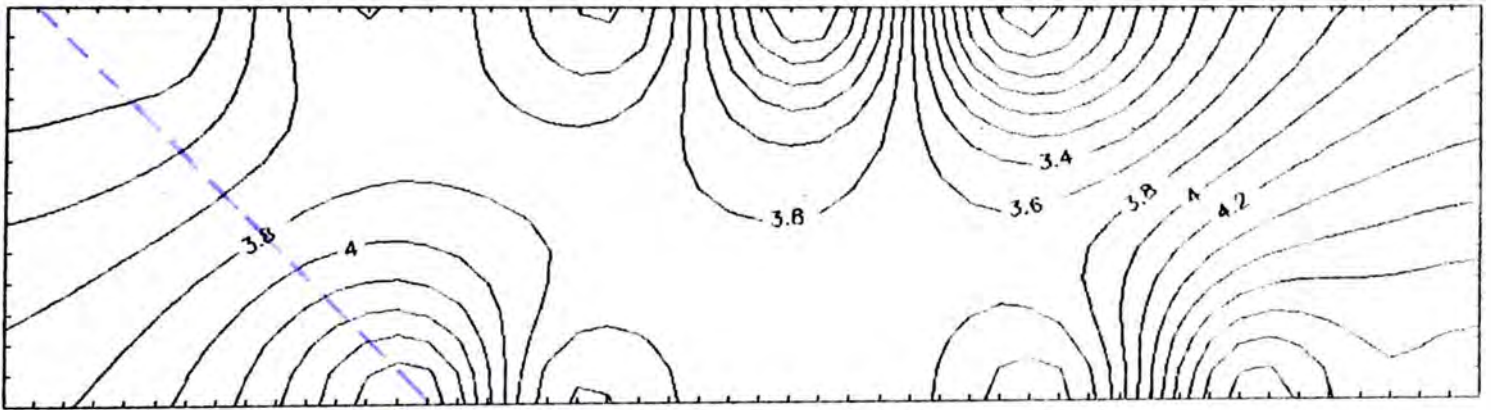
ISOVALORES DE ZINCV-VETA 2-F.I.G.M.N.-D.R.C.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA

LAMINA
Nº51

PREPARADO POR : DAVID ROJAS CABALLERO

FECHA: SETIEMBRE 1992



ISOVALORES DE PLATA-VETA2-F.I.G.M.M.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA , MINERA Y METALURGICA

LAMINA

PREPARADO POR : DAVID ROJAS CABALLERO

Nº 53

FECHA: SETIEMBRE 1992

anticlinal se tienen los menores valores que varían hacia la parte externa de 3.6 onzas Ag/TC a 4.0 onzas Ag/TC. En el Nivel 2 la ley de Ag se incrementa respecto al Nivel 3. Del eje del anticlinal al contacto referido la ley de Ag se incrementa tanto en el nivel 3 como en el nivel 4, cortandose bruscamente en dicho contacto. Del eje del anticlinal hacia el Este los valores también se incrementan.

VETA 3.-

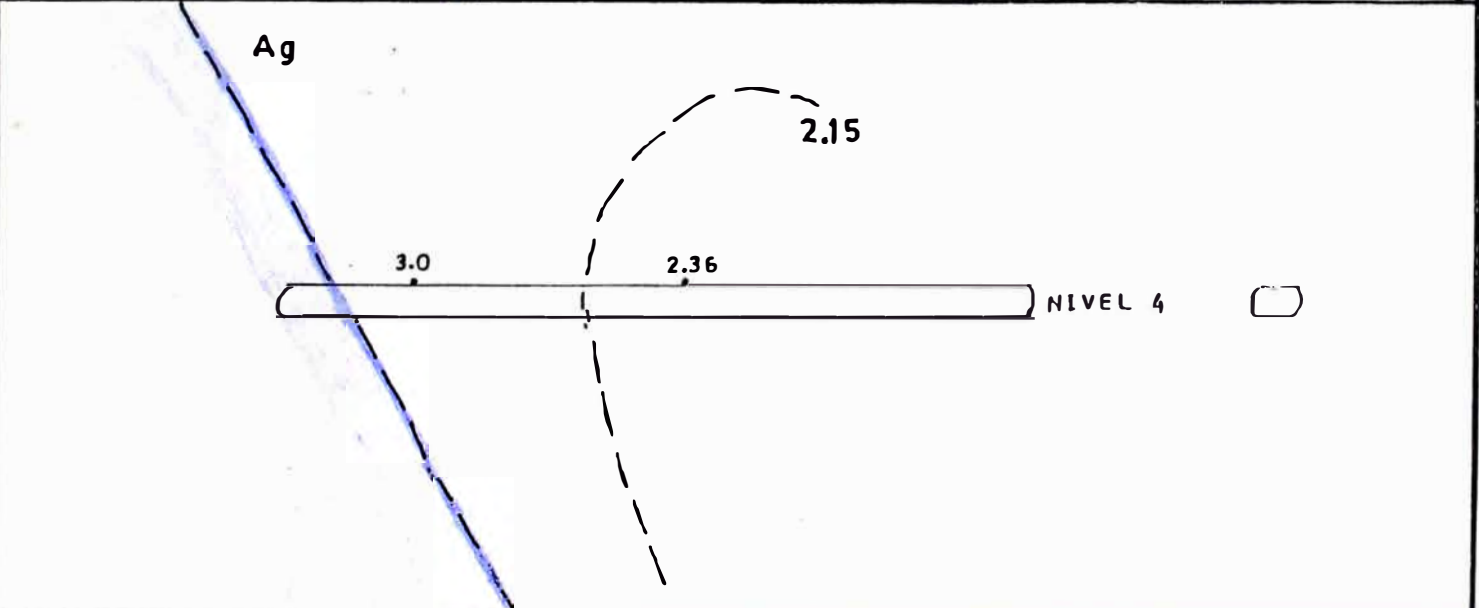
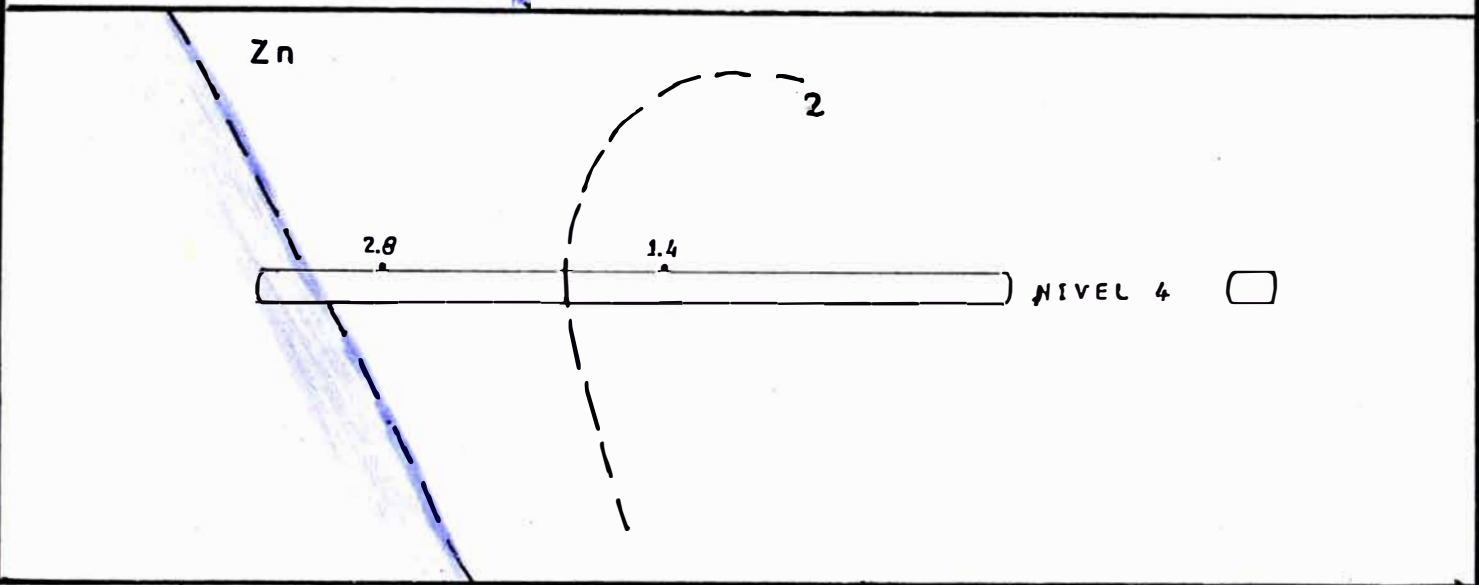
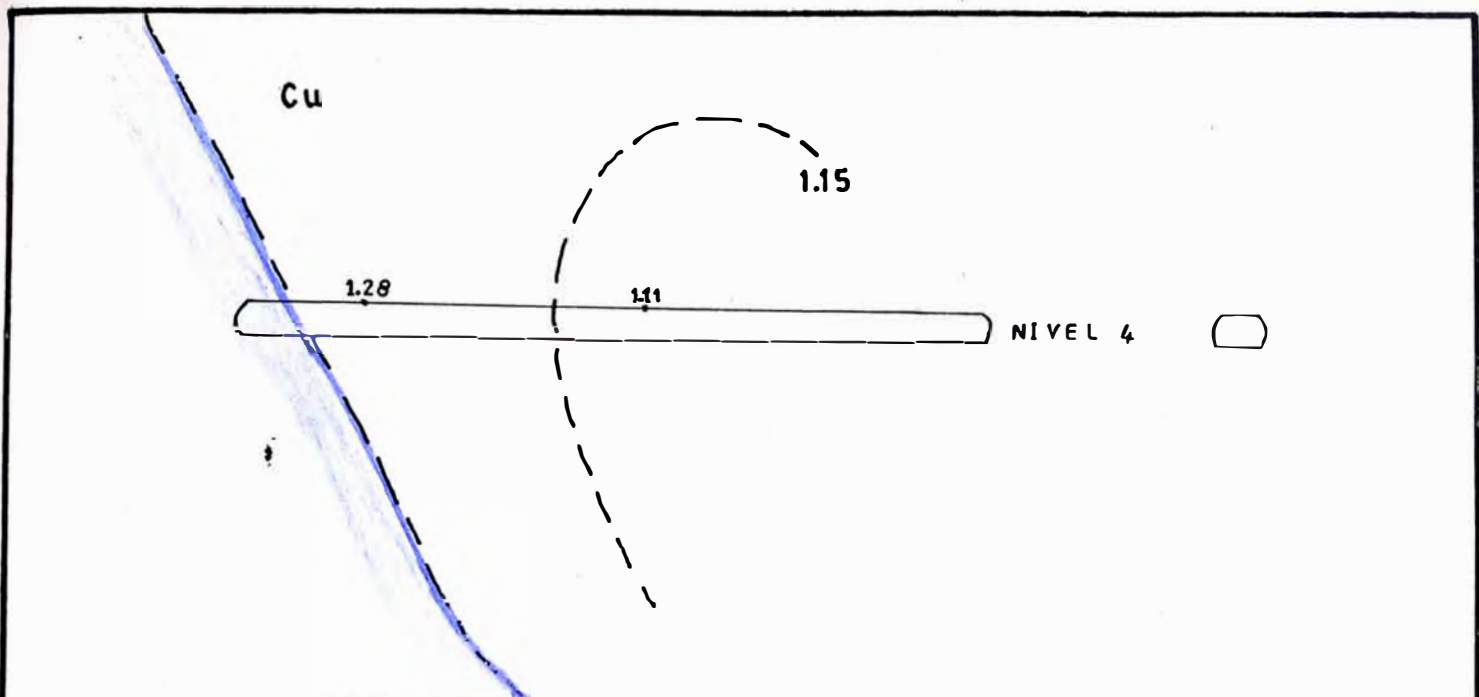
Isovalores de Cobre.- (LAMINA Nº 54)

Es una veta que tiene una incipiente exploración los isovalores de Cu están formando un anticlinal, donde cerca al eje el valor es menor a 1.11 % Cu y hacia el contacto de la caliza con el exo-skarn la ley de Cu se incrementa a 1.28% Cu.

Hacia los niveles superiores la ley de Cu se incrementará; si bien este núcleo de baja ley bajara a niveles debajo del Nivel 4, en los flancos de este anticlinal los valores de Cu se incrementarán.

Isovalores de Zinc.- (LAMINA Nº 54)

Con la incipiente exploración, los isovalores de Zn están formando un anticlinal, donde hacia el eje se tienen los menores valores a 1.4% Zn y hacia el contacto de las calizas con el exo-skarn los valores se incrementan a 2.8% Zn. A los niveles superiores del Nivel 4 los valores se incrementarán, como hacia los flancos de este anticlinal.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE ING. GEOLOGICA , MINERA Y METALURGICA		LAMINA Nº 54
ISOVALORES DE Cu-Zn-Ag - VETA 3 - SAN MARINO		
CORTE LONGITUDINAL MIRANDO AL NORTE	ESCALA : 1=500	
DIBUJO DAVID ROJAS CABALLERO	FECHA SETIEMBRE 1992	

Isovalores de Plata.- (LAMINA N° 54)

Con la incipiente exploración, los isovalores de Ag están formando un anticlinal, donde hacia el eje se tienen los menores valores a 2.36 onzas/TC de Ag y hacia el contacto de las calizas con el exo-skarn se incrementan a 3.0 onzas/TC de Ag.

A los niveles superiores del Nivel 4 los valores se incrementarán, como hacia los flancos de este anticlinal.

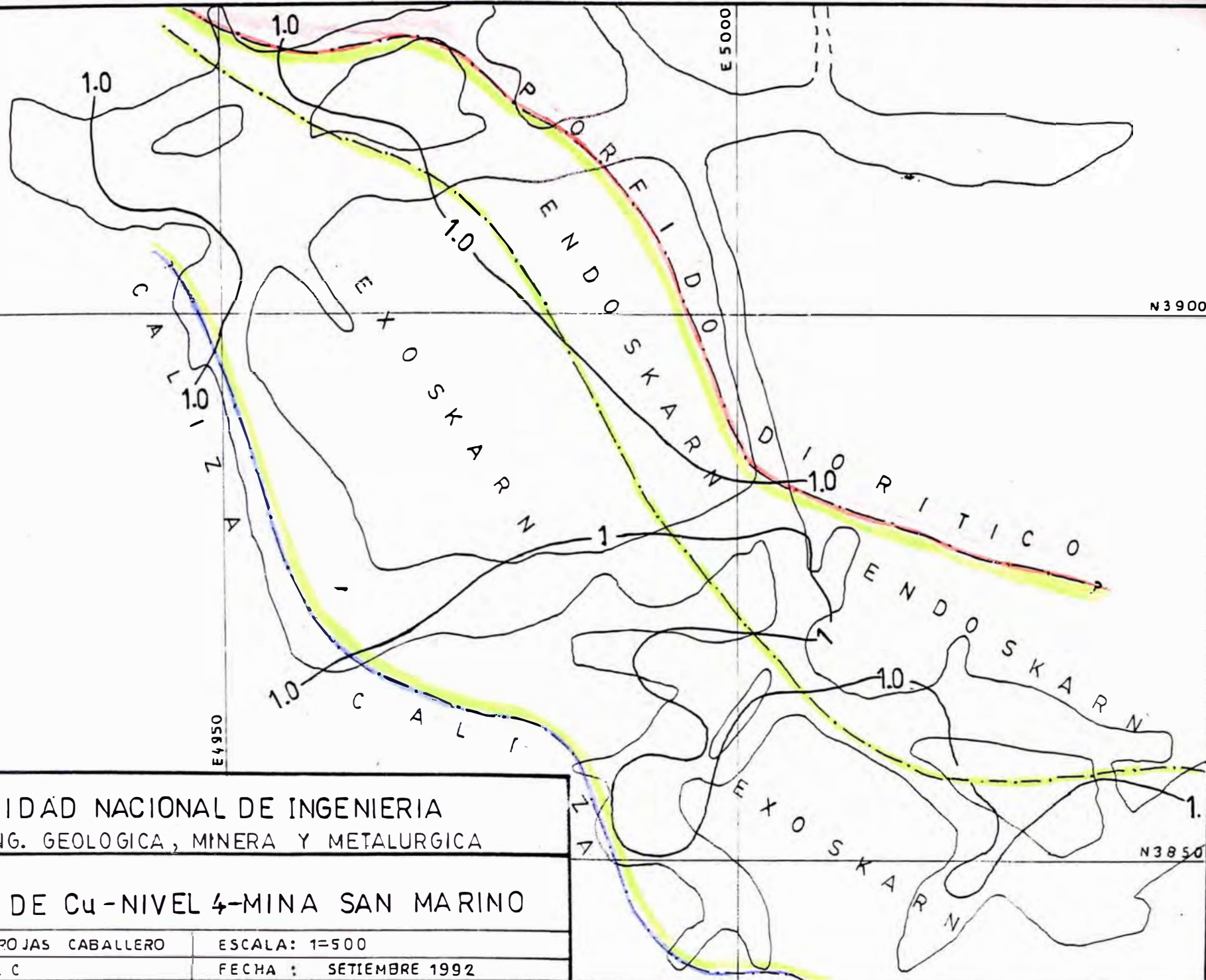
NIVEL 4.**Isovalores de Cobre.-** (LAMINA N° 55)

En el dibujo observamos el contacto de la caliza con el exo-skarn, el contacto del exo-skarn con el endo-skarn y el contacto del endo-skarn con el pórfido diorítico.

Se observa una franja sobre 1% de Cu, el límite de 1% de Cu cerca al contacto de la caliza con el exo-skarn entre la veta 1 y la veta 2, este valor coincide con el contacto. Cerca a la veta 2 aproximadamente coincide con el contacto del exo-skarn con el endo-skarn.

El límite de 1% de Cu, alejado del contacto de la caliza con el exo-skarn, entre la veta 1 y la veta 2 coincide con el contacto del exo-skarn y el endo-skarn. En la veta 2 aproximadamente coincide con el contacto del endo-skarn y el pórfido diorítico.

En otras palabras está franja de mayor ley en la veta 1 se acerca al contacto de la caliza con el exo-



LAMINA
Nº 55

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE ING. GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA

ISOVALORES DE Cu - NIVEL 4 - MINA SAN MARINO

GEOLOGIA : DAVID POJAS CABALLERO

ESCALA : 1=500

DIBUJO : D . R . C

FECHA : SETIEMBRE 1992

skarn y en veta 2 esta franja se aleja de dicho contacto.

Isovalores de Zinc.- (LAMINA N° 56)

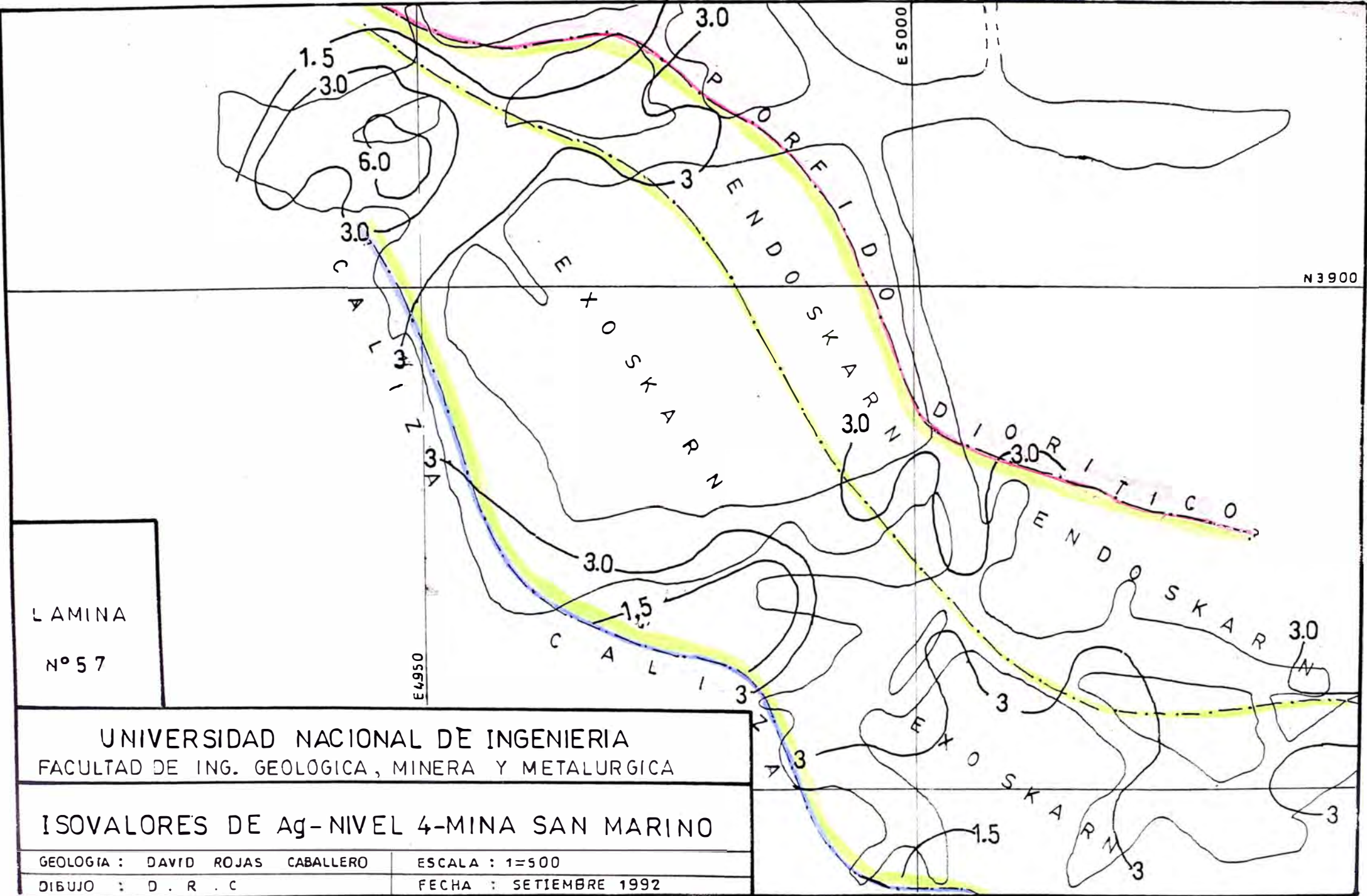
Se ha delimitado áreas de 2% de Zn. En la veta 1 las áreas sobre el 2% es pequeño, entre las vetas 1 y 2 se tiene un área bien delimitada y constante que se prolonga a la veta 2, uno de los bordes coincide con el contacto de la caliza y el exo-skarn y el otro borde se halla en el endo-skarn.

Isovalores de Plata.- (LAMINA N° 57)

Se tiene una franja de 3 onzas/TC. Entre la veta 1 y la veta 2 la franja se acerca al contacto de la caliza y el exo-skarn. En la veta 1 hay un clavo cerca al contacto referido y la franja alejado de ello. En la veta 2 la franja se aleja del contacto referido. Aproximadamente los isovalores de Cu y de Ag coinciden horizontalmente en este nivel.

****Comparando los isovalores de Zn con los isovalores de Cu y Ag, se observa que cerca a la veta 1 la cantidad de Zn es menor; la cantidad de Zn es mayor cerca a la veta 2. En la franja de 2%, el borde SW coincide con el contacto; el Cu y la Ag en dicho borde están ligeramente alejados del contacto referido.**

De lo expresado se concluye que la mineralización se halla entre el exo-skarn y el endo-skarn y hacia la veta 2 se tiene mayor proporción de Zn.



LAMINA
Nº 57

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE ING. GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA

ISOVALORES DE Ag - NIVEL 4 - MINA SAN MARINO

GEOLOGIA : DAVID ROJAS CABALLERO	ESCALA : 1=500
DIBUJO : D . R . C	FECHA : SETIEMBRE 1992

NIVEL 3.**Isovalores de Cobre.- (LAMINA N° 58)**

Se halla los valores de 1% Cu y sobre 1% Cu en una franja que está entre el contacto de la caliza con el exo-skarn y el contacto del endo-skarn con el pórfido diorítico, al N de la veta 2.

Los valores sobre el 2% y 3% de Cu se tienen en la veta 1 en el endo-skarn.

Valores de 2% y 3% de Cu sólo se halla cerca a la veta 1 y no así en la veta 2. Es decir la veta 1 tiene más cobre en el Nivel 3.

Isovalores de Zinc.- (LAMINA N° 59)

Desde el contacto de la caliza con el exo-skarn hasta el pórfido diorítico, las leyes se incrementarán de 2%, 3% y 5%.

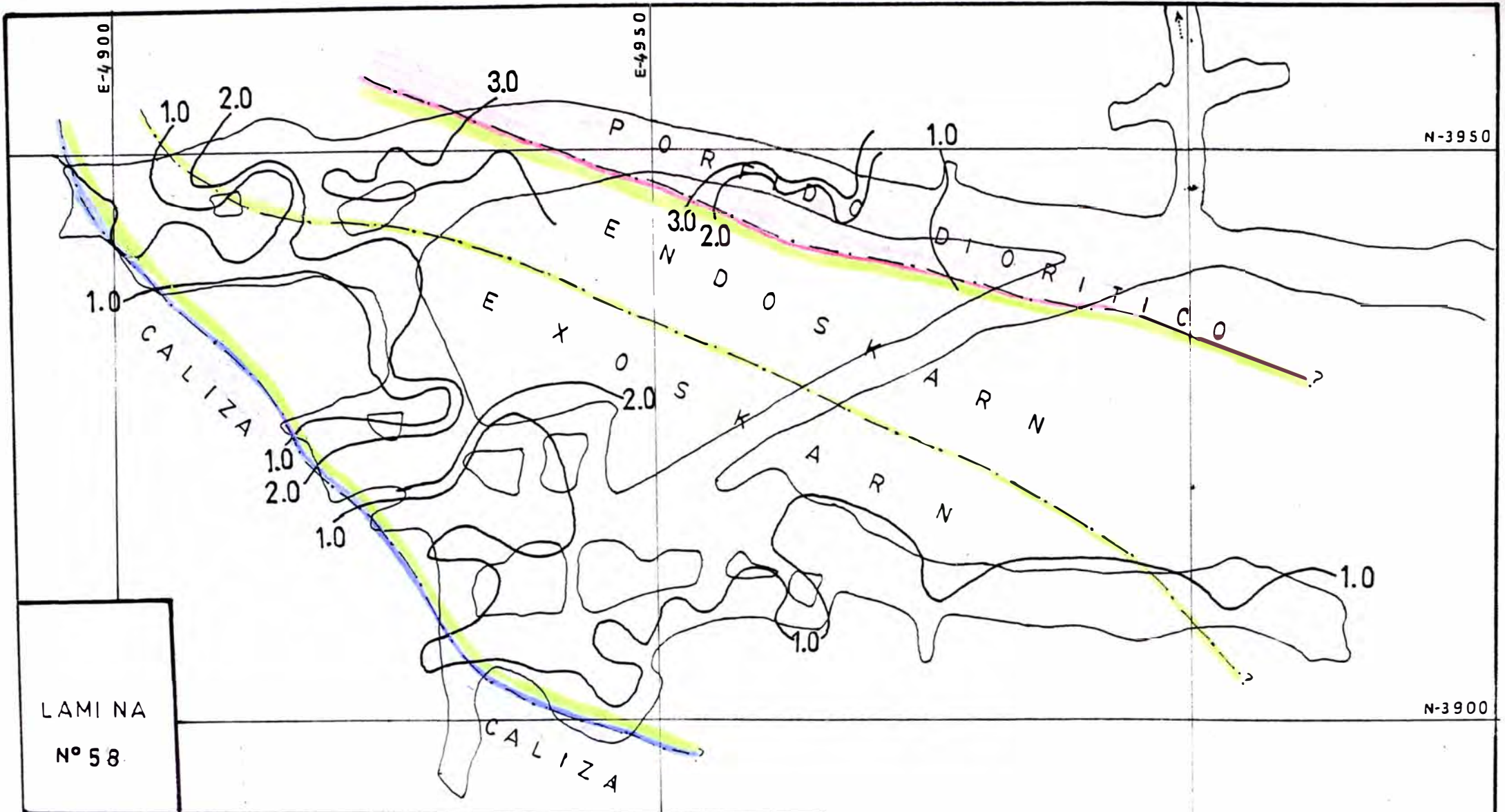
La franja de 5% es el de mayor ley, alejándose del contacto más allá de la franja de 5% la ley decrece al 3% y 2%.

En la veta 1 la franja del 5% está en el pórfido diorítico y en la veta 2 está en el exo-skarn.

Isovalores de Plata.- (LAMINA N° 60)

Cerca al contacto de la caliza con el exo-skarn se tiene 2 onzas de Ag que se corta bruscamente en este contacto. Hay una franja de 4 onzas entre la veta 1 y la veta 2 que no está muy desarrollada y que está delimitada cerca al contacto.

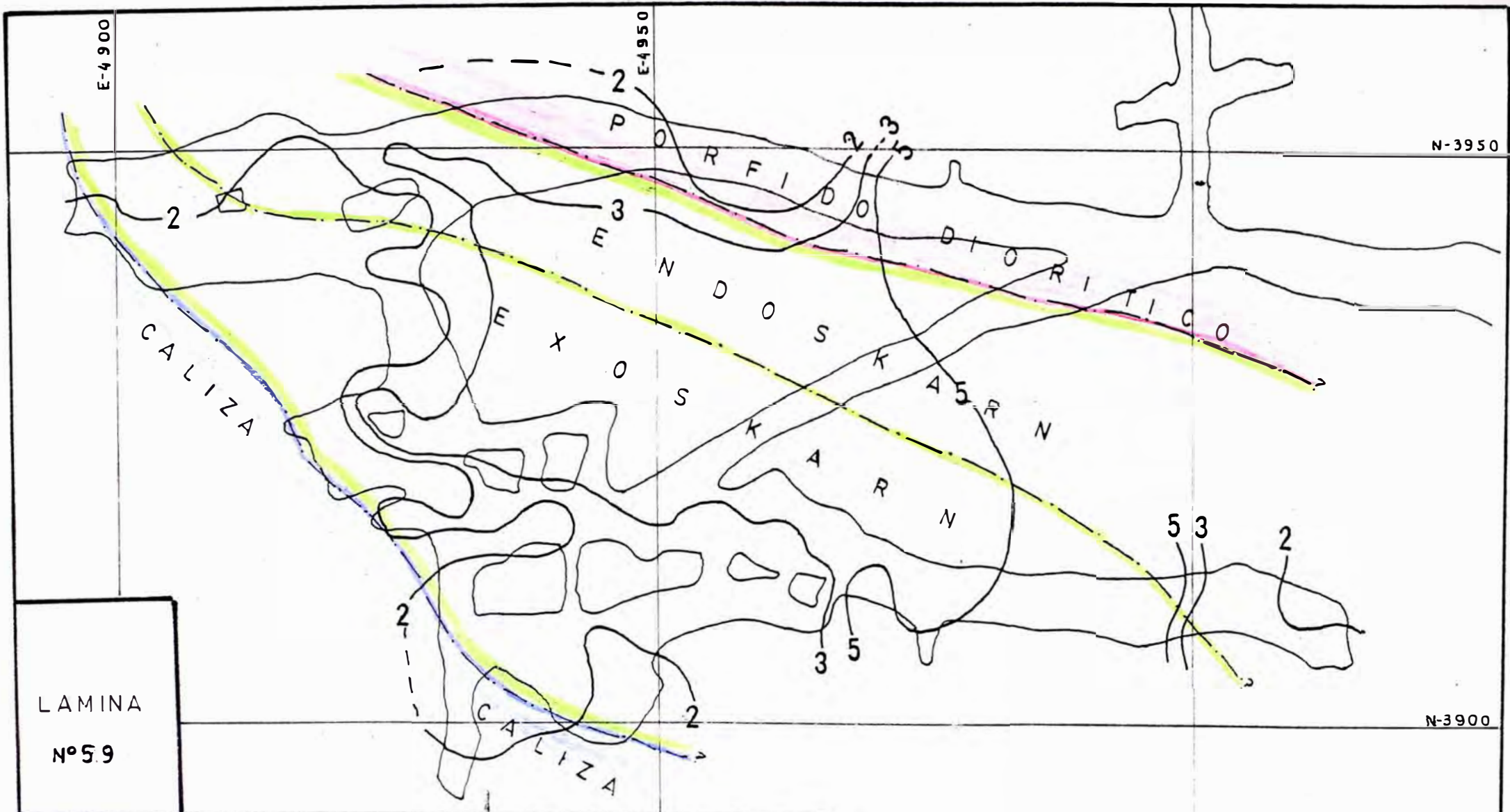
La línea de 4 onzas alejada del contacto no está de-



LAMINA
N° 58.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
FACULTAD DE ING. GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA	
ISOVALORES DE Cu-NIVEL 3-MINA SAN MARINO	
GEOLOGIA : DAVID ROJAS CABALLERO	ESCALA : 1=5 00
DIBUJO : D . R . C	FECHA : SETIEMBRE 1992

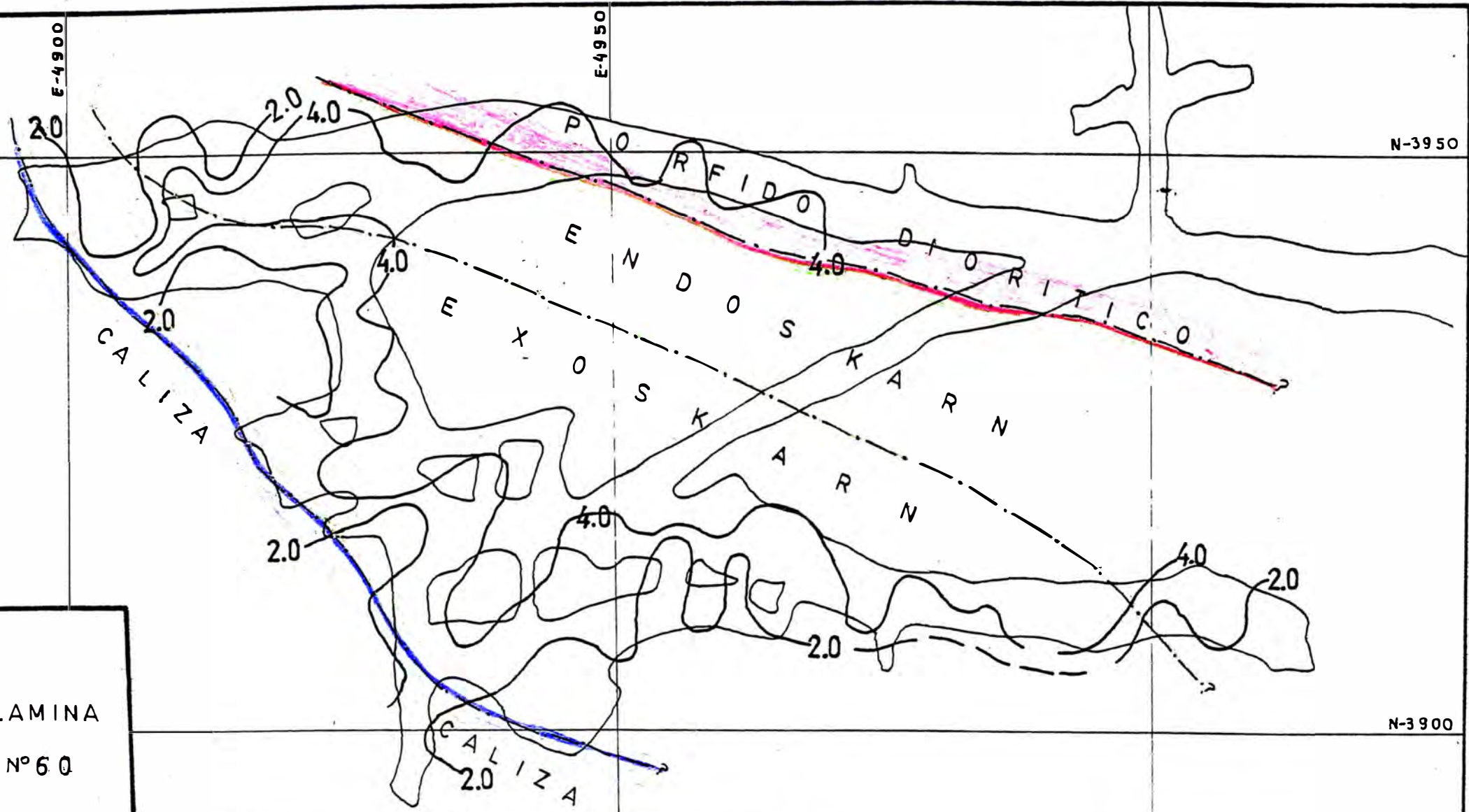
E-5000



LAMINA
Nº 59

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
FACULTAD DE ING. GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA	
ISOVALORES DE Zn-NIVEL 3-MINA SAN MARINO	
GEOLOGIA : DAVID ROJAS CABALLERO	ESCALA : 1=500
DIBUJO : D . R . C	FECHA : SEPTIEMBRE 1992

E-5000



LAMINA
Nº 60

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE ING. GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA

ISOVALORES DE Ag - NIVEL 3 - MINA SAN MARINO

GEOLOGIA : DAVID ROJAS CABALLERO	ESCALA : 1=500
DIBUJO : D . R . C	FECHA : SETIEMBRE 1992

E-5000

lineada completamente.

La franja de 4 onzas se halla en el exo-skarn y en el endo-skarn.

IV.7.2 Interpretación de los Isovalores.

El estudio estadístico de estos isovalores nos revela que debajo del Nivel 4 las leyes de Cu - Zn - Ag decrecen y sobre este nivel dichas leyes se incrementan.

En otras palabras debajo de los 2720 m.s.n.m. el Yacimiento no profundiza.

Los mayores valores de Cu - Zn - Ag en el Nivel 4 están en mayor proporción en el exo-skarn. En el Nivel 3 hay valores en el endo-skarn y exo-skarn; si bien el flujo mineralizante es concordante con el contacto con la caliza es ligeramente más parado.

El flujo inicial se halla en el eje del anticlinal, donde los mayores valores están en el flanco en contacto con la caliza explotable y cerca al intrusivo que es angosto y no explotable.

Se deduce que el foco de la mineralización se inicia debajo del Nivel 4, desplazándose hacia el Nivel 1.

La diferencia de cotas entre el Nivel 1 y Nivel 4 es de 110 metros.

IV.8 Zonamiento.

Consiste en la secuencia deposicional de los minerales en el espacio, que en la zona de estudio ha sido

conveniente dividirlo en dos clases.

IV.8.1 Zonamiento Local.-

Està caracterizado por los cambios de la mineralización dentro de un cuerpo mineral único.

Localmente, en sentido horizontal hay una franja de mayores leyes de Cu - Zn - Ag , prácticamente superpuestas. Esta franja es concordante al contacto del exo-skarn con la caliza y se halla entre la veta 1, veta 2 y la veta 3. Es decir según el contacto referido se halla entre la vetas 1 y la veta 3.

Hacia el Norte de la veta 1 y hacia el Sur de la veta 3 esta franja se cierra.

Podrá repetirse la misma ocurrencia de mineralización cuando el exo-skarn y endo-skarn sean cortados por otras vetas.

Según los estudios a niveles superiores aumenta el Cu, el Zn y la Ag. Con toda seguridad a cotas mayores hubo un horizonte con mejores leyes que se conoce como frente de máxima ley. A mayor cota de este frente la ley decrece y que no lo observamos por que hubo una gran erosión en la zona, que fuè tan intensa que se erosionò el frente final de deposición, el tramo comprendido entre el frente final y el frente de máxima ley y parte del frente de máxima ley.

IV.8.2 Zonamiento Distrital.-

Està caracterizado por mostrar un zonado por las minas estrechamente agrupadas.

Distritalmente hay un zonamiento en el distrito minero Viso-Aruri en donde se halla el Yacimiento de San Marino. Expresamos que San Marino es catatermal y los otros Yacimientos que lo rodean son epitermales a mesotermiales inferiores, polimetàlicos y de plata.

Si proyectamos nuestras observaciones a Millotingo, Pacococha y Chanape veremos que no son Yacimientos de Skarn y catatermales.

El Yacimiento de San Marino es de menor cota respecto a los otros Yacimientos y podríamos por lo tanto expresar que una de las razones de su mayor temperatura sea su mayor profundidad de ocurrencia.

CAPITULO V - GEOLOGIA MINERA

- 1.- CONTROLES Y GUIAS DE MINE-
RALIZACION.**
- 2.- GENESIS DEL YACIMIENTO.**
- 3.- TIPO DE YACIMIENTO.**
- 4.- YACIMIENTOS SIMILARES.**
- 5.- RESERVA MINERAL.**

CAPITULO V

V GEOLOGIA MINERA.

V.1 Controles y Guías de Mineralización.

Los tipos de controles existentes pueden ser divididos en lo siguiente: físicos y químicos.

V.1.1 Controles Físicos.- Son aquellos que como su nombre lo indica los que guían al geólogo al reconocimiento superficial de las estructuras.

En el Yacimiento San Marino dentro de estos controles podemos diferenciar los siguientes:

V.1.1.1 Control Fisiográfico: El yacimiento fisiográficamente pasa desapercibido, es así como muchas compañías que operan cerca a la mina no le dieron mucha importancia. El flanco sur del río Viso ofrece toda la geología que no es muy espectacular, más al sur y en la parte alta está cubierto por material cuaternario que no permite ver las posibilidades del yacimiento.

V.1.1.2 Controles Litológicos: Definitivamente los cuerpos mineralizados polimetálicos se hallan en el endo-skarn y en el exo-skarn. En la caliza a veces algunos vestigios de mineralización de plomo. En el pórfido diorítico se proyecta la franja de fractura a manera de "veta" con menores leyes de Cu, Zn, Ag, conservando su alta temperatura catatermal.

Las posibilidades de este yacimiento pueden estar hacia el sur por la continuación de la caliza, el pórfido diorítico sub-volcánico y la franja del endo-skarn, exo-skarn.

V.1.1.3 Controles Estructurales: Estructuralmente la intersección del endoskarn y el exo-skarn con fracturas pre-minerales es un control estructural muy importante.

En el levantamiento geológico superficial se han ubicado una serie de vetas que no se hallaban en el plano geológico de J.Pastor-Benavides, esto puede indicarnos que hacia el sur pueden haber otras zonas de cuerpos mineralizados.

V.1.2 Controles Químicos.- Los controles químicos son las relaciones mineralógicas en un yacimiento, es decir que minerales son químicamente afines con otros en su deposición.

V.1.2.1 Controles Mineralógicos: El cuerpo mineralizado y algunas vetas en el pórfido diorítico, hasta una profundidad de 20m. sufren el fenómeno de la lixiviación y oxidación con un incremento de las leyes de Cu, Zn, Ag.

En los sulfuros inmediatamente inferior a la zona de óxidos hay un enriquecimiento secundario de Cu, Zn y Ag, con mayor incremento de sus leyes. A mayor profundidad después de la zona de sulfuros primarios las leyes decrecerán paulatinamente.

Por lo tanto, se tiene como guías mineralógicas superficiales de la presencia del skarn polimetálico a la franja del endo-skarn y exo-skarn, con una cierta limonitización.

V.2 Génesis del Yacimiento.

Los depósitos de skarn son las primeras fuentes en el mundo del tungsteno; mayores fuentes de cobre; importantes fuentes de fierro, molibdeno y zinc; menores fuentes de cobalto, oro, plata, plomo, bismuto, estaño, berilio y boro. También sirven como fuente de minerales industriales como el grafito, asbesto, wollastonita, magnesita, flogopita, talco y fluhorita.

Los depósitos en skarn son clasificados en base al metal económico dominante en 6 subclases generales: Fe, W, Cu, Zn-Pb, Mo y Sn. Variaciones del contenido metálico y mineralógico dentro de estas clases estará en función del tipo de magma y de los fluidos metasomáticos como fuente, ambiente de emplazamiento y composición de la roca encajonante. (TABLA N° 3 y N° 4)

El Skarn es una ganga irregular de minerales calcosilicatos ricos en Ca-Fe-Mg-Al y Mn; formados a partir de rocas carbonatadas por interacción hidrotermal con rocas ígneas. No obstante de su asociación con minerales económicos que se han formado por reemplazamiento de las rocas originales, incluyen los siguientes procesos:

1.- Recristalización metamórfica de las calizas arcí-

TABLA N° 3 COMPARACION DE LOS TIPOS DE SKARN

TIPO	Calc. Cu	Calc. Zn-Pb	Calc. Fe	Magnesian Fe
Abundancia Relativa	Abundante	Abundante	Abundante	Abundante
Tamaño mas conocido (millones de toneladas)	Twin Buttes Arizona 500 m.t. 0.8% Cu	Neica Mexico 10 m.t. 10%Zn-13%Pb 13 oz/tn Ag	Sarbai USSR 725 m.t. 47% Fe	Sherogesh USSR 35% Fe
Tamaño típico	1-100 m.t.	0.2-3 m.t.	5-200 m.t.	5-100 m.t.
Ley promedio	2% Cu m.s. 1% Cu o.p.	9%Zn-6%Pb 5 oz/tn Ag	40% Fe	40% Fe
Metales asociados (metales menores)	Cu, Mo (W, Zn)	Zn, Pb, Ag (Cu, W)	Fe (Cu, Co, Au)	Fe (Cu, Zn)
Ambiente Tectónico	Margen Continental, sin-orogènesis a postorogènia.	Margen Continental, sinorogènesis a postorogènia.	Arco de islas oceànico margen continental rift.	Margen Consinorogènesis.
Rocas ígneas asociadas: Intrusivos	Granodiorita a cuarzo monzonita. Raro Monzonita.	Granodiorita a Granito, Diorita a Sienita	Gabro a Sienita, mas Diorita, algo de Diabasa.	Granodiorita a Granito.
Volcánicos	Comùn Andesita.	Ausente	Basalto-Andesita.	Ausente.
Textura del Intrusivo.	Grano medio a afanítico. Porfirítico.	Grano grueso a afanítico. Equigranular a porfirítico.	Grano medio a fino. Equigranular	Grano medio a fino Equigranular.
Morfología del Intrusivo.	Stocks, diques	Grandes stocks, diques.	Grandes y pequeños stocks diques.	Pequeños stocks, diques, sills.
Alteración del Intrusivo.	In- Silicatos-K, sericítica, endoskarn local.	Extenso endo-skarn.	Silicatos-Na Extenso endo skarn.	Meno endo-skarn. Propilitica
Mineralogía: Prograda	Andradita, piroxeno, salitico, wollastonita local.	Andradita, johansenita, piroxeno, bustamita, local idiocrasa.	Granate, salilite, ferrosalite, epidota magnetita.	Forsterita, calcita, espinela, diopsido, magnetita.
Retrograda	Actinolita, clorita, montmorillonita.	Actinolita-Mn, epidota, clorita.	Anfiboles, clorita.	Anfiboles, humita, serentina.
Ore Mineral	Calcopirita, bornita, pirita hematita, magnetita.	Esfalerita, galena, calcopirita, arsenopirita.	Magnetita, (calcopirita, cobaltita, pirrotita).	Magnetita, (pirita, calcopirita, esfalerita, pirrotita).

TABLA N° 4 COMPARACION DE LOS TIPOS DE SKARN

TIPO	Calc. W	Calc. Mo	Calc. Sn	Magnesian Sn
Abundancia Relativa	Abundante	Muy raro	Raro	Raro
Tamaño mas conocido (millones de toneladas)	MacMillen Pass Canada. 63 m.t. 0.95% WO ₃	Little Boulder Creek, Idaho. 0.15% MoS ₂	Moina Tasmania. 30 m.t. 0.15% Sn	?
Tamaño típico Ley promedio	0.1-2 m.t. 0.7% WO ₃	0.1-2 m.t.	0.1-3 m.t.	1 m.t.
Metales asociados (metales menores)	W, Mo, Cu (Zn, Bi)	Mo, W (Cu, Bi, Zn)	Sn, F (Be, W)	Sn, F (Be, B)
Ambiente Tectónico	Margen Continental, sin-orogénia a postorogénia.	Margen Continental, postorogénia.	Margen Continental, última orogénia a postorogénia.	Margen Continental, última orogénia a postorogénia.
Rocas ígneas asociadas: Intrusivos	Cuarzodiorita Cuarzomonzonita. Raramente alaskita.	Cuarzomonzonita a Granito.	Granito	Granito
Volcánicos	Ausente	Ausente	Mayormente ausente	Mayormente ausente.
Textura del Intrusivo.	Grano grueso a medio Porfirítico.	Grano grueso a fino. Equigranular a porfirítico.	Grano grueso a fino. Equigranular porfirítico.	Grano grueso a fino. Equigranular a porfirítico.
Morfología del Intrusivo.	Batolitos	Stocks.	Stocks y Batolitos.	Stocks y Batolitos.
Alteración del Intrusivo.	Endoskarn, local micas, calcita, pirita	Venas de cuarzo Silicatos-K	Greisen	Greisen.
Mineralogía: Prograda	Granate (espartita, almandino), piroxenos, idiocrasa wollastonita.	Hedenbergita, piroxeno, granate, cuarzo.	Malayita, danburita, datolita, grandita, idiocrasa	Espinela, forsterita, flogopita, magnetita, humita.
Retrograda	Hornblenda, biotita, plagioclasa, epidota.	Anfibolita, clorita,	Anfiboles, clorita, mica turmalina, fluhorita.	Casiterita, fluhorita, magnetita, micas.
Ore Mineral	Schelita, molibdenita, pirita, calcopirita, pirrotita	Molibdenita, schelita, bismutina, pirita, calcopirita.	Casiterita, arsenopirita, pirotita).	Casiterita, (arsenopirita, pirrotita, estanita, esfalerita.)

Abreviaciones para la Tabla N° 3 y para la Tabla N° 4 :

m.t.= millones de toneladas, m.s.= minería subterrá-
o.p.= minería a cielo abierto. nea.

llosas o rocas carbonatadas silíceas ricos en me-
tales (marmol).

- 2.- Cambios locales de componentes entre diferentes litologías durante el metamorfismo regional de alto grado o de un metamorfismo de contacto por procesos de difusión.
- 3.- Cambios locales a altas temperaturas de componentes entre magmas y rocas carbonatadas.
- 4.- Transferencia a gran escala de componentes sobre un amplio rango de temperatura; entre fluidos hidrotermales y predominantemente rocas carbonatadas

**Por lo tanto, los campos de observación y estudios sugieren que principalmente las variaciones en tamaño, textura y mineralogía del skarn es un patrón común de tres procesos principales:

- a).- Metamorfismo inicial.
- b).- Metasomatismo.
- c).- Alteración retrógrada como consecuencia de la declinación de la temperatura.

**En el caso del Yacimiento San Marino, que tiene una morfología irregular, se ha formado en el contacto entre las calizas gris azulado de la Formación Jumasha

con el pórfido diorítico sub-volcánico, originando un endo-skarn (skarn en el pórfido diorítico sub-volcánico) y un exo-skarn (skarn en la caliza). LAMINA N° 61

Ademas se han observado las siguientes características

1.- Metamorfismo de las rocas calcareas con cambio a recristalización o marmolización (límite externo del skarn).

2.- Metasomatismo o generación del skarn:

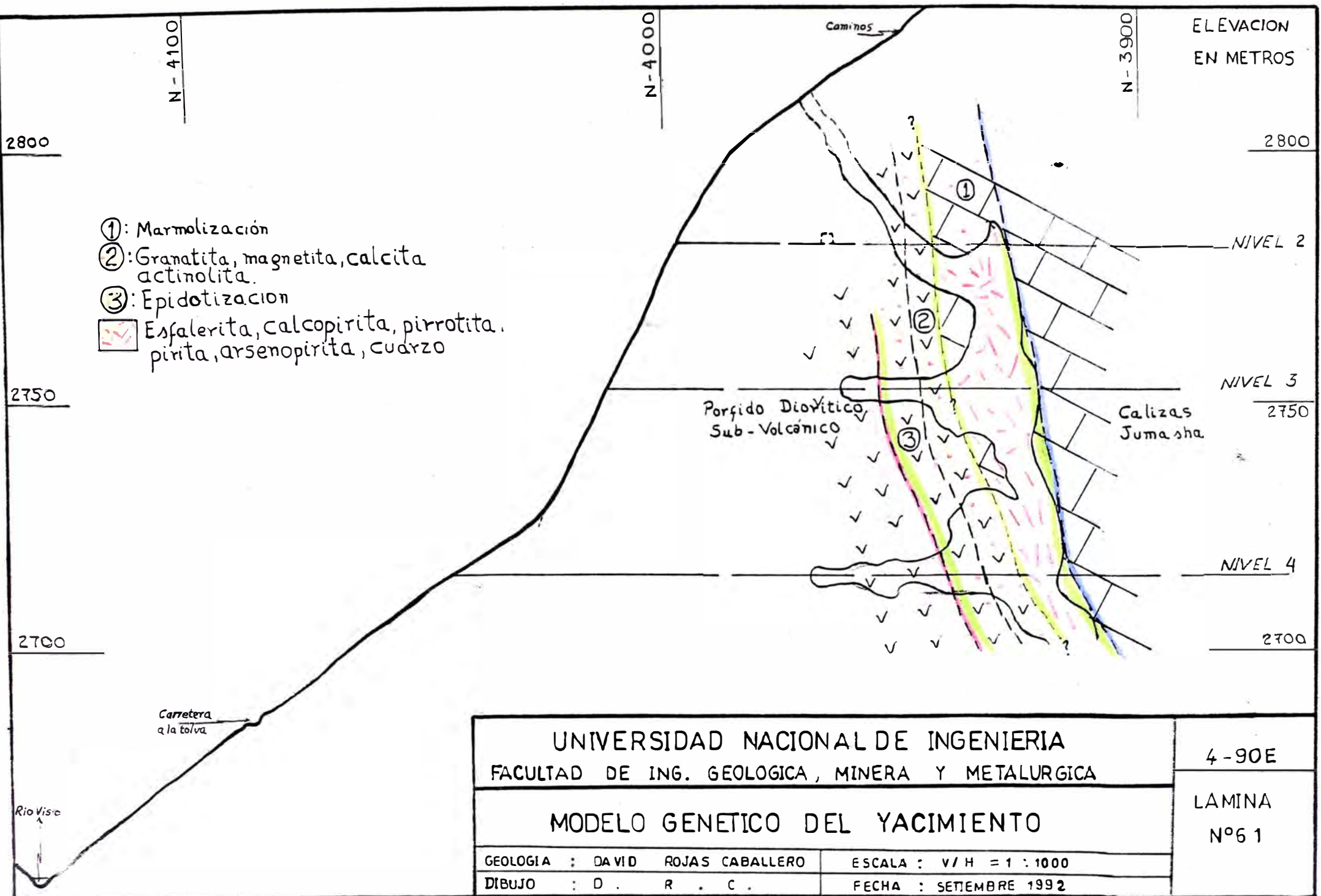
- Exo-skarn con predominio de granatita (andradita) en el borde Oeste del yacimiento.

- Endo-skarn con predominio de la epidota y mínima proporción de granates a la parte Este del yacimiento y una intensa silicificación del pórfido diorítico sub-volcánico. Rango de la temperatura aproximada de 400°C a 600°C.

3.- Posterior a la formación del skarn hubo un fracturamiento (fallamiento) de rumbo N53°E - N66°E y 57° a 70° SE de buzamiento.

4.- Luego se produjo la mineralización como relleno del cuerpo y de las vetas en un ambiente hidrotermal de alcance catatermal, con óxidos y sulfuros. Así tenemos la presencia importante de magnetita reemplazando de preferencia a la granatita en la cercanía con la caliza marmolizada, previo a la inyección de pirrotita y cuarzo con las fases de calcopirita, esfalerita ferrífera. Otras gangas pirita, arsenopirita y calcita.

Hacia los bordes orientales se observa algo de ga-



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE ING. GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA

MODELO GENETICO DEL YACIMIENTO

GEOLOGIA : DAVID ROJAS CABALLERO
 DIBUJO : D. R. C.

ESCALA : V/H = 1 : 1000
 FECHA : SETEMBRE 1992

4-90E
 LAMINA
 Nº 6 1

lena y mayor presencia de pirita.

5.- Finalmente un estadio hidrotermal tardío con presencia de actinolita y cuarzo cruzando el skarn.

V.3 Tipo de Yacimiento.

De acuerdo a las características observadas San Marino es un YACIMIENTO TIPO SKARN POLIMETALICO; con una mineralización hipògena primario mayormente, secundario cerca a la superficie; epigenética de alta temperatura y en cuerpos de forma irregular.

San Marino es un yacimiento con un aspecto peculiar propio ya que el intrusivo causante del metamorfismo de contacto no es un intrusivo equigranular, si no un pòrfido sub-volcànico diorítico-andesítico.

Superpuesto en parte al yacimiento tipo skarn se ha sobrepuesto una mineralización filoniana posterior.

Es un yacimiento polimetàlico de Zn-Cu, en menor proporción Ag-Pb y el oro detectable en poca cantidad en los concentrados.

V.4 Yacimientos Similares.

La deformación sufrida en la zona minera de la Provincia de Huarochiri debido principalmente a la intensa actividad magmática ha dado como resultado fallamientos en bloque e intrusiones de diversas profundidades. La acción de estos cuerpos ante la presencia de rocas calcàreas ha generado un buen número de yacimientos considerados depòsitos hidrotermales de alta temperatura, en SKARN.

Dos son las formaciones más favorables para la generación de estos yacimientos; la Formación Santa del Cretáceo Inferior y Formación Jumasha del Cretáceo Superior (Según W.Zimmernink y R.Baca- 1982).

Entre los principales yacimientos tenemos a:

ZONA	DEPOSITO EN SKARN O ASOCIADOS A LA ESTRATIFICACION.
Poderosa	Poderosa (Volcánico - Fm. Jumasha)
Felicidad	Felicidad (Granodiorita - Fm. Santa) Huanchurina (Fm. Chimú-Santa)
Sangrar	Heroica-Canteffa (Diorita - Fm. Jumasha)
Matucana - Viso	Dos Paisanos (Intrusiones hipabisales dacíticas - Fm. Jumasha)
San Mateo	Monterrey (Volcánico - Fm. Jumasha)

Los yacimientos tipo Skarn polimetálicos se hallan principalmente en la franja Sedimentaria Mesozoica en Morococha y otros distritos mineros. En cambio el Yacimiento San Marino se ubica en la franja Volcánica Terciaria.

A diferencia de los otros yacimientos de skarn, San Marino tiene un intrusivo sub-volcánico de granulometría más fina.

El otro aspecto peculiar es su temperatura de metalización que se produjo a una temperatura equivalente a

la catatermal(300°- 500°), mientras que en los otros yacimientos la temperatura es menor, mesotermal mayormente como en Raura, Milpo etc.

V.5 Reserva Mineral.

El cálculo de reservas del Yacimiento San Marino fuè realizado por J. Pastor, para el cuàl despuès de haber verificado dichos càculos, estoy de acuerdo en el tonelaje estipulado en dicha cubicaciòn.

Este càculo se ha basado principalmente en la geología y ensayos de las labores mineras principales del Nivel 3 y del Nivel 4. No se ha tenido informaciòn de leyes del Nivel 2, ni el levantamiento topogràfico de las chimeneas y tajos. Por lo tanto se ha adaptado el mètodo de càculo a los elementos disponibles y a las condiciones de la operaciòn actual.

Para facilitar el uso y control del presente càculo, el cuerpo de mena en general ha sido dividido en los cuerpos menores conocidos como "vetas" y èstos a su vez, en cuadrilàteros trapezoidales delimitados por líneas paralelas a las coordenadas geogràficas de longitud, cada 200 m., a partir de la coordenada 5000E.

En cuànto a los ensayos, el muestreo està regularmente distribuido dando una relaciòn relativamente proporcional de nùmero de muestras versus àrea de influencia de èstas para cada block.

V.5.1 Tipo de Mena. Se ha determinado los siguientes tipos:

V.5.1.1 Por su Calidad: Debido a la distribución zonal marcada de la mineralización económica de zinc - cobre y de los principales minerales de ganga en el cuerpo mineralizado, en general se podrían distinguir diferentes tipos de mena, pero como el contenido de plata es un factor importante en el valor económico total de la mena, esto hace que consideremos como un solo tipo en cuanto a su calidad.

V.5.1.2 Por su Valor Económico: Se ha considerado a toda la mineralización cuyo valor económico global es mayor que el costo de operación general de la mina, incluyendo algunos valores marginales y locales.

V.5.1.3 Por su Grado de Certeza: La mena ha sido clasificada en probado, probable y prospectivo. Solo las dos primeras forman parte de las reservas del yacimiento.

Probado (Pbo): Cuando la mineralización económica es reconocido en una parte superior, en una parte inferior y en una parte lateral. Es decir, que de las cuatro caras, por lo menos tres se conocen.

Su proyección inclinada, tanto hacia arriba como hacia abajo, es igual a la media de la distancia inclinada promedio entre dos lados conocidos o niveles en este caso específico.

Probable (Pbl): Cuando la mineralización económica continúa inmediatamente adyacente a los blocks de mena

probado siguiendo la inclinación de los cuerpos en dirección al buzamiento, hacia los lados no conocidos. La distancia inclinada de la proyección de los blocks es igual a la de los blocks de mena probado adyacentes *Además se ha considerado como mena probado y probable aquellos que son adyacentes a blocks de igual tipo hacia el lado Oeste hasta el límite mineralógico del cuerpo.

Prospectivo (Pro): Cuando la mineralización económica es estimado. No se conoce su existencia por medio de alguna labor minera, pero se estima que existen en base al mineral probable.

V.5.2 Áreas y Volúmenes. En general, para calcular las áreas y volúmenes de influencia de cada block se ha usado las fórmulas geométricas simples que corresponden a la figura de la base o techo de cada block.

V.5.3 Ley Promedio. Para calcular la ley promedio general de las reservas, primero se calculó la ley promedio aritmética de las muestras que correspondían a cada área básica de influencia de los blocks. Luego se calcularon los promedios ponderados por el tonelaje. Las leyes asumidas para las reservas prospectivas son iguales a las reservas probables respectivas.

V.5.4 Peso Específico. Este valor todavía no ha sido determinado para el yacimiento, por lo tanto se

ha considerado arbitrariamente un factor de tonelaje teórico de 3.0 , similar al que se usa en las minas, cuando no se conoce el peso específico.

V.5.5 Reservas de Mineral del Yacimiento San Marino.

TIPO	T.M.S	%Zn	%Cu	OzAg	Tn Zn	Tn Cu
PROBADO	828,876	3.21	1.46	3.64	26,642	12,111
PROBABLE	350,337	3.42	1.26	3.53	11,992	4,419
TOTAL	1'179,213	3,28	1.40	3.61	38,634	16,530
PROSPECTIVO	579,846	3.44	1.26	3.56	19,672	6,960

V.5.6 Mineral Potencial. El mineral potencial del Yacimiento San Marino, además de las reservas probados, probables y prospectivos ya señalados, está íntimamente relacionada con la geología del yacimiento. Es decir, en estos momentos se necesita un mayor conocimiento geológico que nos permita asumir la existencia del mineral potencial y esto sólo se podrá lograr después de ejecutar un programa de exploración y desarrollo.

CONCLUSIONES.

- 1.- El Yacimiento San Marino está emplazado en la Provincia Polimetálica Sedimentaria del Mesozoico,, enmarcado dentro del área de Yacimientos Polimetálicos de origen hidrotermal de tipo filoniano, de tipo estratiforme y en skarn.
- 2.- El Yacimiento San Marino, por las características geológicas que presenta, se le clasifica como un "Yacimiento Polimetálico en Skarn", probablemente de mediana a alta temperatura.
- 3.- Estratigráficamente el Yacimiento está emplazado en el contacto de las calizas cretácicas de la Formación Jumasha con la rocas subvolcánicas del Terciario Superior y que han sido determinadas como un pórfido diorítico subvolcánico.
- 4.- Estructuralmente la roca subvolcánica sería un stock, que hacia el Oeste esta en contacto con las calizas Jumasha de rumbo N 43° W y 52° NE de buzamiento, formando una franja irregular de skarn.
- 5.- Mineralógicamente es un Yacimiento polimetálico de Zn - Cu - Ag (Pb) y Au en sus concentrados, con una ganga principal de magnetita y granates.
- 6.- La distribución espacial de la mineralización ha determinado un zonamiento de los minerales que va del contacto caliza - subvolcánico hacia el Este. Es así como cerca de este contacto existe una mayor mineralización de cobre (calcopirita) en una ganga de magnetita, pirrotita y pirita; pero si nos alejamos de este contacto hacia el Este la mineralización principal es la esfalerita con algo de galena.

- 7.- La mineralización en la roca pòrfido diorítico subvolcànica se presenta como cuerpos toscamente tabulares que en el Yacimiento se les conoce como la "Veta 1", "Veta 2" y la "Veta 3". En el contacto de estas rocas con la caliza estos cuerpos se fusionan a lo largo de varios metros formando un solo cuerpo irregular que es el "SKARN".
- 8.- Segùn los estudios estadísticos de las curvas isovalòricas de Zn - Cu - Ag, debajo del Nivel 4 (2720 m.s.n.m.) las leyes de Cu - Ag decreceràn y solo en la veta 2, la veta 3 y los cuerpos que se hallan al Sur de la veta 3 tendràn leyes explotables de Zn.
Sobre el Nivel 4 las leyes se incrementarán hacia la superficie.
- 9.- Los estudios geoquímicos nos indican que las posibilidades econòmicas del Yacimiento San Marino se encuentran en los otros cuerpos que estarían ubicados principalmente hacia el Sur en la zona del exoskarn.
- 10.- Las texturas que predominan en el Yacimiento son la de reemplazamiento y la equigranular, de manera subordinada se tiene la textura de relleno.
- 11.- La alteración hipògena típica que se ha determinado es la que corresponde a un metamorfismo de contacto con un endo-sakrn en el pòrfido diorítico subvolcànico y un exo-skarn en las calizas.
- 12.- La alteración supèrgena característica es la oxidación, que en algunas àreas llega hasta el Nivel 2 del Yacimmiento.

- 13.- El control litològic mäs importante para la mineralizaciòn es la franja comprendida entre el exo-skarn y el endo-skarn.
- 14.- El anàlisis espectral cualitativo de multielementos, nos definen rocas con un alto contenido de Si, Al, Fe, Mg, Ca, Na y k, indicàndonos la presencia de feldespatos, granates, oxidos y carbonatos.
- 15.- La correlaciòn existente entre el Zinc y el Cobre es no lineal y segùn el coeficiente de correlaciòn obtenido $r = 0.39$, no existe una buena correlaciòn entre estos dos elementos.
- 16.- Solamente el mapa geoquímico de zinc nos muestra mayormente anomalias concentricas abiertas de dispersiòn secundaria, que nos indican una direcciòn de N 40° W.

RECOMENDACIONES

1.- Realizar un muestreo sistemático de todas las labores actuales en ejecución y ver la posibilidad de iniciar un remuestreo de toda la mina, con la finalidad de poder aplicar los métodos geoestadísticos que nos permitan tener una idea mas real de las reservas del Yacimiento.

2.- Iniciar el desarrollo del siguiente programa de exploración y explotación:

NIVEL	LABOR RECOMENDADA	LARGO	OBJETIVO
1	Crucero de acceso hacia el Sur.	De 10 a 30 m.	Reconocimiento del cuerpo y de la "Veta 2" en la parte mas alta del Yacimiento.
2	Galería hacia el Oeste.	De 20 a 30 m.	Seguir desarrollando el cuerpo mineralizado.
3	Crucero hacia el Sur Este.	De 20 a 30 m.	Desarrollo y reconocimiento del cuerpo a lo largo del contacto.
4	Crucero hacia el Sur Este.	De 50 a 100 m	Desarrollo y reconocimiento del cuerpo en el contacto del exoskarn con la caliza e interceptar la probable proyección del dique de dacita.

3.- Explorar con chimeneas la mineralización que se halla en la "Veta 3" y en la intersección de esta con el endoskarn y exoskarn.

A N E X O S

DETERMINACION DE ZINC

TABLA N° 5

CODIGO	% A	Ab	C = Ab/K C (ug/ml.)	Zn (ppm)
1A	06.0 %	0.02687	4.4524	89.1
1B	08.5 %	0.03858	6.3927	127.8
1C	13.5 %	0.06298	10.4358	208.6
1D	11.8 %	0.05453	9.0356	181.3
1E	10.5 %	0.04818	7.9834	159.6
1F	12.5 %	0.05799	9.6089	194.1
1G	12.5 %	0.05799	9.6089	192.0
2A	16.0 %	0.07572	12.5468	250.8
2B	09.5 %	0.04335	7.1830	143.6
2C	11.0 %	0.05061	8.3860	167.6
2D	10.0 %	0.04576	7.5824	151.6
2E	10.0 %	0.04576	7.5824	151.6
2F	09.8 %	0.04479	7.4217	148.4
6 ppm	08.0 %	0.03621	K = 0.006035	
4B	20.0 %	0.09691	15.0715	301.7
2G	15.5 %	0.07314	11.3748	228.0
4A	15.5 %	0.07314	11.3748	227.4
3A	15.0 %	0.07058	10.9767	219.4
3B	08.0 %	0.03621	5.6314	112.6
3C	13.0 %	0.06048	9.4059	188.0
3D	12.0 %	0.05552	8.6345	172.6
3E	12.5 %	0.05799	9.0187	180.4
3F	10.0 %	0.04576	7.1166	142.2

CODIGO	% A	Ab	C = Ab/K C (ug/ml.)	Zn (ppm)
3G	09.5 %	0.04335	6.7418	134.8
6 ppm	08.5 %	0.03858	K = 0.00643	
9C	10.0 %	0.04576	6.12584	122.9
9D	11.5 %	0.05306	7.10308	142.0
9E	13.0 %	0.06048	8.09639	161.8
9F	12.0 %	0.05552	7.43240	148.6
9G	12.0 %	0.05552	7.43240	148.6
4C	07.8 %	0.03527	4.72155	94.6
4D	09.0 %	0.04096	5.48327	109.6
4E	08.0 %	0.03621	4.84739	96.9
4F	09.5 %	0.04335	5.80321	116.0
4G	11.6 %	0.05355	7.16867	143.4
6 ppm	09.8 %	0.04479	K = 0.00747	
7G	11.0 %	0.05061	6.6330	132.6
8A	09.0 %	0.04096	5.3683	107.8
8B	08.5 %	0.03858	5.0564	101.2
8C	09.5 %	0.04335	5.6815	113.6
8D	09.5 %	0.04335	5.6815	114.7
8E	09.5 %	0.04335	5.6815	113.6
8F	11.5 %	0.05306	6.9541	139.0
8G	11.5 %	0.05306	6.9541	139.0
9A	09.0 %	0.04096	5.3683	107.4
9B	07.5 %	0.03386	4.4377	88.8
6 ppm	10.0 %	0.04576	K = 0.00763	

CODIGO	% A	Ab	C = Ab/K C (ug/ml.)	Zn (ppm)
6D	10.0 %	0.04576	5.6986	114.0
6E	12.0 %	0.05552	6.9140	138.5
6F	12.0 %	0.05552	6.9140	138.2
6G	08.0 %	0.03621	4.5093	90.2
7A	09.0 %	0.04096	5.1008	102.0
7B	10.0 %	0.04576	5.6986	114.0
7C	09.5 %	0.04335	5.3985	108.8
7D	14.5 %	0.06803	8.4720	169.4
7E	12.0 %	0.05552	6.9140	138.2
7F	12.0 %	0.05552	6.9140	138.2
6 ppm	10.5 %	0.04818	K = 0.00803	
5A	07.5 %	0.03386	3.8303	76.0
5B	11.0 %	0.05061	5.7251	114.6
5C	12.0 %	0.05552	6.2805	125.6
5D	08.5 %	0.03858	4.3643	87.2
5E	13.5 %	0.06298	7.1243	142.4
5F	11.5 %	0.05306	6.0023	120.2
5G	11.0 %	0.05061	5.7251	114.6
6A	10.0 %	0.04576	5.1765	103.6
6B	12.5 %	0.05799	6.5560	131.2
6C	12.5 %	0.05799	6.5560	131.2
6 ppm	11.5 %	0.05306	K = 0.00884	

DETERMINACION DE COBRE

TABLA N° 6

CODIGO	% A	Ab	$C = \frac{Ab}{K}$ C (ug/ml.)	Cu (ppm)
1A	08.0 %	0.03621	1.2725	25.4
1B	11.0 %	0.05060	1.7782	35.6
1C	16.5 %	0.07831	2.7521	55.0
1D	17.5 %	0.08355	2.9362	58.7
1E	12.5 %	0.05799	2.0380	40.6
1F	17.0 %	0.08092	2.8438	57.4
1G	11.0 %	0.05060	1.7782	35.6
2A	25.0 %	0.12494	4.3908	87.8
2B	11.5 %	0.05306	1.8647	37.2
2C	18.0 %	0.08619	3.0290	60.6
2D	16.5 %	0.07831	2.7521	55.0
2E	14.0 %	0.06550	2.3019	46.0
2F	10.0 %	0.04576	1.6082	32.0
2 ppm	12.5 %	0.05799	$K_1 = 0.028995$	
6 ppm	32.0 %	0.16749	$K_2 = 0.027915$	
4B	24.5 %	0.12205	3.9756	79.5
2G	14.5 %	0.06803	2.2160	44.3
4A	24.0 %	0.07831	2.7521	55.0
3A	18.0 %	0.08619	2.8075	56.0
3B	13.0 %	0.06048	1.9700	39.4
3C	19.0 %	0.09151	2.9808	59.6
3D	17.0 %	0.08092	2.6358	52.8
3E	14.0 %	0.06550	2.1336	42.6
3F	09.5 %	0.04335	1.4120	28.2

CODIGO	% A	Ab	C = Ab/K C (ug/ml.)	Cu (ppm)
3G	07.0 %	0.03152	1.0267	20.6
2 ppm	14.5%	0.06803	K ₁ = 0.034015	
6 ppm	31.5 %	0.16431	K ₂ = 0.027385	
9C	14.0 %	0.06550	2.4541	49.1
9D	15.5 %	0.07314	2.7404	54.8
9E	42.5 %	0.24033	9.0045	180.0
9F	10.0 %	0.04576	1.7145	34.2
9G	09.5 %	0.04335	1.6242	32.4
4C	12.0 %	0.05552	2.0802	41.7
4D	15.0 %	0.07058	2.6444	52.8
4E	11.0 %	0.05061	1.8962	37.8
4F	08.0 %	0.03621	1.3567	27.2
4G	11.5 %	0.05306	1.9880	39.6
2 ppm	11.5 %	0.05306	K ₁ = 0.02653	
6 ppm	31.0 %	0.16115	K ₂ = 0.02686	
7G	13.0 %	0.06048	2.4048	48.0
8A	12.0 %	0.05552	2.2076	44.3
8B	09.5 %	0.04335	1.7237	34.4
8C	13.0 %	0.06048	2.4048	48.0
8D	08.5 %	0.03858	1.5340	30.9
8E	06.0 %	0.02687	1.0684	21.2
8F	13.5 %	0.06298	2.5042	50.0
8G	07.0 %	0.03152	1.2533	25.0
9A	12.8 %	0.05948	2.3650	47.2
9B	08.5 %	0.03858	1.5340	30.6
2 ppm	11.5 %	0.05306	K ₁ = 0.02653	
6 ppm	28.0 %	0.14267	K ₂ = 0.02378	

CODIGO	% A	Ab	C = Ab/K C (ug/ml.)	Cu (ppm)
6D	29.0 %	0.14874	5.2263	104.6
6E	16.5 %	0.07831	2.7516	55.1
6F	19.0 %	0.09151	3.2154	64.6
6G	08.5 %	0.03858	1.3556	27.2
7A	15.5 %	0.07314	2.5699	51.4
7B	13.5 %	0.06298	2.2129	44.2
7C	12.5 %	0.05799	2.0376	41.0
7D	20.5 %	0.09963	3.5007	70.0
7E	09.5 %	0.04335	1.5232	30.4
7F	08.5 %	0.03858	1.3556	27.2
2 ppm	12.5 %	0.05799	$K_1 = 0.02890$	
6 ppm	32.0 %	0.16749	$K_2 = 0.02791$	
5A	12.0 %	0.05552	1.8408	36.8
5B	17.0 %	0.08092	2.6830	53.6
5C	17.0 %	0.08092	2.6830	53.6
5D	13.0 %	0.06048	2.0053	40.0
5E	15.0 %	0.07058	2.3402	46.8
5F	07.0 %	0.03152	1.0451	20.8
5G	12.5 %	0.05799	1.9227	38.4
6A	13.0 %	0.06048	2.0053	40.0
6B	16.5 %	0.07831	2.5965	51.9
6C	17.5 %	0.08355	2.7702	55.4
2 ppm	13.0 %	0.06048	$K_1 = 0.03024$	
6 ppm	34.0 %	0.18046	$K_2 = 0.03008$	

LEYES DE ZINC

TABLA N° 7

CODIGO	N°	LEY (ppm)	CODIGO	N°	LEY (ppm)
1A	1	89.1		33	142.4
	2	127.8		34	120.2
	3	208.6		35	114.6
	4	181.3	6A	36	103.6
	5	159.6		37	131.2
	6	194.1		38	131.2
	7	192.0		39	114.0
2A	8	250.8		40	138.5
	9	143.6		41	138.2
	10	167.6		42	90.2
	11	151.6	7A	43	102.0
	12	151.6		44	114.0
	13	148.4		45	108.8
	14	228.0		46	169.4
3A	15	219.4		47	138.2
	16	112.6		48	138.2
	17	188.0		49	132.6
	18	172.6	8A	50	107.8
	19	180.4		51	101.2
	20	142.2		52	113.6

CODIGO	Nº	LEY (ppm)	CODIGO	Nº	LEY (ppm)
	21	134.8		53	114.7
4A	22	227.4		54	113.6
	23	301.7		55	139.0
	24	94.6		56	139.0
	25	109.6	9A	57	107.4
	26	96.9		58	88.8
	27	116.0		59	122.9
	28	143.4		60	142.0
5A	29	76.0		61	161.8
	30	114.6		62	148.6
	31	125.6		63	148.6
	32	87.2			

LEYES DE COBRE

TABLA N° 8

CODIGO	N°	LEY (ppm)	CODIGO	N°	LEY (ppm)
1A	1	25.4		33	46.8
	2	35.6		34	20.8
	3	55.0		35	38.4
	4	58.7	6A	36	40.0
	5	40.6		37	51.9
	6	57.4		38	55.4
	7	35.6		39	104.6
2A	8	87.8		40	55.1
	9	37.2		41	64.6
	10	60.6		42	27.2
	11	55.0	7A	43	51.4
	12	46.0		44	44.2
	13	32.0		45	41.0
	14	43.3		46	70.0
3A	15	56.0		47	30.4
	16	39.4		48	27.2
	17	59.6		49	48.0
	18	52.8	8A	50	44.3
	19	42.6		51	34.4
	20	28.2		52	48.0

CODIGO	N°	LEY (ppm)	CODIGO	N°	LEY (ppm)
	21	20.6		53	30.9
4A	22	77.6		54	21.2
	23	79.5		55	50.0
	24	41.7		56	25.0
	25	52.8	9A	57	47.2
	26	37.8		58	30.6
	27	27.2		59	49.1
	28	39.6		60	54.8
5A	29	36.8		61	180.0
	30	53.6		62	34.2
	31	53.6		63	32.4
	32	40.0			

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AUBOUIN J.-BROUSE R.-LEHMAN J.P. : Petrologia Ediciones Omega - ga 1981.
- AURENS TAYLOR : Spectrochemical Analysis, Second Edition 1961 Adison Wesley Publishing Company.
- CASTAÑEDA M.J. : Statistical Treatment of Geochemical Data with the help of Computer. Thesis Montana College of Mineral Science and Technology 1977.
- COBBING J.-PITCHER J.-WILSON J. : Estudio Geológico de la Cordillera Occidental del Norte del Perú. Boletín N° 10 INGEMMET 1981.
- DAVIS C. JOHN. : Statistics and Data Analysis Geology. Copyright 1973.
- EINAUDI M.T.-MEINERT L.D. AND NEWBERRY R.J. : Skarn Deposits Economic Geology - Seventy Fifth Anniversary Volume , 1981.
- HUANG W. : Petrologia. Uteha - Mexico 1968.
- MENDOZA C. Y CHEVARRIA A. : El Skarn Polimetálico "Dos Paisanos" de Matucana. Bol. Sociedad Geol. del Perú. Tomo 71.
- MIRANDA C. : Geologia del distrito Minero de San Mateo XIII Convención de Ingenieros de Minas - Arequipa 1978.
- NICHOL IAN - GARRETT R.C. AND WEBB J.S. : The role of some Statistical and Mathematical Methods in the interpretation of Regional Geochemical Data. Economic Geology , Vol. 64, pp 204-220, 1969.

- NOEL D. BERNAL : El Modelo Genético Huarochiri - Sociedad Geol. del Perú, Vol. Jubilar LX Aniversario pp 1-22 , Fascículo 2 , 1984.
- PARK CH.- MAC DIARMID : Ore Deposits. Freeman and Company 1975
- PETERSEN U. : Geología de la Región Minera Viso-Aruri, Bol. de la Sociedad Nacional de Minería y Petróleo N° 42-43 y 44 Lima-Perú.
- PULGAR VIDAL J. : Geografía del Perú - Las ocho Regiones Naturales del Perú, Univ. Nacional Mayor de San Marcos, pp 125-180 , Lima.
- ROJAS C. DAVID : Prospección Geoquímica por Cu-Zn con el uso de la Computación, Prospecto Puna-Carhuaz - Ancash , Tesis de Maestría , 1986.
- SALAZAR DIAZ H. : Geología de los Cuadrangulos de Matucana y Huarochiri - Hojas 24K y 25K -INGEMMET - Bol. N°36.
- SMIRNOV V.L. : Geología de Yacimientos Minerales - Edición Omega - 1981.
- WILLARD D. MORRIT : Métodos Instrumentales de Análisis 4 ta. Edición , Editorial Continental, 1920.
- ZIMMERNINK W. : Investigaciones Mineralógicas y Petrologías en el Depósito Felicidad -Bol. Soc. Geol. del Perú - Tomo 70.