

Universidad Nacional de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA
MINERA Y METALURGICA
ESCUELA DE POST - GRADO



**PROSPECCION GEOQUIMICA POR Cu y Zn CON
EL USO DE LA COMPUTACION — PROSPECTO
PUNYA CARHUAZ — ANCASH.**

T E S I S.

PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRIA EN
CIENCIAS, MENCIÓN: EN GEOLOGIA.

David R. Rojas Caballero

LIMA • PERU • 1986

INDICE

	<u>Pág.</u>
PRESENTACION	9
RESUMEN	10
 <u>CAPITULO I</u>	
I Generalidades	
I.1 Introducción	13
I.2 Ubicación - Accesibilidad - Recursos	14
I.3 Objetivo del Presente Trabajo	17
I.4 Método de Investigación	17
I.4.1 Programación Previa	18
I.4.2 Trabajo de Campo	18
I.4.3 Trabajo de Laboratorio - Espec trometría	18
I.4.4 Trabajo de Gabinete	19
I.5 Agradecimientos	19
 <u>CAPITULO II</u>	
II Geología General	
II.1 Fisiografía	22
II.2 Geología Regional	22
II.2.1 Estratigrafía	22
II.2.2 Rocas Igneas	28
II.3 Geología Local	28
II.4 Petrografía y Petrología	30
II.5 Geología Económica	34
II.5.1 Longitud de Afloramiento	34
II.5.2 Mineralogía	34
II.5.3 Texturas	34

	<u>Pág.</u>
II.5.4 Alteración Hipógena de cajas	35
II.5.5 Tipo de Yacimiento	35
II.5.6 Análisis de Secciones Rílicas	38

CAPITULO III

III Prospección Geoquímica

III.1 Geoquímica	42
III.2 Muestreo Geoquímico	42
III.2.1 Malla de muestreo	45
III.2.2 Codificación y Metodología en la toma de muestras	45
III.3 Métodos Analíticos	48
III.3.1 Preparación Mecánica	49
III.3.2 Determinación Cualitativa de Com- pósitos por Espectrografía	49
III.3.2.1 Condiciones Experimen- tales	49
III.3.3 Asociaciones Geoquímicas en Sue- los	51
III.3.4 Determinación Cuantitativa de Zinc y Cobre por Absorción Atómica	52
III.3.4.1 Conceptos Generales	52
III.3.4.2 Condiciones Experimenta- les.	54
III.3.4.3 Procedimiento para el análisis cuantitativo	55

CAPITULO IV

IV Tratamiento Estadístico Computarizado de Datos Geoquímicos

IV.1 Determinación de Parámetros Estadísticos	60
---	----

	<u>Pág.</u>
IV.1.1 Zona Nor - Este	60
IV.1.2 Zona Sur - Este	64
IV.1.3 Correlación simple y Regresión Li neal simple en la zona Nor-Este y zona Sur-Este	69
IV.2 Determinación de Parámetros Geoquímicos	69
IV.2.1 Determinación del Background (B.G)	72
IV.2.1.1 Zona Nor - Este	72
IV.2.1.2 Zona Sur - Este	72
IV.2.2 Areas de Background (A.B.G)	73
IV.2.2.1 Zona Nor - Este	73
IV.2.2.2 Zona Sur - Este	73
IV.2.3 Determinación de Anomalías	73
IV.2.3.1 Zona Nor - Este	74
IV.2.3.2 Zona Sur - Este	74

CAPITULO V

V Mapas Geoquímicos Computarizados

V.1 Programa Grid	76
V.1.1 Objetivo del Programa	76
V.1.2 Descripción del Programa	77
V.1.3 Diagrama de Flujo	84
V.1.4 Presentación de Resultados	85
V.1.5 Aplicación al Prospecto <u>Punya - An</u> <u>cash</u>	85
V.1.5.1 Obtención y Descripción de los datos de entrada	86
V.1.5.2 Mapas Geoquímicos de la zona Nor - Este	86
V.1.5.2.1 Rangos de <u>con</u> <u>centración</u>	86

	<u>Pág.</u>
V.1.5.3 Mapas Geoquímicos de la zona Sur - Este	89
V.1.5.3.1 Rangos de concentración	89
V.1.6 Resultados del Programa Grid	93
V.1.7 Interpolación y Comparación con los resultados obtenidos en forma manual	94
V.1.8 Mapas Geoquímicos hechos manualmente	95

CAPITULO VI

VI Mapas de Tendencia de Superficie Computarizados	
VI.0 Introducción	103
VI.1 Programa Trend	106
VI.1.1 Objetivo del Programa	106
VI.1.2 Descripción del Programa	107
VI.1.3 Diagrama de Flujo	108
VI.1.4 Presentación de Resultados	109
VI.1.5 Aplicación al Prospecto Punya - An ₂ cash	109
VI.1.5.1 Obtención y Descripción de los datos de entrada	110
VI.1.5.2 Mapas de Tendencia de Superficie de la zona Nor-Este	110
VI.1.5.3 Mapas de Tendencia de Superficie de la zona Sur-Este	110
CONCLUSIONES	123
RECOMENDACIONES	128
ANEXOS	129
BIBLIOGRAFIA	144

LAMINAS - FOTOS Y FIGURASCAPITULO I:

- Lámina N^o 1 Plano de Ubicación
 Foto N^o 1 Vía de Acceso y Morfología
 Foto N^o 2 Agricultura

CAPITULO II:

- Lámina N^o 2 Plano Geológico Regional
 Lámina N^o 2A Plano Geológico Local
 Lámina N^o 3 Columna Estratigráfica Regional
 Lámina N^o 4 Columna Estratigráfica Local
 Microfotografía N^o 3 Caliza
 Microfotografía N^o 4 Granates
 Microfotografía N^o 5 Caliza - Granates
 Foto N^o 6 Afloramiento de los Mantos de Punya
 Foto N^o 7 Textura tipo Ritmita
 Foto N^o 8 Textura diseminada
 Foto N^o 9 Textura coliforme
 Microfotografía N^o 10 Muestra N^o 3 de sulfuros
 Microfotografía N^o 11 Muestra N^o 3 de sulfuros

CAPITULO III:

- Foto N^o 12 Malla de muestreo zona Sur - Este
 Lámina N^o 5 Malla de muestreo zona Sur - Este
 Foto N^o 13 Malla de muestreo zona Nor - Este
 Lámina N^o 6 Malla de muestreo zona Nor - Este
 Foto N^o 14 Punto de muestreo
 Lámina N^o 7 Curva Patrón para el Cobre
 Lámina N^o 8 Curva Patrón para el Zinc

CAPITULO IV:

- Lámina N^o 9 Histograma de la zona Nor - Este

- Figura 4.1 Distribución del Zinc según la línea $N_3 - T_3$
- Figura 4.2 Distribución del Cobre según la línea $N_3 - T_3$
- Figura 4.3 Sección Transversal según la línea $N_3 - T_3$
- Lámina N° 10 Histogramas de la zona Sur - Este
- Figura 4.4 Distribución del Zinc según la línea $A_2 - N_2$
- Figura 4.5 Distribución del Cobre según la línea $A_2 - N_2$
- Figura 4.6 Distribución del Zinc según la línea $J_1 - J_6$
- Figura 4.7 Distribución del Cobre según la línea $J_1 - J_6$
- Figura 4.8 Sección Transversal según la línea $A_2 - M_2$
- Figura 4.9 Sección Transversal según la línea $J_1 - J_6$
- Lámina N° 11 Correlación y Regresión Lineal de la zona Nor - Este
- Lámina N° 12 Correlación y Regresión lineal de la zona Sur - Este

CAPITULO V:

- Lámina N° 13 Mapa Geoquímico de Zinc, zona Nor-Este
- Lámina N° 14 Mapa Geoquímico de Cobre, zona Nor-Este
- Lámina N° 15 Mapa Geoquímico de Zinc, zona Sur-Este

- Lámina N^o 16 Mapa Geoquímico de Cobre, zona Sur-Este
- Lámina N^o 17 Mapa Geoquímico de Zinc, zona Nor-Este
- Lámina N^o 18 Mapa Geoquímico de Cobre, zona Nor-Este
- Lámina N^o 18A Geología Subterránea Nivel 3099
- Lámina N^o 19 Mapa Geoquímico de Zinc, zona Sur-Este
- Lámina N^o 20 Mapa Geoquímico de Cobre, zona Sur-Este
- Lámina N^o 20A Geología Subterránea Nivel 3100

CAPITULO VI:

- Lámina N^o 21 Trend de Superficie - Primer Grado
zona Nor - Este. -Zinc
- Lámina N^o 22 Trend de Superficie - Segundo Grado
zona Nor - Este. -Zinc
- Lámina N^o 23 Trend de Superficie - Tercer Grado
zona Nor - Este. -Zinc
- Lámina N^o 24 Trend de Superficie - Primer Grado
zona Nor - Este. -Cobre
- Lámina N^o 25 Trend de Superficie - Segundo Grado
zona Nor - Este. -Cobre
- Lámina N^o 26 Trend de Superficie - Tercer Grado
zona Nor - Este. -Cobre
- Lámina N^o 27 Trend de Superficie - Primer Grado
zona Sur - Este. -Cobre
- Lámina N^o 28 Trend de Superficie - Segundo Grado
zona Sur - Este. -Cobre

Lámina N^o 29 Trend de Superficie - Tercer Grado
zona Sur - Este. -Cobre

Lámina N^o 30 Trend de Superficie - Primer Grado
zona Sur - Este. -Zinc

Lámina N^o 31 Trend de Superficie - Segundo Grado
zona Sur - Este. -Zinc

Lámina N^o 32 Trend de Superficie - Tercer Grado
zona Sur - Este. -Zinc

PRESENTACION

Tradicionalmente los geólogos en la exploración de yacimientos de minerales, buscan estructuras con indicios aparentes de mineralización económica y que mineralógicamente indiquen la probabilidad de incrementar sus valores metálicos.

Actualmente como la ocurrencia de estructuras que no presentan afloramientos definidos en superficie es cada vez más frecuente; se hace necesario contar con métodos adecuados de Prospección para poder detectarlos.

Evidentemente, una de las soluciones en la ubicación de estas estructuras mineralizadas sin índices aparentes de mineralización económica, es el desarrollo de técnicas de Prospección Geoquímica con el uso de la Computación.

Sin embargo hoy en día los modelos matemáticos son bastante empleados que han llegado a generalizarse y con ello el empleo de la computadora y de los métodos automatizados; sobre todo si se está trabajando con grandes volúmenes de datos.

La Geoquímica, si bien es cierto que auxilia a la geología dentro del campo de la Prospección, también es cierto que hoy en día con el uso de la Computación ha llegado a un alto grado de desarrollo constituyéndose en toda una especialidad profesional.

DAVID ROLANDO ROJAS CABALLERO

RESUMEN

Tradicionalmente la Geología ha sido considerada como una ciencia cualitativa donde los métodos matemáticos eran poco empleados para dar solución a los problemas geológicos. En la década actual en que los métodos computarizados han alcanzado un gran desarrollo las aplicaciones matemáticas en la solución a problemas geológicos se han hecho más comunes.

Se han desarrollado dos programas principales en lenguaje Fortran IV con varias subrutinas que nos permiten principalmente obtener MAPAS en las diferentes especialidades de geología y la dirección preferencial de variación de la información geológica cartografiada. Para ver el grado de confiabilidad del Programa Grid y del Programa Trend, hemos utilizado como una de las tantas aplicaciones, los datos obtenidos en la Prospección Geoquímica por Zinc y Cobre del Prospecto Puna-Ancash.

Los mantos polimetálicos de Puna se encuentran ubicados en la Qda. de Puna de la Cordillera Negra-Ancash a 3,200 m.s.n.m. La mineralización esta emplazada a manera de mantos dentro de la Formación Santa del Grupo Goyllar, que en la zona de estudio esta ampliamente cubierto por suelos cuaternarios.

La mineralogía reconocida en los mantos incluye a una mayor ocurrencia de pirita, esfalerita, calcopirita, galena, cuarzo y granates. Con el objeto de ubicar mantos mineralizados en las zonas ampliamente cubiertos por suelos cuaternarios, se ha realizado una Prospección Geoquímica de suelos obteniéndose 121 muestras que fueron analizados 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 la computadora para hallar los parámetros geoquímicos que nos indicarian las zonas - anómalas.

El Programa Grid nos permite obtener mapas mediante el contorno automático de puntos de una red regular de valores obtenidos de la interpolación de datos irregularmente espaciados. En nuestro caso nos ha permitido obtener mapas de "Anomalías Geoquímicas" - de Zinc y Cobre del Prospecto Panya.

El Programa Trend nos permite mostrar gráficamente la dirección preferencial de variación de la información geológica cartografiadas, utilizando ecuaciones matemáticas polinómicas representadas en un plano cartesiano X_1 - X_2 . Es así como los mapas de tendencia del zinc y cobre del Prospecto Panya nos muestran la tendencia de las anomalías geoquímicas, la geometría aproximada de las concentraciones de valores económicos y las zonas hacia donde habrían más anomalías. Utilizando este método, en la zona - noreste, los isovalores de zinc han dado una anomalía y los isovalores de cobre han dado dos anomalías. En la zona sur-este - los isovalores de zinc y cobre han dado dos anomalías. Posteriormente los trabajos subterráneos realizados después de este estudio han confirmado la presencia de estas anomalías a profundidad, dandonos la seguridad y confianza del método empleado.

Una comparación con los resultados obtenidos manualmente nos demostraria la gran utilidad de estos programas en la solución a problemas geológicos en general, ya que nos permiten manejar y graficar todo tipo de mapas como por ejemplo: mapas topográficos, geológicos, de isovalores, de cocientes metálicos, anomalías geofísicas etc.

CAPITULO I - GENERALIDADES

- 1.- INTRODUCCION
- 2.- UBICACION - ACCESIBILIDAD - RECURSOS
- 3.- OBJETIVO DEL TRABAJO
- 4.- METODO DE INVESTIGACION
- 5.- AGRADECIMIENTOS

CAPITULO I

I GENERALIDADES

I.1 Introducción

El yacimiento Polimetálico de Panya, tipo manto singenético está emplazado en las lutitas carbonosas, tufos de exhalación volcánica de la Formación Santa en la Cordillera Negra dentro de una franja de plegamientos.

Dada las condiciones geológicas de la zona se realizó una PROSPECCION GEOQUIMICA del suelo que cubre el posible afloramiento del manto.

Uno de los principales objetivos de la Prospección Geoquímica es la detección de Depósitos de Yacimientos ocultos, debajo de un manto de restos orgánicos, suelos ó rocas estériles; teniendo como base el contexto geológico local y regional del área en el que se realiza un muestreo sistemático que puede ser en rocas, suelos, vegetación, sedimentos fluviales, agua etc. de acuerdo a los criterios de movilidad y asociaciones geoquímicas de elementos en ambientes de movilidad primaria y secundaria.

El propósito de estas medidas es hallar Patrones Geoquímicos Anormales o "Anomalías Geoquímicas" relacionadas a la mineralización.

Los métodos utilizados en la determinación de los elementos en forma cuantitativa son generalmente desde simples a complejos: Colorimetría, Espectrografía, Ab

sorción Atómica, Fluorescencia de Rayos X, etc.

Con el desarrollo de la Computadora a partir de 1,950 ha sido posible utilizarlo en Tratamiento de Datos con fines de exploración geoquímica.

Dado que en el País se han realizado muy pocos trabajos geológicos computarizados, el autor con la ayuda de geoquímicos y analistas ha realizado la adaptación y optimización de un Paquete de Programas Computarizados en el Lenguaje Fortran IV en el Centro de Cómputo de la U.N.I.

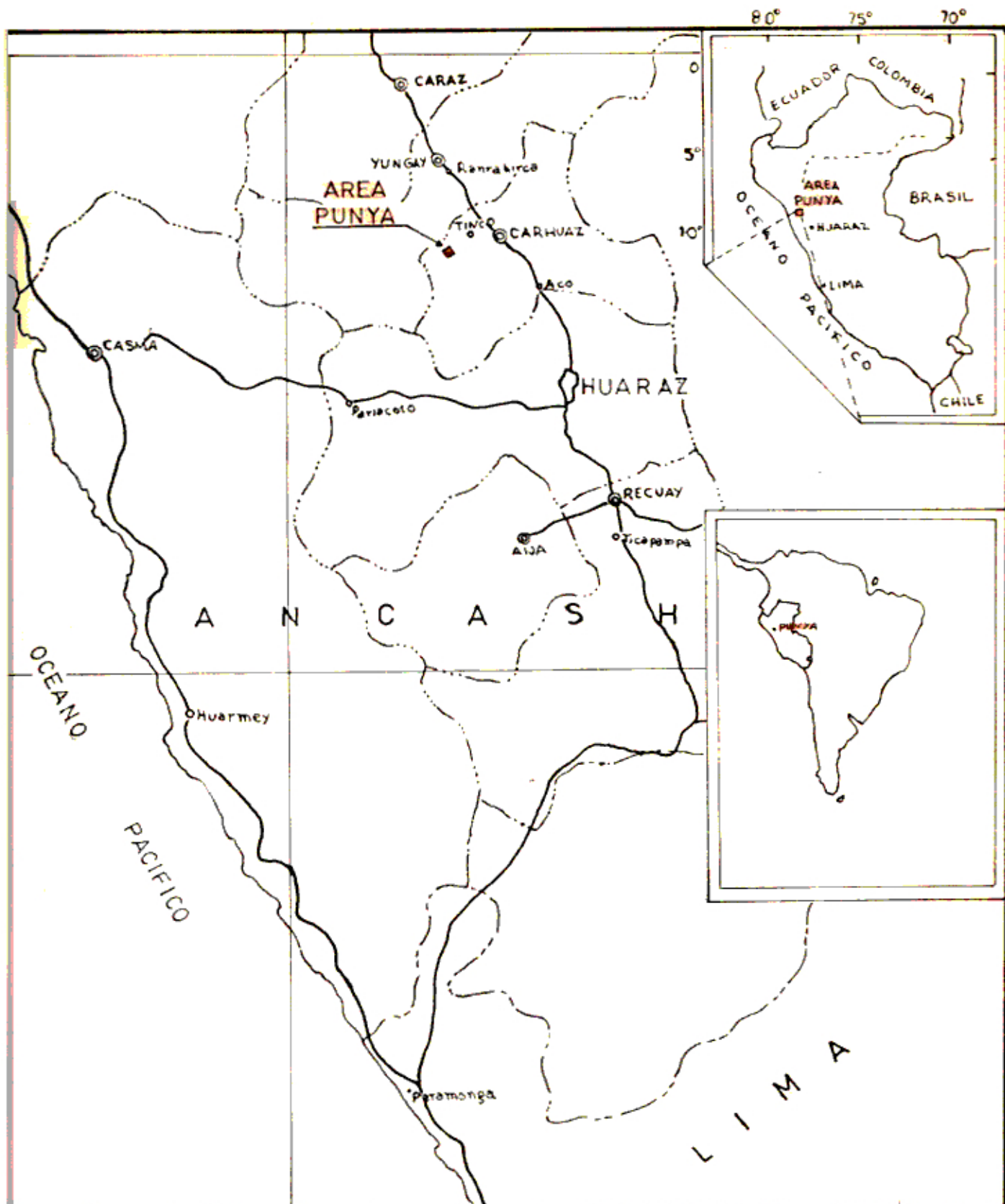
Los resultados expuestos en esta Tesis corresponden a la Prospección Geoquímica por Cobre (Cu) y Zinc (Zn) del yacimiento de Puna; cuyas muestras han sido estudiadas y analizadas en el Laboratorio de Espectrometría de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica.

I.2 Ubicación - Accesibilidad - Recursos

El yacimiento Polimetálico de Puna se halla ubicado - en la Qda. Puna de la Cordillera Negra, al oeste del río Santa, Distrito de Tinco, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash.

Tiene como vía principal de acceso la carretera asfaltada Lima - Pativilca - Huaraz - Tinco con un total de 436 km.

De Tinco se tiene dos vías de acceso: Un camino de herradura de 8 km. hasta la Mina Puna y otra por Toma - Maya - Mina Puna de 10 km. (Fig. 1) - (Foto 1).



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

MAPA DE UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO- PUNYA

TOPOGRAFIA: I. G. M.

ESCALA : 1 / 1'000000

DIBUJO : DAVID ROJAS CABALLERO

FECHA : NOVIEMBRE - 1985

LAMINA
 N° 1

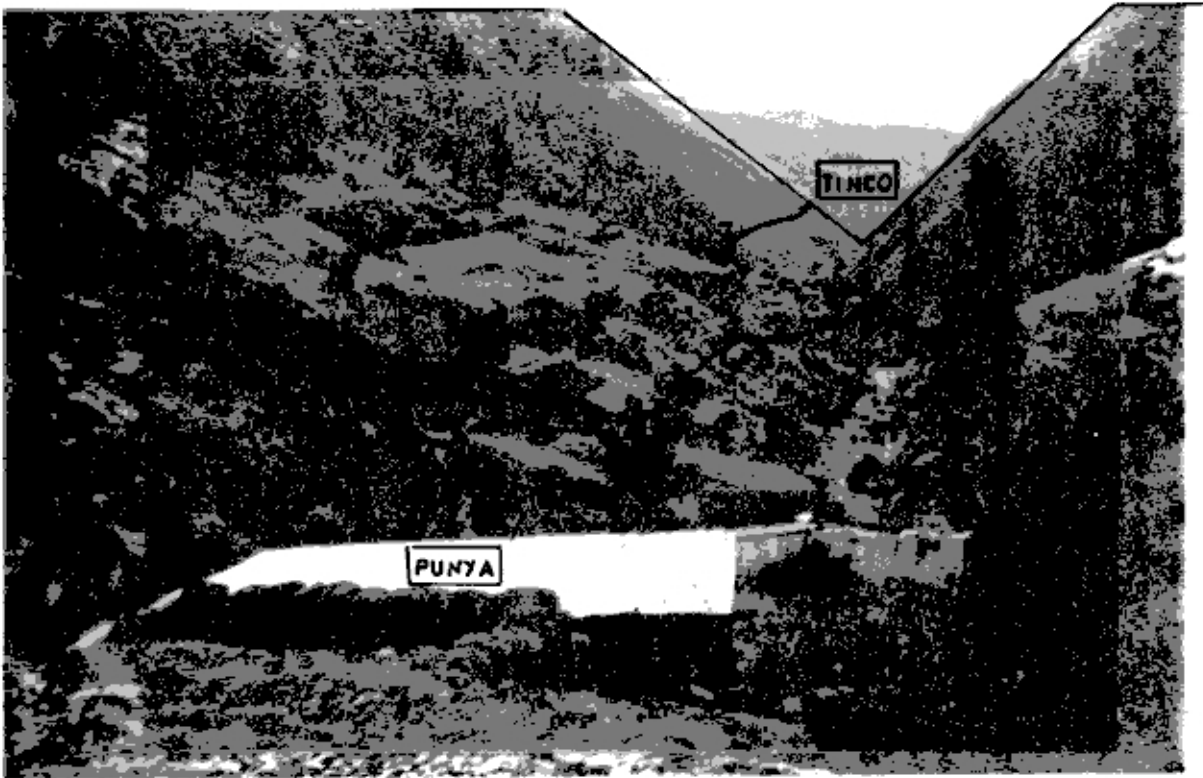


Foto N^o 1: Vista de la Quebrada Punyarure (Valle Fluvial) desde el campamento.



Foto N^o 2: Vista de la Topografía accidentada y del desarrollo de la Agricultura y ambos flancos de la Quebrada.

Provincia Tectónica.

4. FALLAS Y LEVANTAMIENTOS VERTICALES

La importancia del fallamiento en el basamento y la lineación de las estructuras regionales, así como el acondicionamiento de los bloques para el carácter de la distribución de las cuencas deposicionales del Cretáceo y Terciario, están íntimamente ligadas.

Los mayores levantamientos están por lo menos parcialmente bordeados y segmentados por fallas. Estas fallas se han originado netamente en el basamento, y posteriormente se reactivaron para afectar a los sedimentos que la suprayacen.

Las fallas que bordean estos levantamientos individuales dentro de la Provincia Tectónica del Noroeste, muestran que por lo menos, originalmente fueron fallas inversas de alto y bajo ángulo, fallas normales y fallas transcurrentes; algunas de éstas se pueden observar en actual erosión, como la falla Cerro Prieto y sus similares, a lo largo de los afloramientos de las rocas del Paleozoico. Entre las fallas mayores que posiblemente se produjeron durante el Paleozoico están las fallas Amotape, Huaypirá, Pananga y falla Prieto. Los desplazamientos actuales de las fallas muestran unos cuantos cientos de pies; pero inicialmente fueron varios de miles.

La distribución y sentido de las fallas en la Provincia Tectónica del Noroeste se puede apreciar de la siguiente forma: En la subprovincia del norte las fallas principales del basamento tienen un rumbo paralelo a las estructuras. En este caso NE-SW, originalmente fueron fallas inversas de alto y bajo ángulo y posteriormente reactivadas durante el Cretáceo y Terciario como fallas normales con un basamento hacia el noroeste. Entre las principales podemos mencionar a la falla Tronco Mocho, Carpitas, Máncora, Carrizal, Papayal, Siches y Amotape. Las

FALLAS REGIONALES

L. VELASQUES V.

1992

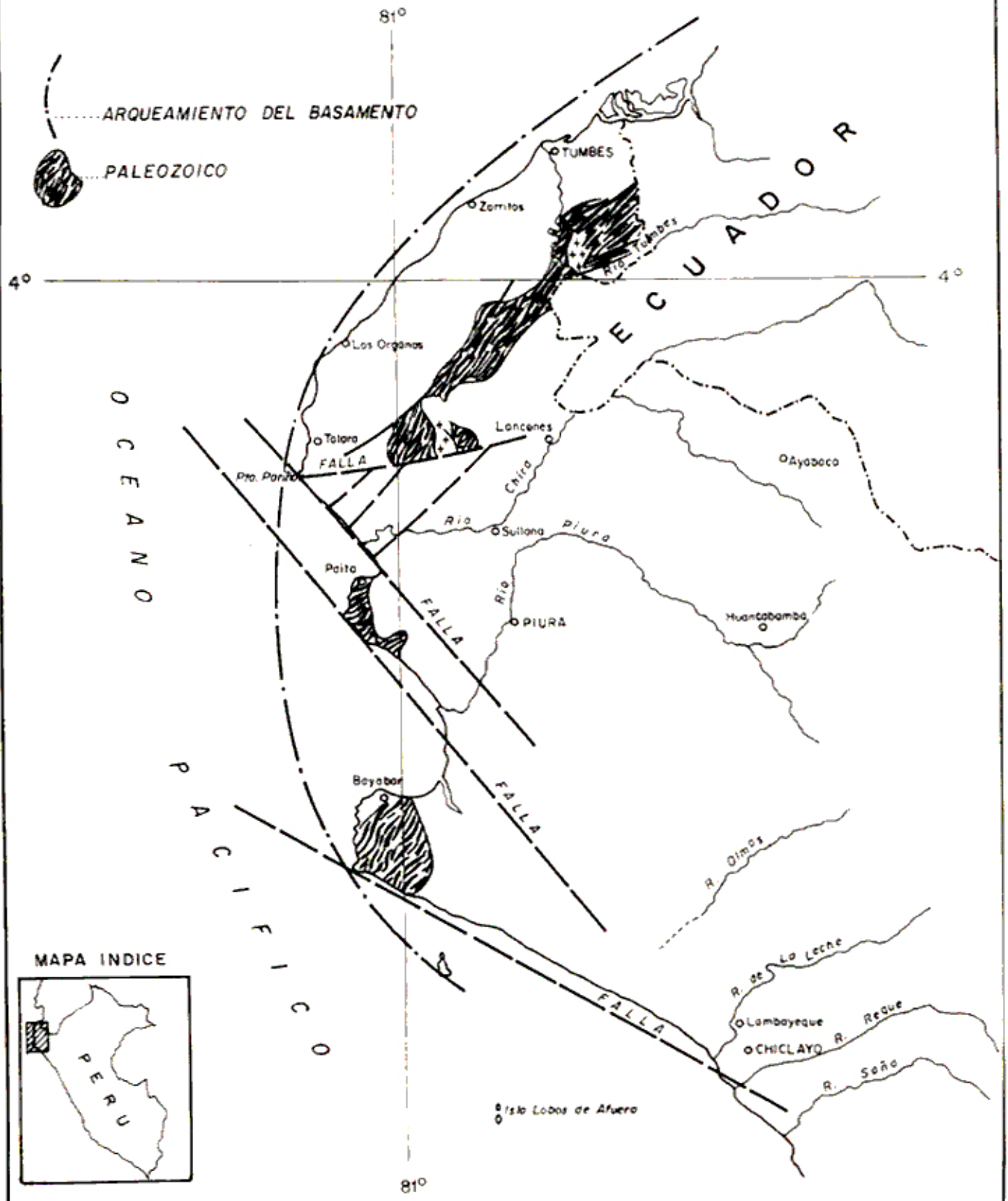


FIG. 5

uso de la Computación se ha llevado adelante en coordinación con el Laboratorio de Espectrometría de la Universidad Nacional de Ingeniería, consistiendo de las siguientes etapas:

I.4.1 Programación Previa

En base a los planos geológicos y topográficos del área de estudio, se elaboró el programa de muestreo determinando el tipo y la densidad de malla en función a la geomorfología de los afloramientos de los mantos de Punya; las características de la malla empleada se tratan con detalles en el acápite de muestreo geoquímico.

I.4.2 Trabajo de Campo

El trabajo de campo consistió en la ubicación del punto de muestreo, el que fué previamente definido en el plano geológico, ubicado el punto se procedió a la recolección y codificación de las muestras.

I.4.3 Trabajo de Laboratorio - Espectrometría

Las investigaciones en el laboratorio estuvieron dirigidas al estudio de 121 muestras recolectadas en el muestreo; efectuando análisis espectrográficos cualitativos para dos compósitos de suelos, y los análisis cuantitativos de zinc (Zn) y cobre (Cu) para la totalidad de las muestras.

I.4.4 Trabajo de Gabinete

El trabajo de gabinete consistió en el ordenamiento y tratamiento estadístico de los datos obtenidos del laboratorio y del campo; elaborándose se los planos respectivos como son planos de muestreo, perfiles geológicos, planos de anomalías geoquímicas, planos de tren de superficie, - planos de serie de fourier; todo esto haciendo uso de los programas previamente adaptados y optimizados en el Centro de Cómputo de la Universidad Nacional de Ingeniería.

I.5 Agradecimientos

Deseo expresar mi agradecimiento sincero a todas aquellas personas que colaboraron conmigo en la culminación de mis estudios de Post-Grado en la UNIVERSIDAD - NACIONAL DE INGENIERIA y en la elaboración de este trabajo.

Agradezco también al laboratorio de Espectrometría de la U.N.I. en la persona de su jefe la Ingeniera María Jesús Ojeda y Atilio Mendoza quiénes conjuntamente con mi Asesor de Tesis el Ing. Pedro Hugo Tumialán me orientaron en el desarrollo de este trabajo.

A mis profesores César Vidal, Pedro H. Tumialán, Augusto Mellado, Oscar Bernuy, por las orientaciones y enseñanzas recibidas durante mi formación en la U.N.I.

A mis colegas Fernando Soto, Atilio Mendoza, Fernando Nuñez con quiénes discutimos en reiteradas oportunidades las experiencias de campo y laboratorio.

También aprovecho esta oportunidad para expresar mis más sinceros agradecimientos al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por haberme otorgado una Beca para seguir mis estudios de Maestría en la Universidad Nacional de Ingeniería, y otra para la elaboración de la **Tesis.**

CAPITULO II - GEOLOGIA GENERAL

- 1.- FISIOGRAFIA
- 2.- GEOLOGIA REGIONAL
- 3.- GEOLOGIA LOCAL
- 4.- PETROGRAFIA Y PETROLOGIA
- 5.- GEOLOGIA ECONOMICA

CAPITULO II

II GEOLOGIA GENERAL

II.1 Fisiografía

Fisiográficamente la zona minera de Punya forma parte de la Cordillera Negra, con pendientes muy abruptas - que varían entre 60° a 80° .

La topografía que presenta corresponde a la de un valle fluvial típico en V. (foto 3), donde se ha desarrollado principalmente un drenaje dendrítico y paralelo sobre las rocas predominantemente sedimentarias.

En las partes más alejadas y altas (4,000 m.s.n.m.) - se observa una topografía tipo glacial.

La mina Punya se encuentra entre los 3,000 a 3,400 m.s.n.m.

En general la Cordillera Negra está ubicada en la Franja Polimetálica del Volcánico Terciario con pliegues y sobreescurrecimientos de las rocas sedimentarias del Mesozoico - Cretáceo.

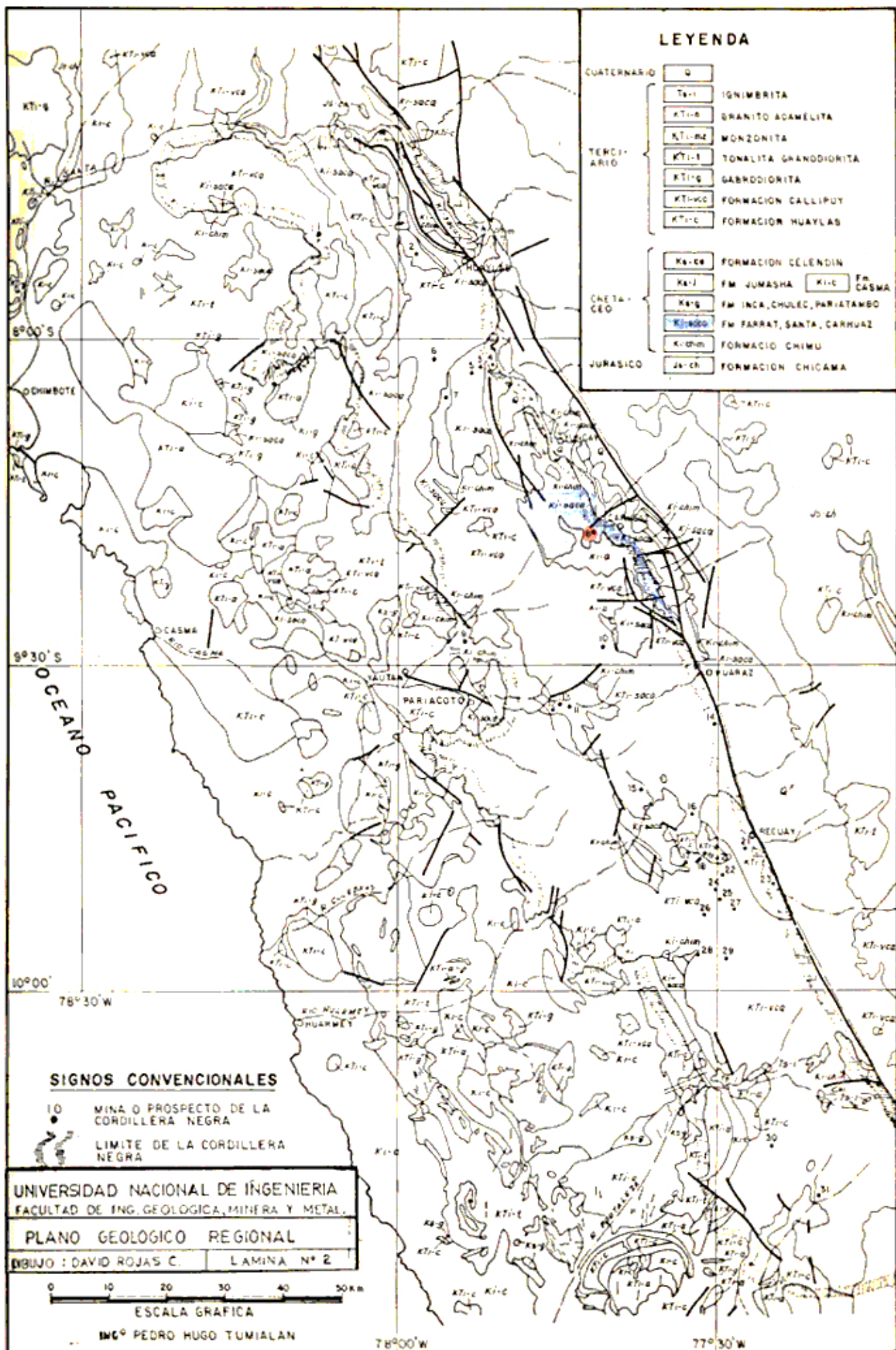
II.2 Geología Regional

II.2.1 Estratigrafía

El yacimiento de Punya se halla emplazada en la Formación Santa principalmente, sin embargo la zona está rodeada por rocas sedimentarias del Gpo. Goyllarizquizga.

LEYENDA

CUATERNARIO	Q	
TERCIARIO	Ts-1	IGNIMBRITA
	KTi-B	GRANITO ADAMELITA
	KTi-MZ	MONZONITA
	KTi-I	TONALITA GRANODIORITA
	KTi-G	GABRODIORITA
	KTi-VC	FORMACION CALLIPUT
CRETACEO	Ka-CB	FORMACION CELENDIN
	Ka-J	FM JUMASHA
	Ka-B	FM INCA, CHULEC, PARIATAMBO
	Ka-RO	FM FARRAT, SANTA, CARHUAZ
JURASICO	Ki-Chim	FORMACION CHIMU
	Js-CB	FORMACION CHICAMA



SIGNOS CONVENCIONALES

- 10 MINA O PROSPECTO DE LA CORDILLERA NEGRA
- LIMITE DE LA CORDILLERA NEGRA

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

PLANO GEOLOGICO REGIONAL

DISUJO : DAVID ROJAS C. LAMINA N° 2



ESCALA GRAFICA

ING° PEDRO HUGO TUMIALAN

78°00'W

77°30'W

ANDES OCCIDENTALES DEL PERU
SEPTENTRIONALES

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	GRUPO	FORMACION	COLUMNA GRAFICA	PO m.	
CENOZOICO	TERCIARIO	INFERIOR	EOCENO		CALLIPUY	Paredastros, derrames y brechas de composición De citica, Riolitica y Andesitica de color morado verdoso y amarillento.	V V V V V V V V V V V V	
			PALEOCENO					
MESOZOICO	CRETACEO	MEDIO	ALBIANO	GOYLLARISQUISGA	PARIATAMBO	Caliza masiva un tenalada con caliza modular.	300	
			APTIANO		CHULEC	Anallas fosiliferas y Marges laminares	250	
					INCA	Serie de calizas bituminosas a negras.	150	
		INFERIOR	NEOCOMIANO	FARRAT	Guarcitas y areniscas blancas de gran potencia.	64		
				CARHUAZ	Paquetes de areniscas, lutitas con matices rojos, violeta y verdosos.	79		
				SANTA	Intercalación de pizarras y limolitas, calizas y marges.	20		
				CHIMU	Serie de guarcitas con intercalaciones de limolitas y carbon.	68		
		SUPERIOR	JURASICO	BERRIASIANO		CHICAMA	Lutitas laminadas de color gris escuro y areniscas finas, gris blancas, guarcitas de color claro.	
				TITONIANO				

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

CUADRO ESTRATIGRAFICO REGIONAL

LA MINA
Nº 3

GEOLOGIA : BE NAVIDES (1956) - WILSON (1963)

DIBUJO : DAVID ROJAS CABALLERO

FECHA : NOVIEMBRE - 1965

Rocas Sedimentarias

Formación Chimú:

Con una potencia promedio de 700 mts., probablemente de edad Valanginiano inferior, constituye el núcleo del anticlinal del Callejón de Huaylas y puede ser observado desde Marcará hasta Carhuaz. Presenta gruesos bancos de cuarcita con intercalaciones de areniscas y lutitas carbonosas. Su ambiente de deposición es deltaico (subacuático).

Formación Santa:

Con una potencia promedio de 120 mts., de edad Valanginiano superior. Constituido por calizas y lutitas. El afloramiento más extenso se presenta en Tinco y en la margen derecha del río Santa. Hay calizas grises de estratificación gruesa, con lutitas calcáreas y calizas gris negrusca con abundantes fósiles (Trigonias, gasterópodos). En la base de la formación tenemos pizarras y lutitas. Esta formación representa una transición a las condiciones no marinas que favorecieron deposiciones de las areniscas Chimú hacia un ambiente marino poco profundo y aguas salobres.

Formación Carhuaz:

Con una potencia promedio de 500 mts., probablemente de edad Hauteriviano - Albiano; en la base se puede encontrar una intercalación de lutitas oscuras, con calizas fosilíferas y

bancos decimétricos de yeso, luego viene una secuencia no marina de areniscas finas rojizas con lutitas. Esta secuencia nos indicaría un ambiente sedimentario de costas pantanosas y constituiría la falda oriental de la Cordillera Negra y parte de la Cordillera Blanca.

Formación Pariahuanca:

Constituido principalmente por una alternancia de calizas margosas - calizas que están en disconformidad sobre la Formación Carhuaz. Su edad corresponde a los albores del Albiano. Estudios realizados por Wilson (1963), Steiman (1929) y Benavides (1956) nos indican que el medio ambiente corresponde al borde de una plataforma carbonatada sin barrera de arrecife.

Formación Chulec:

Caracterizado por presentar una alternancia de calizas, margas grises fosilíferas y lutitas calcáreas de color marrón negrusco. Su edad corresponde al Albiano medio y se correlaciona con las calizas de la Formación Machay. El medio ambiente es de talud externo de plataforma carbonatada.

Formación Pariatanbo:

Constituido por una alternancia de areniscas calcáreas con calizas grises algo bituminosas.

Tiene la misma distribución que la Formación Chulec. Su edad corresponde a la parte superior del Albiano medio. Nos representa un ambiente reductor (de regular profundidad). - (Fig.2)

II.2.2 Rocas Igneas

Volcánico Calipuy:

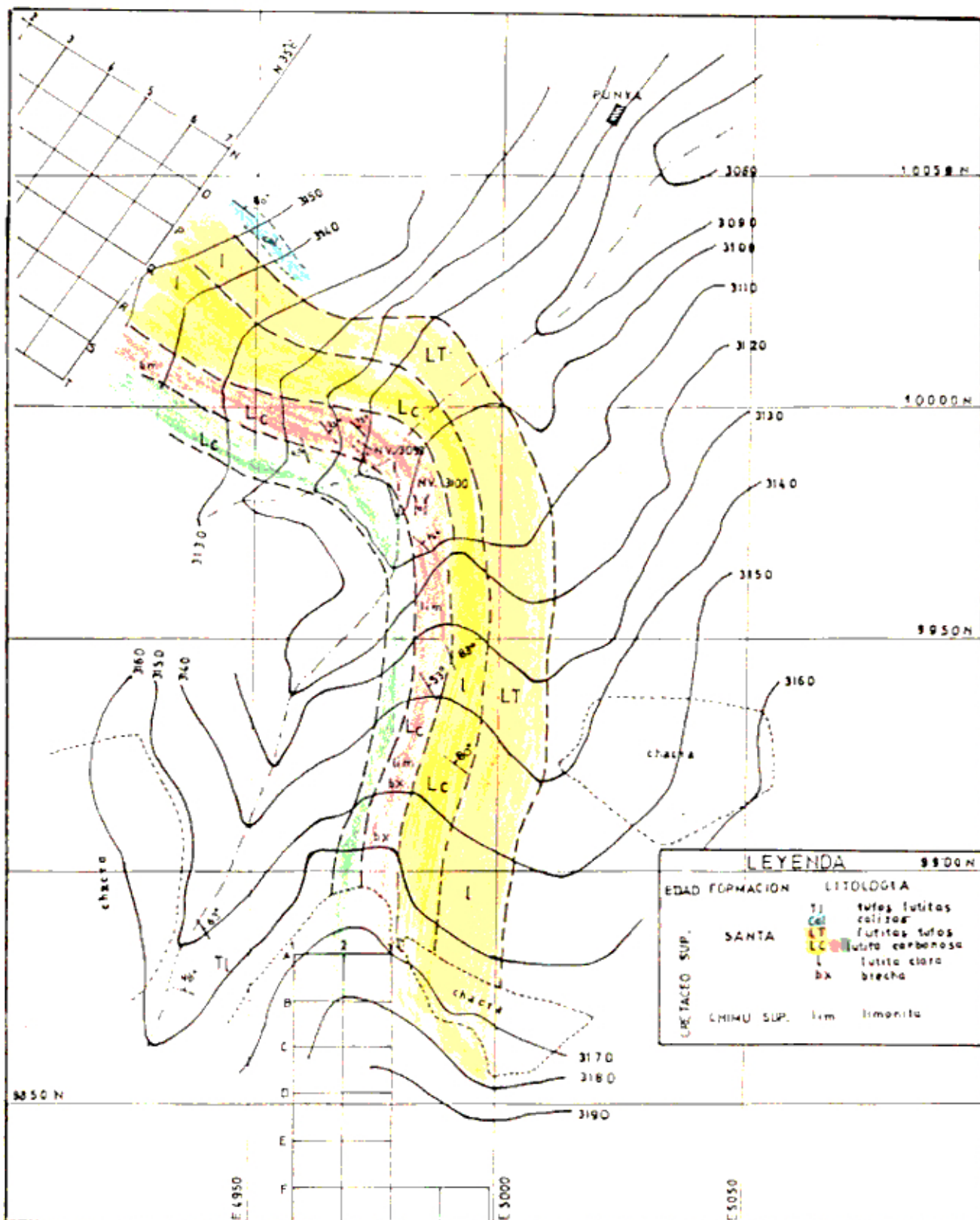
A. Cossio (1964) dió el nombre de Volcánico - Calipuy a una secuencia de piroclásticos, lavas y aglomerados de composición dacítica o riolítica principalmente; que cubren áreas extensas de la Cordillera Negra en sus partes más altas. Estos volcánicos se encuentran pseudoestratificados y sobreyacen a los sedimentos cretáceos con una fuerte discordancia angular. La mayor cantidad de yacimientos se encuentran relacionados a estos volcánicos.

Se le asigna una edad Cretáceo - Terciario inferior.

Es el resultado de una fase de volcanismo post - orogénico que ocurrió después del plegamiento principal en el Norte y Centro del país.

II.3 Geología Local

Estratigráficamente los Mantos de Puya se hallan en la Formación Santa, encontrándose en la zona de proyección la siguiente secuencia desde la roca más anti



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

PLANO GEOLOGICO LOCAL

LAMINA
 N°

GEOLOGIA : P. HUGO TUMI LAN

ESCALA : 1 / 1000

DIBUJO : DAVID ROJAS CABALLERO

FECHA : NOVIEMBRE 1986

PROSPECTO PUNYA
ANCASH - PERU

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	FORMACION	COLUMNA GRAFICA	POT. m.
MESOZOICO	CRETACEO	INFERIOR	VALANGINIANO	SANTA	TUFOS CLAROS CON LUTITAS Y CALIZAS	>67
				SANTA	LUTITAS CON TUFOS	10
				SANTA	LUTITAS CARBONOSAS	21
				SANTA	LUTITAS DE ESTRATIFICACION FINA	21
				CHIMU SUPERIOR	LIMOLITAS	?

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

COLUMNA ESTRATIGRAFICA LOCAL

LAMINA
N° 4

GEOLOGIA : P. HUGO TUMIALAN

ESCALA : 1/1000

DIBUJO : DAVID ROJAS CABALLERO

FECHA : NOVIEMBRE 1985

gua a la roca más joven:

- Limolitas de colores claros mts.
- lutitas claras de estratificación fina 21 mts.
- lutitas carbonosas de estratificación fina 21 mts.
- lutitas carbonosas con tufos de color gris 10 mts.
- Tufos de color claro con lutitas y calizas + de 67 mts.

La Formación Santa que pertenece al Cretáceo inferior inicia su deposición al producirse una ligera inmersión de la zona e invasión de las aguas marinas depositándose las arcillas claras, las arcillas carbonosas con una mayor efusión de tufos claros en la etapa final de la secuencia estratigráfica que interesa al estudio de la mina. En la deposición de las arcillas carbonosas el ambiente marino no fué muy profundo y debe recalcarse la exhalación volcánica marina intercalada con sedimentos.

El control más importante es el estratigráfico, dado que se trata de mantos singenéticos.

Plegamientos, fallas están ausentes localmente o por lo menos no son visibles; la disposición de los estratos estan en forma concordante a la fuerte pendiente del terreno.

II.4 Petrografía y Petrología

La mayor parte del área en estudio está ampliamente cubierto por suelos cuaternarios y es aquí donde se ha realizado la Prospección Geoquímica; por lo tanto solo en las zonas donde existen afloramientos se ha

podido determinar desde el punto de vista petrográfico que las rocas predominantes son las sedimentarias (calizas, areniscas, limolitas).

El estudio petromineralógico realizado en algunas muestras de afloramientos, mediante secciones delgadas y pulidas nos servirán para la interpretación de los patrones geoquímicos finales.

Análisis de Secciones Delgadas:

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

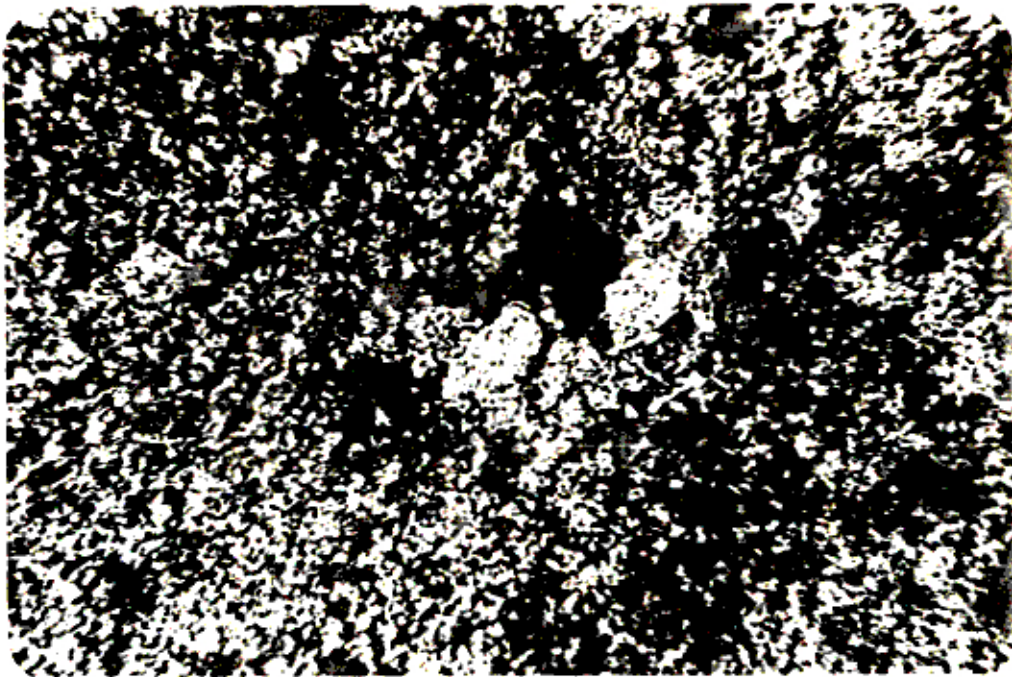
Caliza en afloramiento (Microfotografía 3):

Macroscópicamente se trata de una roca de color gris negrusco, con una textura muy fina y que efervesce 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 y los minerales opacos. Su ocurrencia es local y están en menor proporción que las lutitas en la Formación Santa.

Skarn en afloramiento (Microfotografías 4, 5):

Macroscópicamente se trata de una roca de color rojizo negruzco con una textura granular, se observan granos de granates; probablemente se trata de una zona de metamorfismo. Al microscopio se observa una textu

ra granoblástica con los siguientes minerales: el cuarzo con una ocurrencia del 15% es de tamaño variable como agregados granulares y rellena los espacios intercristalinos de los demás minerales. Los anfíboles (hornblenda) están mayormente deformados debido al proceso de uralitización. La calcita es de grano muy fino en un 40% rellena los espacios intercristalinos de los minerales. Los granates ocurren en un 20% y son subhedrales con un zonamiento bien marcado y el núcleo isotrópico. Su ocurrencia es local y están en algunos mantos.



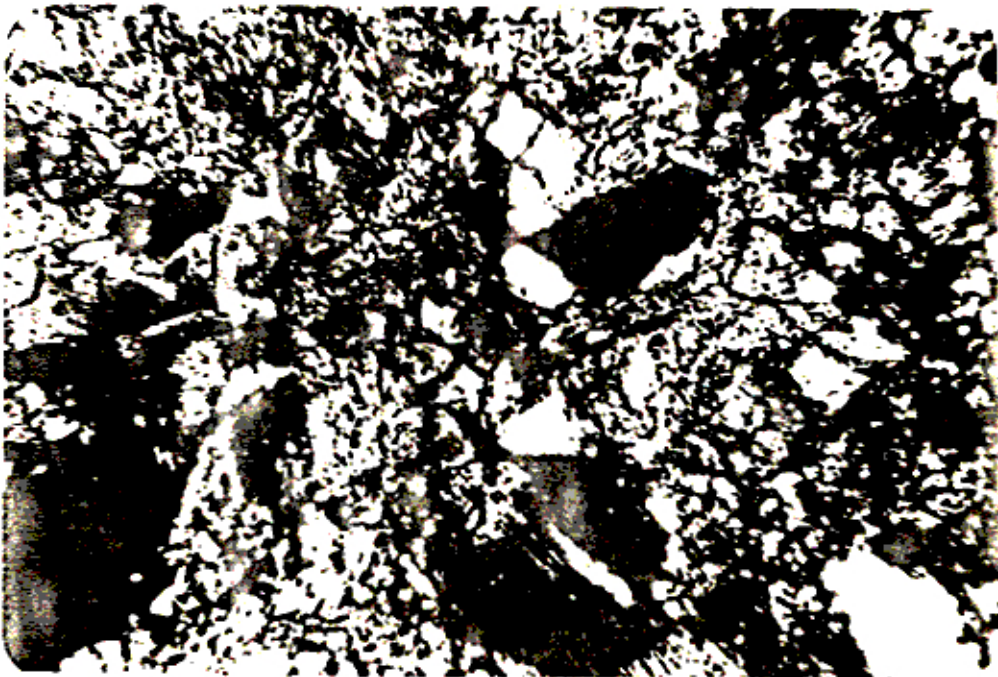
Microfotografía N° 3: Calcita con una textura microgranular que conforma la caliza.

Magnificación 6.3 X

Nicoles cruzados.



Microfotografía N^o 4: Granate zoneado con cuarzo,
 calcita y anfiboles, formando textura granoblástica.
 Magnificación 16 X Nicoles cruzados.



Microfotografía N^o 5: Calcita microgranular con cu-
 arzo, granates y anfiboles.
 Magnificación 12.5 X Nicoles cruzados.

II.5 Geología Económica

II.5.1 Longitud de Afloramiento

El manto S.E. tiene una longitud de afloramiento de 95 mts. horizontales, el resto se encuentra cubierto. El manto N.W. no aflora en la lutita carbonosa, menos aún en la gran zona que está cubierto por material cuaternario (Foto N^o 6).

II.5.2 Mineralogía

En los mantos se observa una mineralogía muy simple con mayor ocurrencia de pirita, y que han sido formadas bajo ciertas condiciones favorables para su cristalización (Fotos N^o 7 y N^o 8).

El manto de lutita clara se caracteriza por su ocurrencia principal de pirita y granates.

El manto en lutita carbonosa tiene mayormente pirita, cuarzo, esfalerita y galena.

El manto en tufos con lutita se presenta con pirita, esfalerita, calcopirita, galena y arsenopirita.

II.5.3 Texturas

La textura en algunos sectores del manto de lutita carbonosa es de tipo ritmita (Foto N^o 7).

Predomina mayormente la textura de estratificación concordante a los estratos.

En ciertos horizontes la mineralización está diseminada (Foto N^o 8).

II.5.4 Alteración Hipógena de Cajas

Como los mantos no son de origen hidrotermal, prácticamente no existe alteración hipógena - en las cajas de los mantos.

La pequeña alteración tipo caolinización en ciertos puntos del manto no representa una - caolinización en sí mismo si no una exhalación volcánica singenética marina.

II.5.5 Tipo de Yacimiento

Los mantos de Punta se clasifican como un Yacimiento Singenético depositado en un ambiente marino de poca profundidad, existiendo evidencias de exhalación volcánica.

La mineralización estaría más ligada a estos eventos de exhalación volcánica marina mayormente piritosos y en ciertas áreas de estos horizontes hay deposición simultánea de esfalerita, calcopirita, galena (P. H. Tumialán - 1984).



Foto N^o 6: Vista del Afloramiento del manto Punya en las lutitas carbonosas de la zona Sur-este.



Foto N^o 7: Textura tipo ritmita con pirita, arsenopirita y lutita carbonosa con sulfuros.

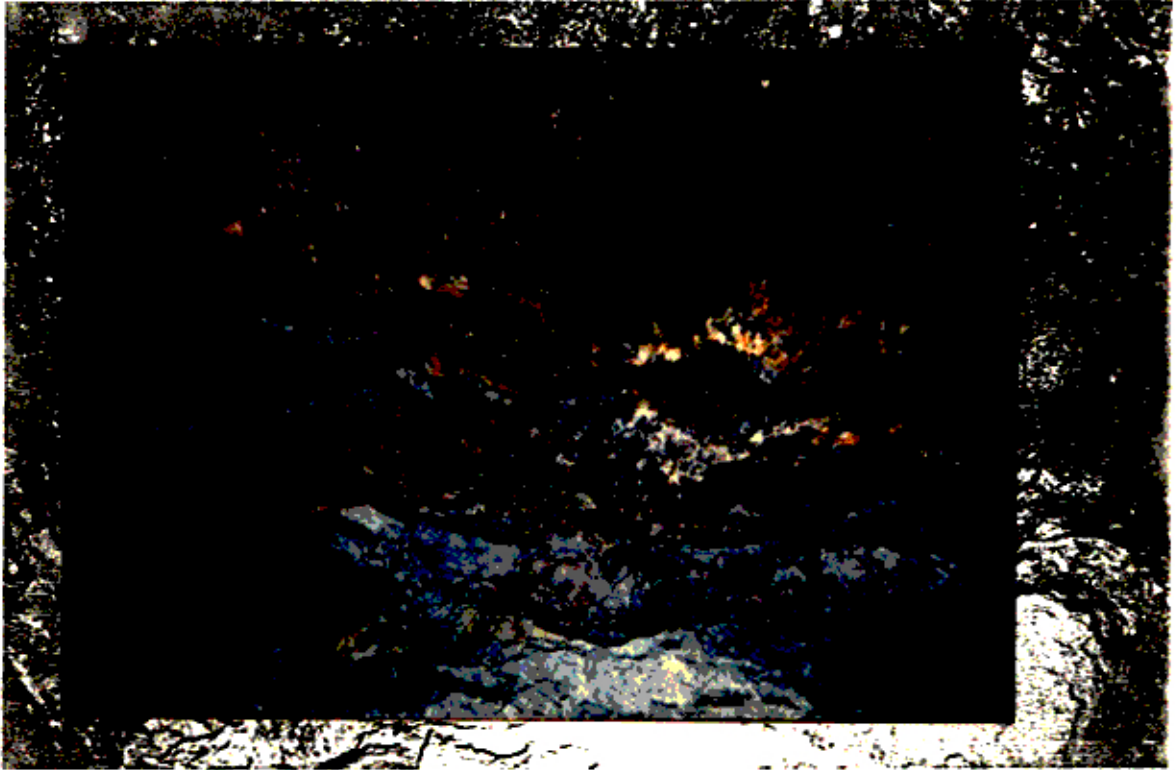


Foto N^o 8: Textura tipo diseminada con cuarzo, esfalerita calcopirita, galena y arsenopirita.

II.5.6 Análisis de las Secciones Pulidas

El estudio de las secciones pulidas han sido realizadas sobre muestras donde macroscópicamente se observan sulfuros, correspondiendo éstas a los afloramientos de los mantos.

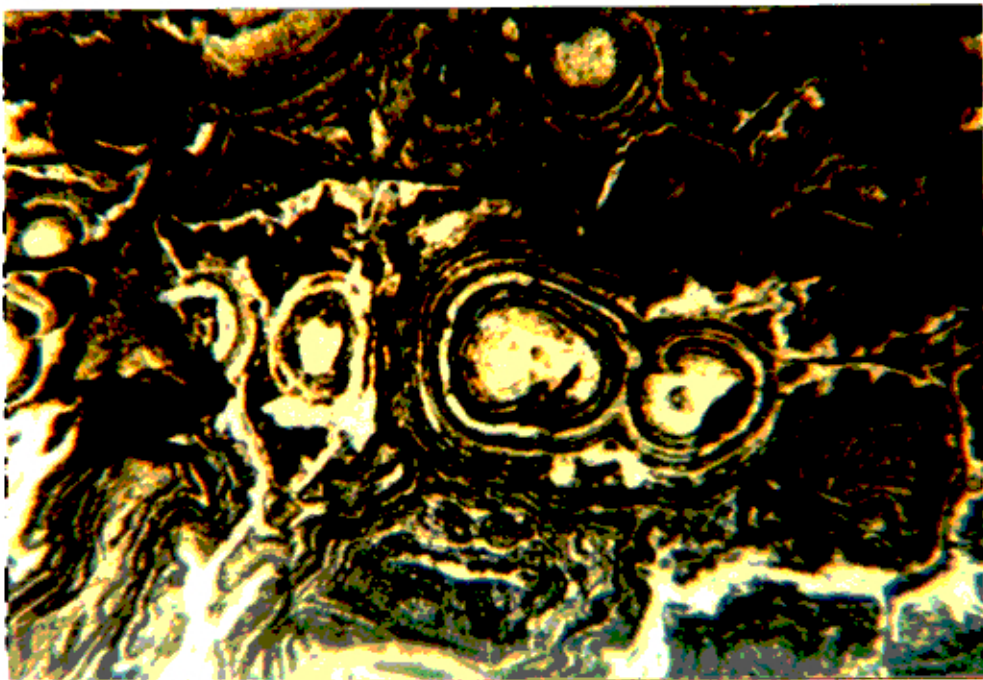
Al microscopio éstas secciones pulidas muestran una deposición de sulfuros en forma de concentraciones paralelas tipo ritmita, también se observa concentraciones irregulares - alargadas, redondeadas, dispuestos en una ganga compuesta principalmente por cuarzo grisáceo y óxidos de fierro (limonita).

Las concentraciones de sulfuros están constituidos por pirita, marcasita, arsenopirita - con esfalerita, calcopirita, galena y tetraedrita subordinados (Microfotografías 10 y 11).

La pirita se encuentra en mayor proporción - que la marcasita y arsenopirita, que pueden ser el producto de una solución a baja temperatura, o en todo caso producto de la parte residual de una solución hidrotermal (Microfotografía 9).

Los sulfuros mencionados forman parte de una etapa principal de mineralización la cuál presenta una secuencia que en términos generales indica que luego del grueso de la deposición de pirita, marcasita y arsenopirita se ha depositado esfalerita, calcopirita, galena. -

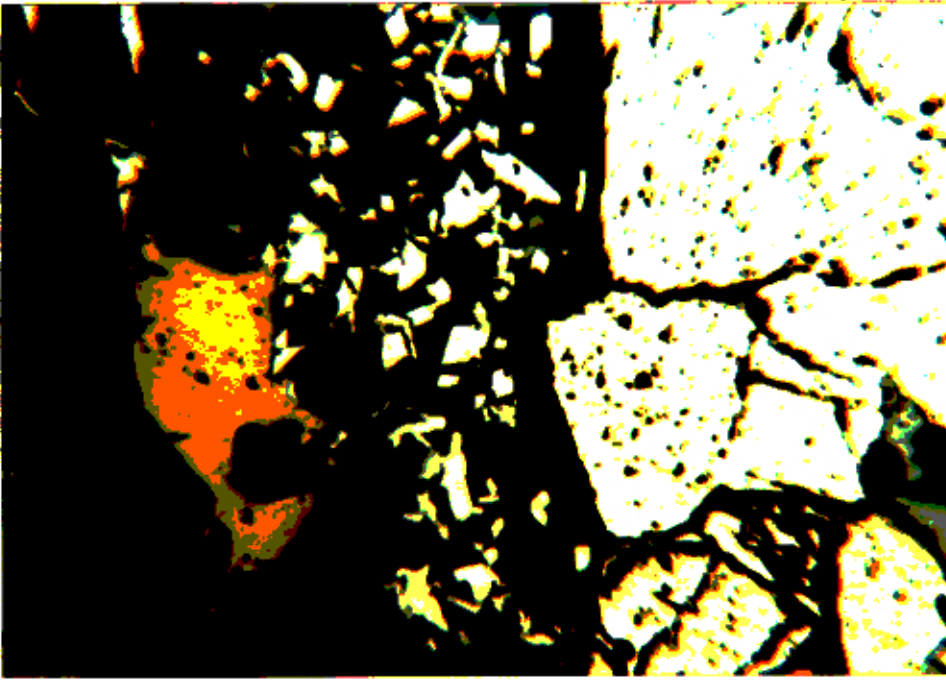
Posteriormente a esta deposición de sulfuros
hubo un microfracturamiento.



Microfotografía N° 9: Textura coloforme de pirita,
marcasita y arsenopirita.

Magnificación 2.5 X

Nicoles cruzados.



Microfotografía N^o 10: Cristales fracturados de arsenopirita en cuarzo. Granos de pirita, galena y calcopirita.

Magnificación 12.5 X

Nicoles cruzados.



Microfotografía N^o 11: Arsenopirita en cuarzo y una microfractura rellena con galena y esfalerita.

Magnificación 2.5 X

Nicoles cruzados.

CAPITULO III - PROSPECCION GEOQUIMICA

- 1.- GEOQUIMICA
- 2.- MUESTREO GEOQUIMICO
- 3.- METODOS ANALITICOS

CAPITULO III

III PROSPECCION GEOQUIMICA

III.1 Geoquímica

Con el objeto de ubicar mantos mineralizados en las zonas donde no afloran por encontrarse cubierto con suelos cuaternarios, se han realizado trabajos de exploración geológica utilizando métodos geoquímicos - apoyados con el uso de la computación a fin de hallar Patrones Geoquímicos Anormales o "Anomalías Geoquímicas" relacionados a mantos mineralizados.

Asimismo, por el presente trabajo de investigación, determinaremos los patrones de dispersión del cobre (Cu) y zinc (Zn) en SUELOS.

Los análisis geoquímicos de las muestras se han realizado por métodos espectrográficos y por absorción atómica.

III.2 Muestreo Geoquímico

El muestreo en el campo es una de las partes más importantes en este tipo de trabajos, solamente a través de un buen muestreo podemos obtener resultados - confiables que nos encaminen a dar una buena interpretación del fenómeno geológico.

En este caso orientado ha realizarse sobre SUELOS, - con la finalidad de determinar anomalías de cobre (Cu) y zinc (Zn).

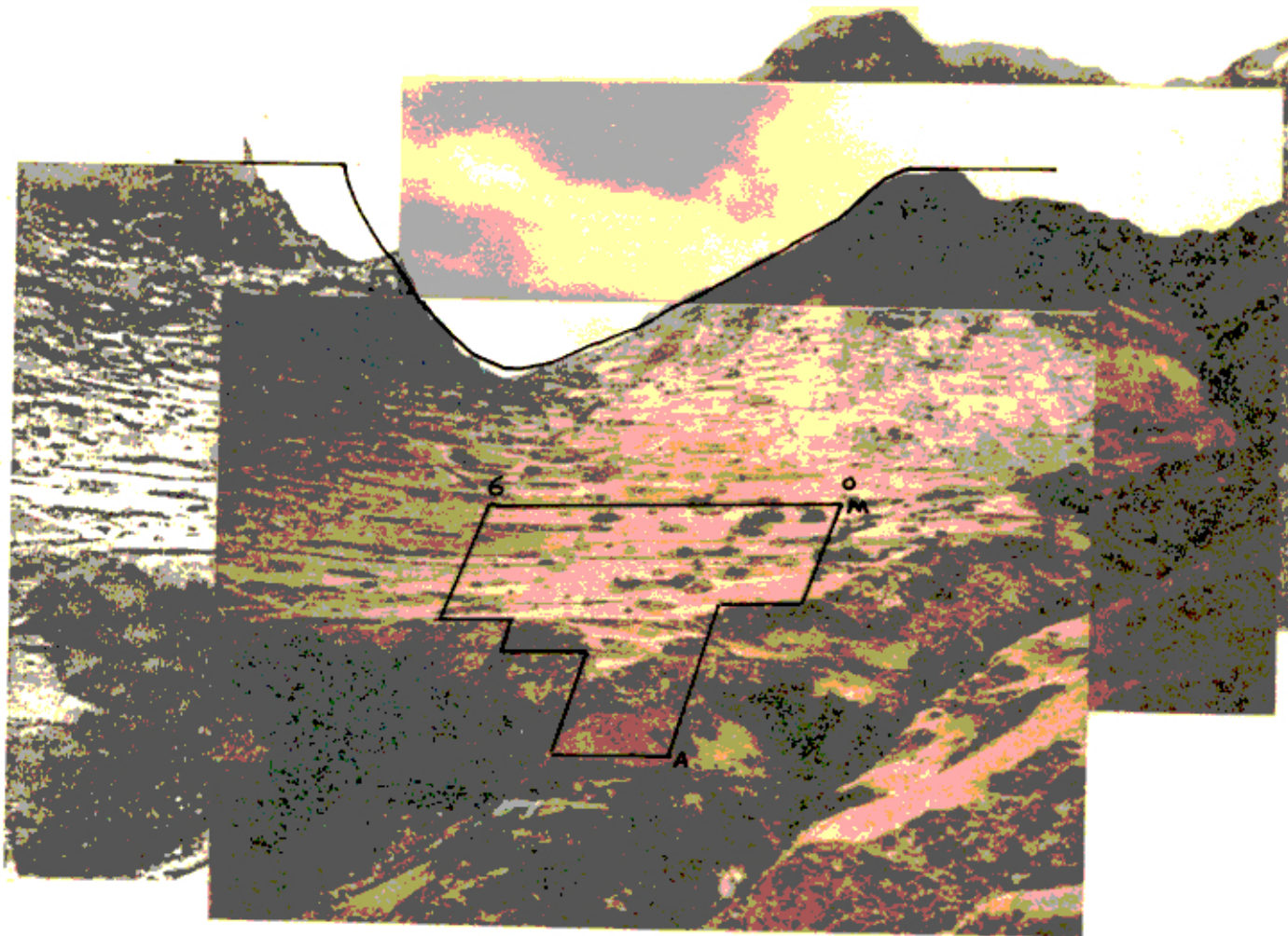


Foto N^o 12

Vista del área de Muestreo en la zona Sur-este. En las partes altas el perfil de un valle glacial.

N



A	*	*	*				
B	*	*	*				
C	*	*	*				
D	*	*	*				
E	*	*	*				
F	*	*	*	*	*		
G	*	*	*	*	*	*	*
H	*	*	*	*	*	*	*
I	*	*	*	*	*	*	*
J	*	*	*	*	*	*	*
K	*	*	*	*	*	*	*
L	*	*	*	*	*	*	*
M	*	*	*	*	*	*	*
O	1	2	3	4	5	6	

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE Toluca

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA, MINAS Y AGRICULTURA

PLANO DE MUESTREO -- ZONA SUR ESTE

MINA PUNYA--ANCASH

PREPARADO POR: DAVID ROLANDO ROJAS CABALLERO

ESCALA: 1 CARACTER= 10m.

ALUMNO: DAVID ROLANDO ROJAS CABALLERO

LAMINA: N° 5

III.2.1 Malla de Muestreo

La malla de muestreo se determinó de acuerdo a las características geomorfológicas - del afloramiento de los mantos, por lo que inicialmente se dividió a la zona en dos partes, Nor Este y Sur Este.

En ambos casos se construyó una malla cuadrada de 10 mts. de lado utilizando la brújula y una wincha de lona de 30 mts.

El área que está ubicada al Nor Este del afloramiento del manto tiene una extensión de 60 mts. x 70 mts.

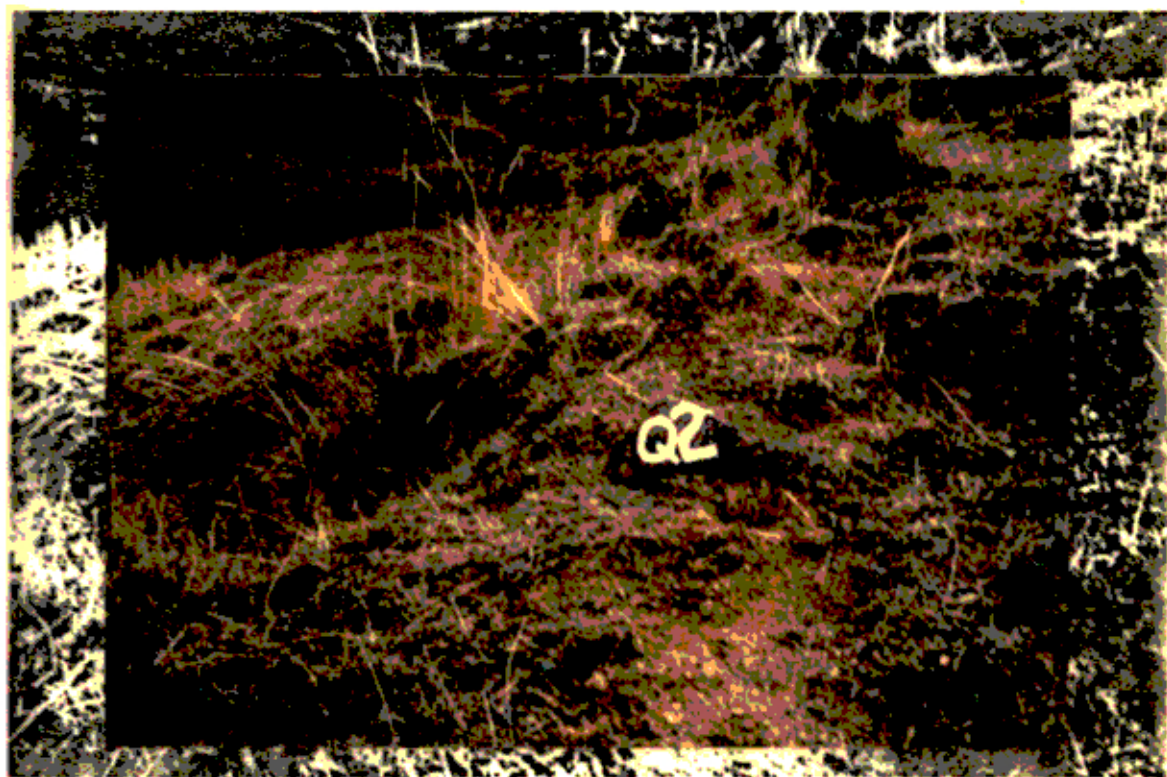
Las cuatro áreas contiguas, ubicadas en la zona Sur Este del afloramiento del manto - tiene las siguientes dimensiones: 50 mts. x 20 mts. - 10 mts. x 40 mts. - 40 mts. x 50 mts. - 20 mts. x 60 mts. (Foto 12 y Foto 13)

III.2.2 Codificación y Metodología en la toma de Muestras

Para la codificación de muestras se tomó en cuenta la malla de muestreo, en el eje vertical se colocó en forma correlativa de arriba hacia abajo letras del alfabeto; en el eje horizontal y en forma creciente de izquierda a derecha se colocó números enteros, el punto de intersección de los ejes verticales y horizontales determinan el có-

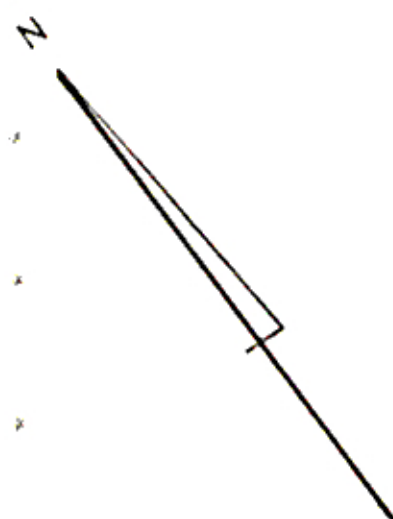
Foto N^o 13

Vista del área de Muestreo en la zona Nor - Este.

Foto N^o 14

Vista de un Punto de Muestreo en la zona Nor - Este.

N	*	*	*	*	*	*	*	*
O	*	*	*	*	*	*	*	*
P	*	*	*	*	*	*	*	*
Q	*	*	*	*	*	*	*	*
R	*	*	*	*	*	*	*	*
S	*	*	*	*	*	*	*	*
T	*	*	*	*	*	*	*	*
	0	1	2	3	4	5	6	7



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA

PLANO DE MUESTREO -- ZONA NOR ESTE

MINA PUNYA--AVICASH

PREPARADO POR: DAVID ROLANDO ROJAS CABALLERO

ESCALA: 1 CARACTER=10 m.

FECHA: NOVIEMBRE 1985

LAMINA: N° 6

digo para cada muestra Ejem. 4 - M, 5 - P, 3 - E, etc. (Foto N^o 14).

La toma de muestras se realizó por partes y en cada parte por líneas, sacando muestras sólo de suelos y teniendo en cuenta las características geológicas locales, entre las que se consideraron las siguientes:

- a.- Número de la muestra .
- b.- Tipo de suelo
- c.- Color y textura
- d.- Tipos de alteración
- e.- Distancias de muestras a rasgos geológicos importantes.

Toda esta descripción se correlacionó con la del mapeo geológico.

Producto del muestreo se obtuvieron un total de 121 muestras de suelos, siendo los puntos ubicados y marcados con pintura en el terreno.

III.3 Métodos Analíticos

Los métodos utilizados en la determinación de elementos en forma cualitativa y cuantitativa son generalmente desde simples a complejos. En este caso hemos utilizado el Espectrográfico y el de Absorción Atómica.

III.3.1 Preparación Mecánica

En la preparación mecánica de las 121 muestras se ha empleado el siguiente procedimiento:

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

III.3.2 Determinación Cualitativa de Compósitos por Espectrografía

Utilizando el método Espectrográfico se realizó el análisis de multielementos de las muestras colectadas, haciendo un compósito por cada área.

Una vez pulverizadas las muestras se pesaron 25 mg. que fueron mezclados con gráfita, excitándose en el arco D.C. y las placas obtenidas se utilizaron para obtener resultados cualitativos y semicuantitativos de elementos.

III.3.2.1 Condiciones experimentales

Es importante tener en cuenta las condiciones en las cuáles se ha mantenido el equipo al realizar

los análisis espectrográficos de los dos compósitos. Para el presente estudio las condiciones experimentales han sido las siguientes:

Equipo utilizado	: Espectrógrafo Ebert 3.4 m. JARRELL - ASH.
Dispersión lineal	: $5 \text{ \AA}/\text{mm}$ - Primer orden.
Apertura de cámara	: 4 mm.
Intensidad de corriente:	9 amp.
Tiempo de excitación	: 60 seg.
Región espectral	: $2,200 \text{ \AA} - 3,550 \text{ \AA}$.
Excitación	: Arco D.C.
Electrodos	: De grafito.
Impureza de electrodos	: Cu 1.22 p.p.m. Mg 0.6 p.p.m. Si 0.5 p.p.m.
Cantidad de muestra	: 25 mgr.

El análisis espectral de multielementos revela la distribución de los siguientes metales (Tabla # 1)

TABLA # 1

MUESTRA	ELEMENTOS MAYORES	ELEMENTOS MENORES	ELEMENTOS TRAZAS			VESTIGIOS
Compósito A-M (zona Sur-Este) de suelo.	Si	Fe	Na	Zn	V	Co
	Al	Mg	Mn	Ti	Cu	As
		Ca		Pb	Ag	B
		K			Zr	
					Ni	
Compósito N-U (zona Nor-Este) de suelo.	Si	Fe	Na	Zn	V	Co
	Al	Ca	Mn	Ti	Cu	B
		K		Pb	Ag	
					Zr	
					Ni	
				As		

Donde:

Elementos Mayores: mayores que 10%

Elementos menores: entre 10% - 1%

Elementos Trazas : entre 1% - 0.001%

Vestigios : menores que 0.001%

El cuadro anterior muestra la distribución promedio de las muestras de SUELO en la que se nota que está formado principalmente por: Si - Al - Fe - Mg - Ca - K.

III.3.3 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, óxidos. Los calcófilos (asociados principalmente al azufre) que

forman parte de los sulfuros, y los siderófilos.

TABLA # 2

	ELEMENTOS MAYORES	ELEMENTOS MENORES	ELEMENTOS TRAZAS	VESTIGIOS
LITOFILOS	Si-Al	Fe-Mg-Ca-K	Mn-Na-Ti-Zr	B
CALCOFILOS			Zn-Pb-Cu-Ag-As	
SIDEROFILOS			Ni	Co

III.3.4 Determinación Cuantitativa de Zinc y Cobre por Absorción Atómica

Los análisis cuantitativos por zinc y cobre se realizaron en 121 muestras de SUELOS, determinando las concentraciones de zinc y cobre en partes por millón (p.p.m.). Estos análisis son los de mayor importancia y en función a los cuales se ha realizado el tratamiento estadístico de los valores de zinc y cobre, determinando el background y los diferentes tipos de anomalías.

III.3.4.1 Conceptos generales

El fenómeno de absorción fué observado por primera vez en 1812 por Wollaston al detectar líneas negras en el espectro solar; siendo Fraunhofer quien las clasificó en 1814.

La interpretación del fenómeno, el desarrollo de los dispersores, los cátodos huecos y los detectores; - recién permitieron a Walsh en 1953 demostrar la importancia de la absorción atómica; apareciendo el primer equipo comercial alrededor de 1960.

El principio consiste en la absorción de la radiación electromagnética característica emitida por un cátodo hueco al atravesar un vapor atómico en estado fundamental según las leyes de Planck y Lambert Beer. Se produce la absorción cuando los átomos del vapor atómico contenidos en una flama (aire - acetileno) son los mismos que producen la emisión en el cátodo hueco.

La absorción de la radiación (absorbancia) es proporcional a la concentración de átomos (metales) de la solución que es aspirada; y esto permite su uso en el análisis cuantitativo de los metales.

El equipo que produce y cuantifica la absorción se denomina Espectrómetro de Absorción Atómica que básicamente se compone de:

- a) Cátodos huecos
- b) Sistema de gases soporte y combustible (aire-C₂H₂, N₂O-C₂H₂, aire-H₂, etc.)
- c) Un monocromador para aislar las longitudes de onda características
- d) Un detector que puede ser de tipo galvanómetro, registrador o digital

Este método permite analizar cuantitativamente entre 60 a 70 elementos metálicos en soluciones acuosas u orgánicas.

III.3.4.2 Condiciones experimentales

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

Equipo utilizado: Espectrómetro de Absorción Atómica - Modelo 82-516 Jarrell - Ash.

Dispensor: De rejilla (30,000 líneas/pulg.)

Cantidad de muestra: 0.1 gr.

III.3.4.3 Procedimiento para el análisis Cuantitativo

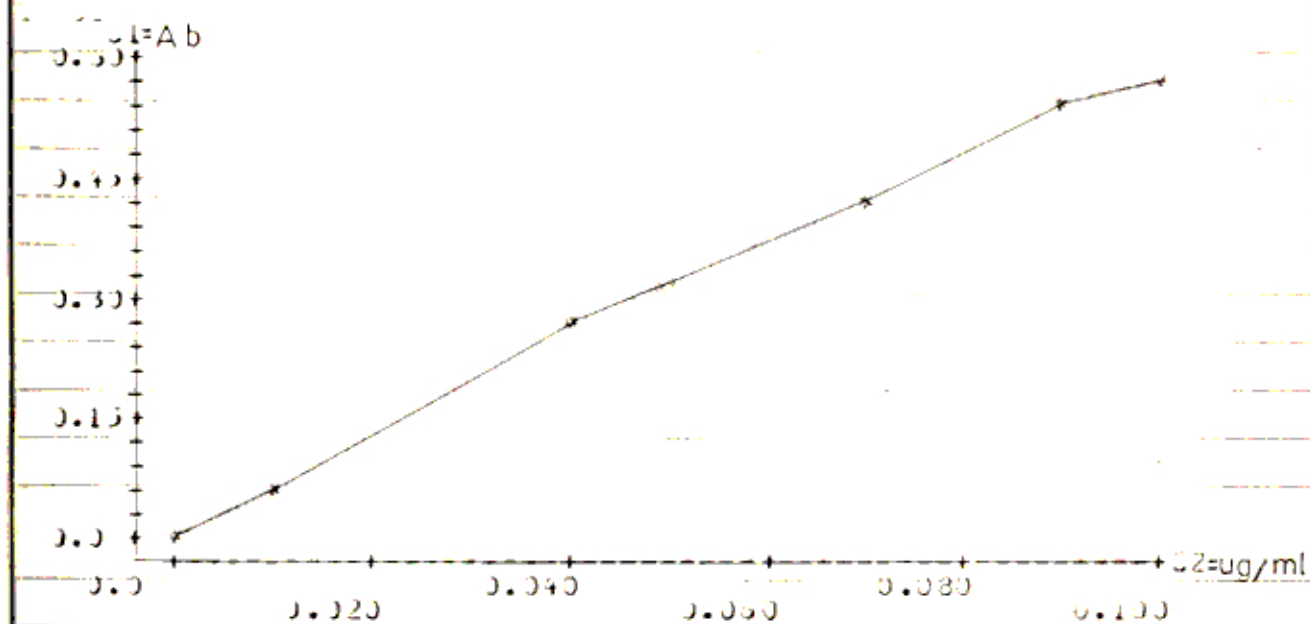
Se realizó pesando 0.1 gr. de muestra de suelo mezclándolo con 0.5 gr. de bisulfato de potasio. Fundimos esta mezcla, dejamos enfriar y luego la solubilizamos con 5 ml. de HCl de concentración 1M. Enseguida la llevamos a 10 ml. con agua destilada y luego aspiramos con el espectrómetro de Absorción Atómica para la determinación directa del cobre; enseguida tomamos 1 ml. de cada muestra, diluyéndola a 10 ml. con agua destilada para luego emplearla en la determinación del zinc.

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 fueron obtenidos en base a las curvas estándares de cobre y zinc; puesto que la ABSORVANCIA medida con el espectrómetro de Absorción Atómica están expresadas en porcentaje, la absorvancia (obtenida de las tablas) de cada una de las muestras ploteadas en la curva de trabajo nos determina las concentraciones de cobre y zinc en partes por millón (p.p.m.).

EJEMPLO: para una muestra analizada
da por cobre tenemos:

- * El espectrómetro da % Ab = 59.5
- * En la tabla esto corresponde:
Ab = 0.393
- * En la curva de trabajo del cobre
esto corresponde a 6.26 ug/ml.
- * Se han utilizado 10 ml. entonces
tendremos: 63 ug. de cobre que se
rían igual a 0.063 mg. de cobre.
- * Expresado en porcentaje: % Cu =
0.063
- * Expresado en partes por millón:
Cu = 630 p.p.m.

Anotaremos que las curvas de trabajo
jo (LAMINA N^o 7 y LAMINA N^o 8) corr
rrespondientes al estandar de co-
bre y zinc fueron construídas en
base a diferentes concentraciones
de cobre y zinc respectivamente -
(p.p.m.) previamente determinadas,
de las que se determinó su Absor--
vancia correspondiente.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

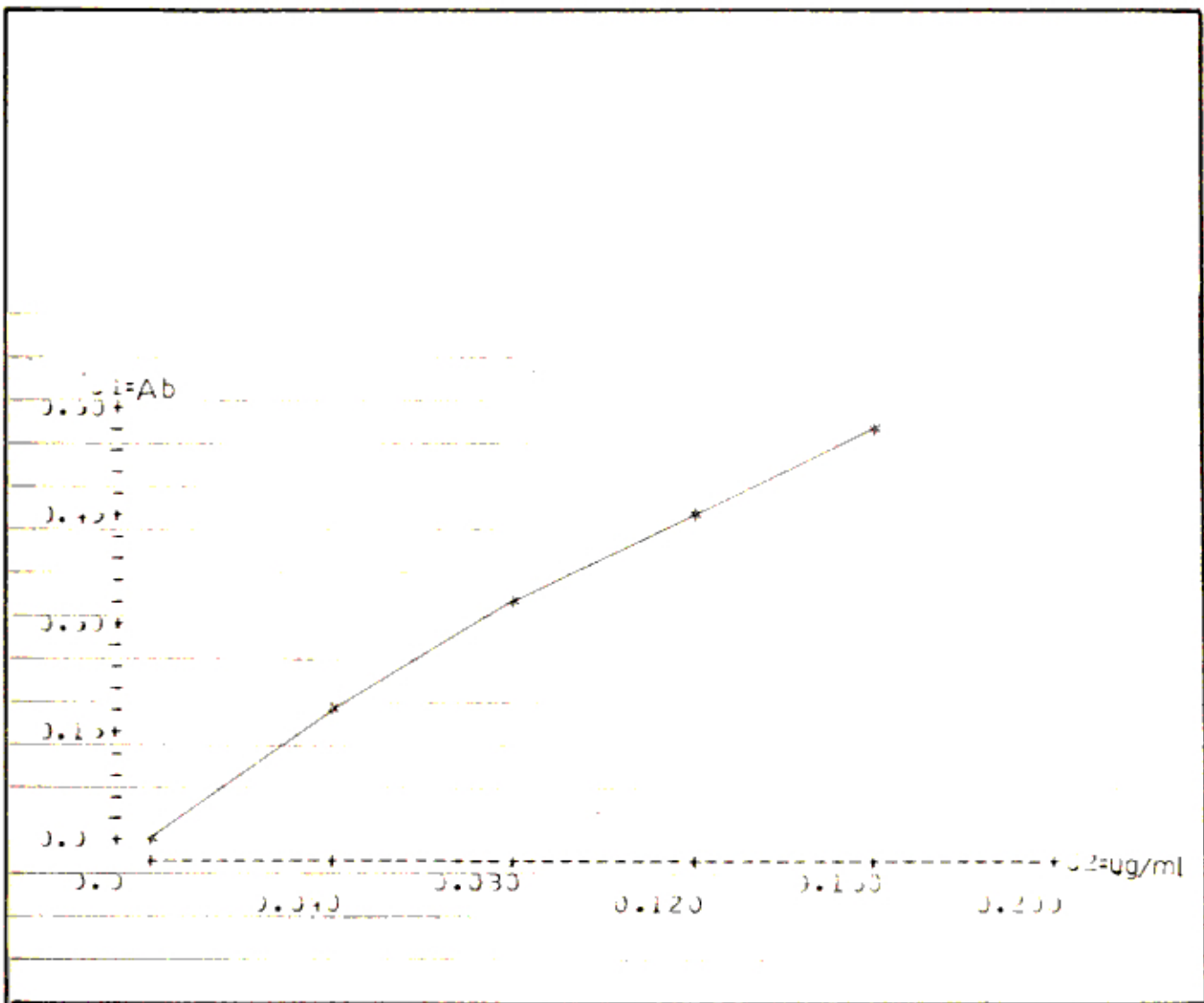
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA

CURVA PATRON PARA EL COBRE (ABSORCIÓN ATÓMICA)

PREPARADO POR : DAVID RIJAS CABALLERO

LONGITUD DE ONDA DEL COBRE : 3274 Å

LAMINA N° 7



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA

CURVA PATRON PARA METILO (ABSORCIÓN ATÓMICA)

LONGITUD DE Onda PARA EL ZINC : 2139 Å

LAMINA N° 8

CAPITULO IV - TRATAMIENTO ESTADISTICO COMPUTARIZADO
DE DATOS GEOQUIMICOS

- 1.- DETERMINACION DE PARAMETROS ESTADISTICOS
- 2.- DETERMINACION DE PARAMETROS GEOQUIMICOS

CAPITULO IV

IV TRATAMIENTO ESTADISTICO COMPUTARIZADO DE DATOS GEOQUÍMICOS

Siendo el objetivo principal de la Prospección Geoquímica - la determinación de zonas anómalas de cobre y zinc, realizamos el tratamiento estadístico computarizado de las 121 muestras analizadas cuantitativamente por el método de absorción atómica.

IV.1 Determinación de Parámetros Estadísticos

La población de datos obtenidos del análisis cuantitativo por cobre y zinc en 56 muestras de suelos de la zona nor - este y en 65 muestras de suelos de la zona sur - este del afloramiento del manto son tratados - por el análisis estadístico utilizando la computadora con la finalidad de determinar los parámetros geoquímicos que nos permitan establecer posibles áreas mineralizadas.

IV.1.1 Zona Nor - Este: (56 muestras)

a) Para el zinc tenemos (Lámina N^o 9):

La media: $\bar{X} = 1200.5$ p.p.m.

La desviación estándar: $\sigma = 1034.6$

El histograma de los 56 análisis por zinc nos muestra que la mayor ocurrencia de valores está entre 750 - 1250 p.p.m., con una tendencia asimétrica hacia los valores altos (sesgada a la derecha).

DATOS	C1 COBRE	C2 ZINC		
1	31.	400.00		
2	41.	530.00		
3	510.	330.00		
4	130.	210.00		
5	133.	210.00		
6	120.	800.00		
7	30.	1200.00		
8	90.	700.00		
9	120.	350.00		
10	61.	700.00		
11	30.	550.00		
12	120.	350.00		
13	170.	1100.00		
14	200.	2300.00		
15	160.	1200.00		
16	120.	1100.00		
17	41.	600.00		
18	60.	600.00		
19	170.	1100.00		
20	210.	1000.00		
21	130.	1100.00		
22	120.	900.00		
23	30.	1000.00		
24	190.	1500.00		
25	30.	400.00		
26	30.	500.00		
27	110.	300.00		
28	110.	250.00		
29	200.	1200.00		
30	230.	1400.00		
31	130.	1100.00		
32	210.	2000.00		
33	41.	500.00		
34	30.	700.00		
35	30.	900.00		
36	120.	2200.00		
37	120.	2200.00		
38	600.	4000.00		
39	250.	1400.00		
40	300.	2200.00		
41	40.	500.00		
42	40.	600.00		
43	430.	300.00		
44	100.	800.00		
45	110.	600.00		
46	250.	1000.00		
47	130.	900.00		
48	130.	700.00		
49	41.	400.00		
50	50.	300.00		
51	100.	700.00		
52	40.	900.00		
53	70.	1600.00		
54	670.	3000.00		
55	210.	600.00		
56	210.	1000.00		

HISTO C1	
MIDDLE OF INTERVAL	NUMBER OF OBSERVATIONS
0.	3
100.	25
200.	15
300.	4
400.	1
500.	1
600.	0
700.	2

MEAN C1	163.59
ST. DEV. C1	136.98

HISTO C2	
MIDDLE OF INTERVAL	NUMBER OF OBSERVATIONS
0.	17
1000.	23
1500.	5
2000.	1
2500.	1
3000.	1
3500.	2
4000.	0
4500.	0
5000.	1
5500.	1

MEAN C2	1200.5
ST. DEV. C2	1004.6

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	LAMINA Nº 9
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA	
HISTOGRAMAS DE LA ZONA NOR-ESTE	
PREPARADO POR DAVID ROJAS CABALLERO	
C1 : LEYES DE COBRE	
C2 : LEYES DE ZINC	

ZONA NOR ESTE

DISTRIBUCION DEL ZINC - COBRE SEGUN LA LINEA N₃- T₃

FIGURA: 4.1

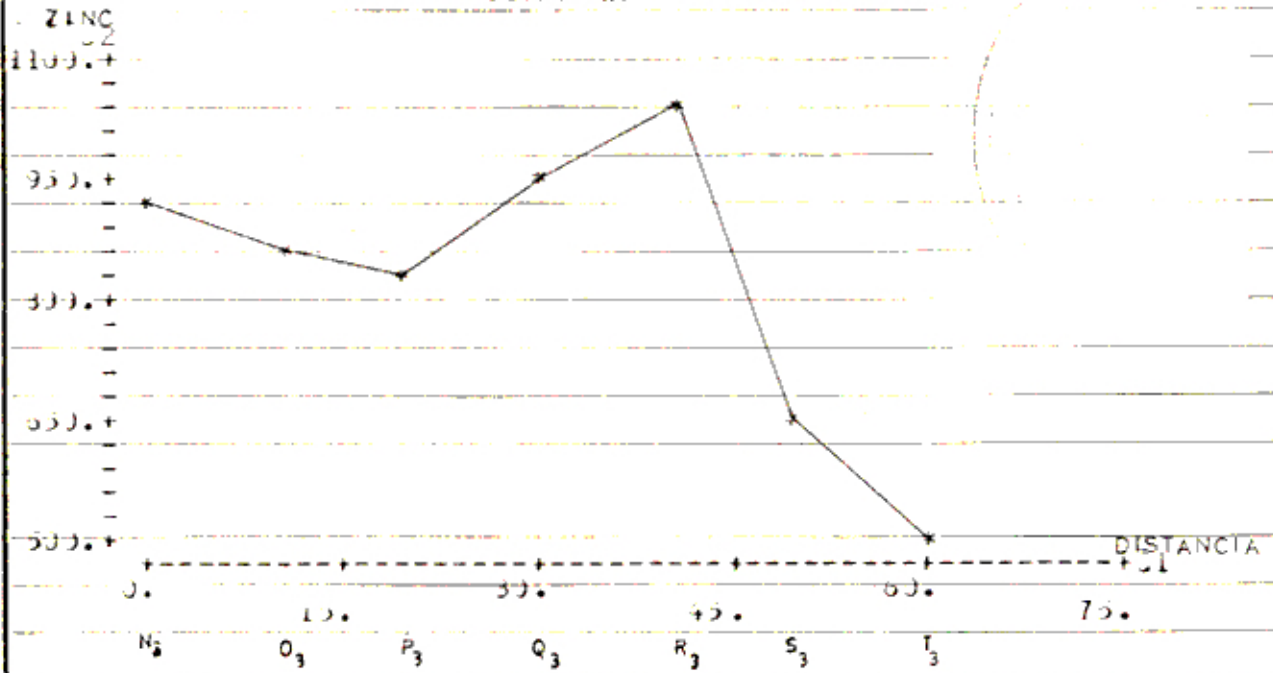
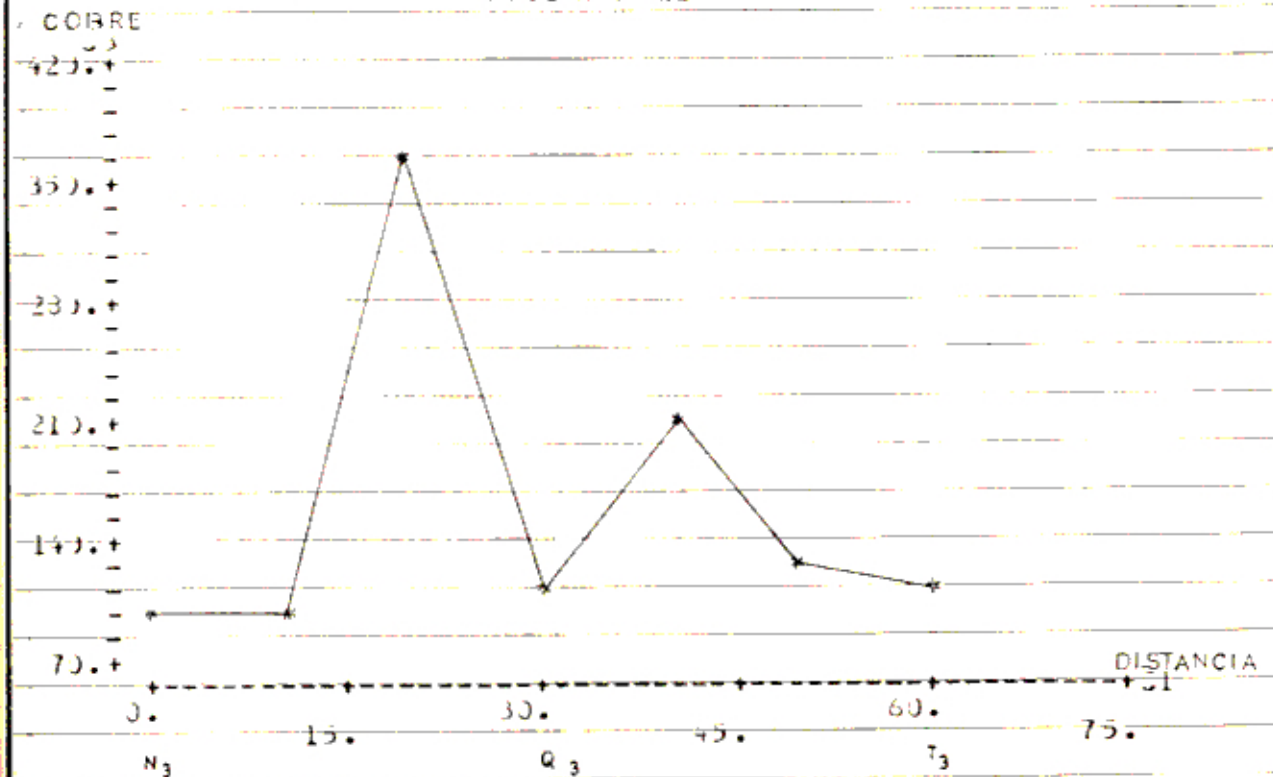


FIGURA: 4.2



ZONA NOR ESTE

SECCION TRANSVERSAL SEGUN LA LINEA N₃-T₃

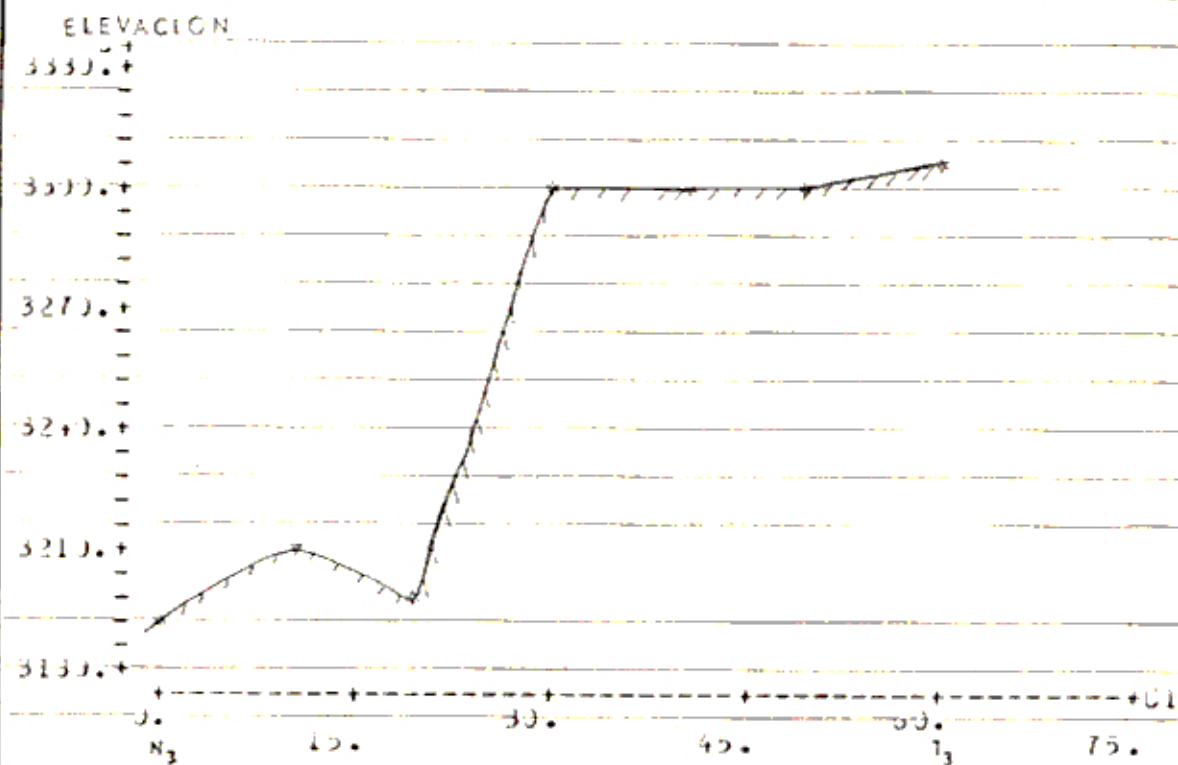


FIGURA : 4.3

b) Para el cobre tenemos (Lámina N^o 9):

La media: $\bar{X} = 163.59$ p.p.m.

La desviación estándar: $\sigma = 134.98$

El histograma de los 56 análisis por cobre nos muestra que la mayor ocurrencia de valores está entre 50 - 150 p.p.m. con una débil asimetría hacia los valores más altos (sesgada a la derecha).

IV.1.2 Zona Sur - Este: (65 muestras)

a) Para el zinc tenemos (Lámina N^o 10):

La media: $\bar{X} = 1819.4$ p.p.m.

La desviación estándar: $\sigma = 551.86$ p.p.m.

El histograma de los 65 análisis por zinc nos muestra que la mayor ocurrencia de valores está entre 1250 - 2250 p.p.m. formando una curva con una tendencia asimétrica (sesgada a la derecha).

b) Para el cobre tenemos (Lámina N^o 10):

La media: $\bar{X} = 112.42$ p.p.m.

La desviación estándar: $\sigma = 67.74$ p.p.m.

El histograma de los 65 análisis por cobre nos muestra una mayor ocurrencia de valores entre 75 - 125 p.p.m. con una tendencia asimétrica hacia los valores altos.

DS

ZINC

COBRE

2150.33
2400.33
1950.33
2310.33
2140.33
2330.33
1970.33
2350.33
2390.33
1950.33
2400.33
2320.33
1700.33
1900.33
1750.33
2300.33
1950.33
1900.33
2390.33
1940.33
1940.33
1800.33
1760.33
1950.33
2050.33
1900.33
1750.33
2150.33
1900.33
1800.33
1950.33
1950.33
1950.33
2180.33
2380.33
2380.33
1950.33
1950.33
2390.33
2150.33
1950.33
1130.33
1950.33
1160.33
2150.33
4220.33
440.33
1750.33
1350.33
1400.33
1350.33
1200.33
1420.33
1990.33
1990.33
1950.33
1950.33
1950.33
1750.33
1250.33
1330.33
1530.33

MISTO 01

MIDDLE OF NUMBER OF
INFLEXION OBSERVATIONS
1330. 5
1330. 25
1330. 25
2330. 0
3330. 0
3330. 1
3330. 0
3330. 1

1750.33 1319.4

1750.33 131.86

MISTO 02

MIDDLE OF NUMBER OF
INFLEXION OBSERVATIONS
33. 7
133. 45
133. 1
233. 2
333. 1
333. 0
433. 1
533. 0
633. 1

1750.33 112.42

1250.33 67.738

C1

C2

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL, MINERA Y METALURGICA	
HISTORIALES DE LA ZONA SUR-ESTE	LAMINA
PROYECTOS PROYECTOS A LOS CARRILES	Nº
DE LOS DE C140	10
DE LOS DE C140	

ZONA SUR ESTE
 DISTRIBUCION DEL ZINC - COBRE SEGUN LA LINEA A₂-M₂

FIGURA : 4.4

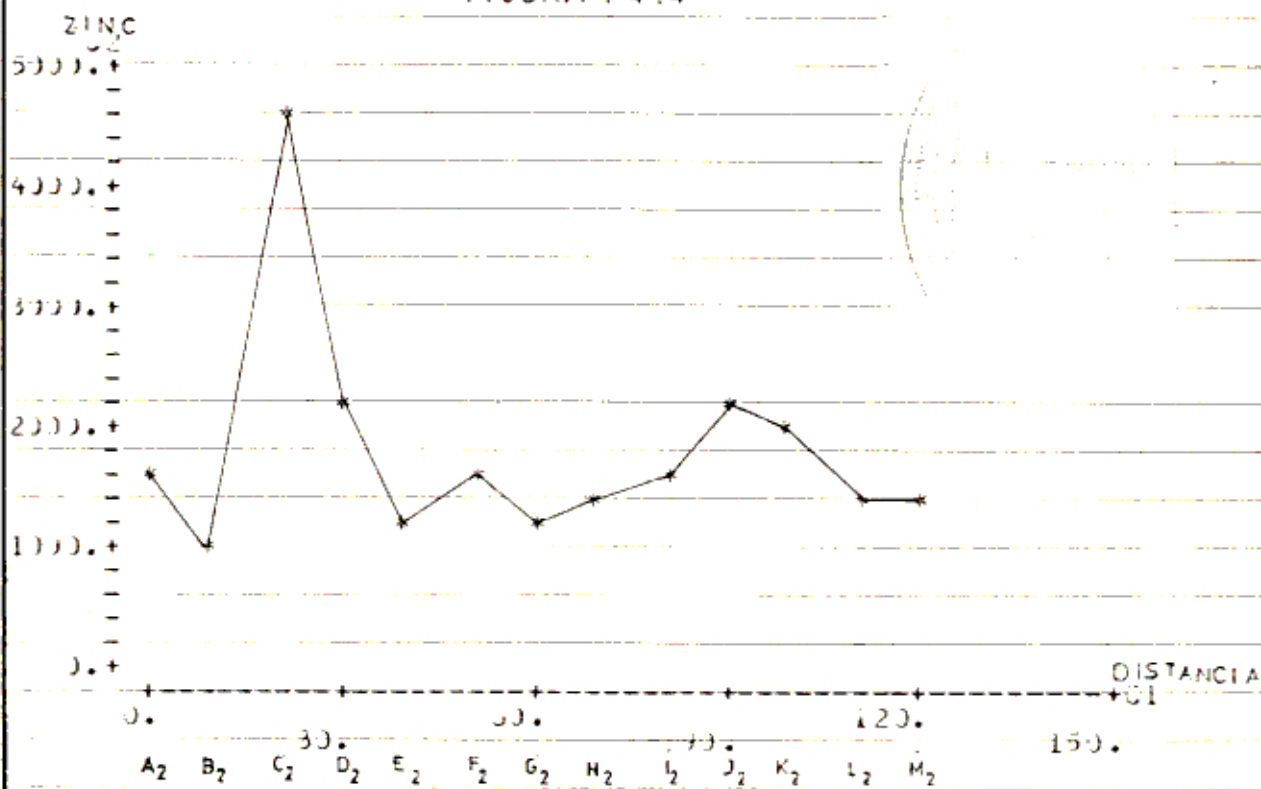
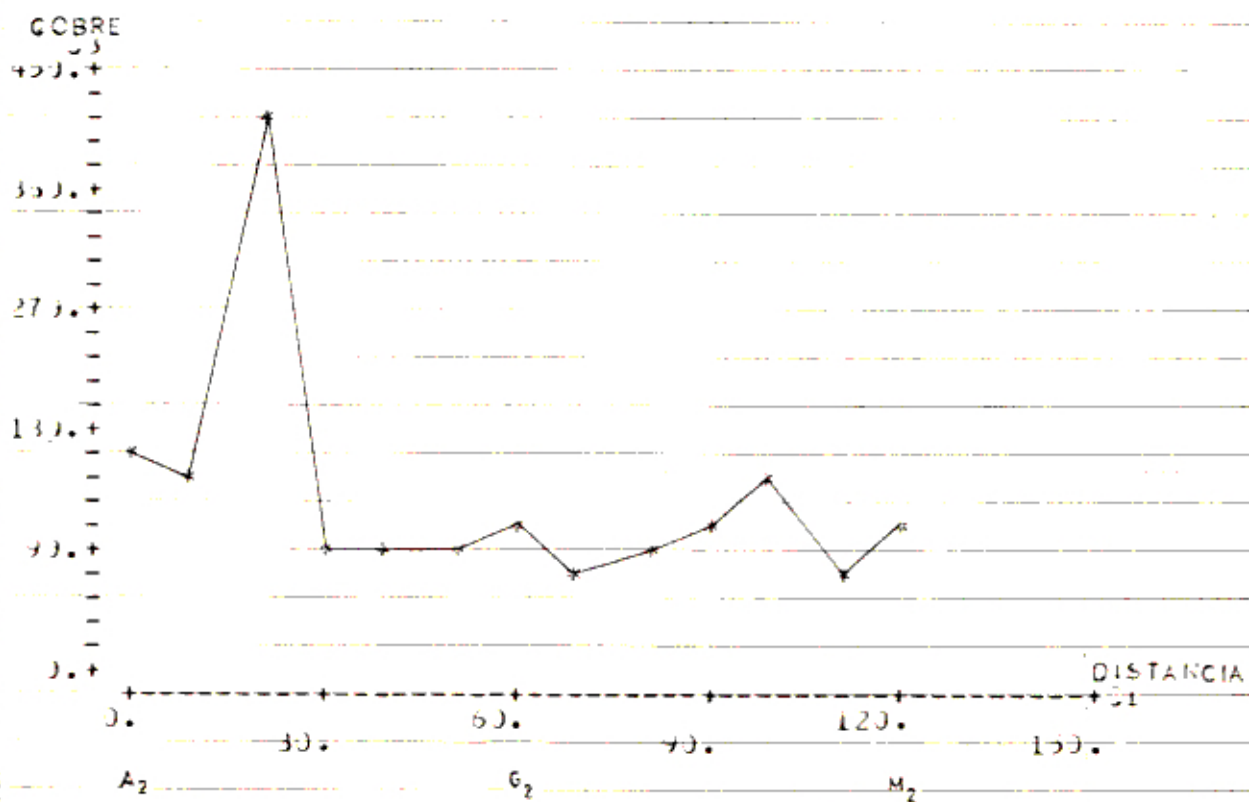


FIGURA : 4.5



ZONA SUR ESTE

DISTRIBUCION DEL ZINC - COBRE SEGUN LA LINEA J₁-J₆

FIGURA: 4.6

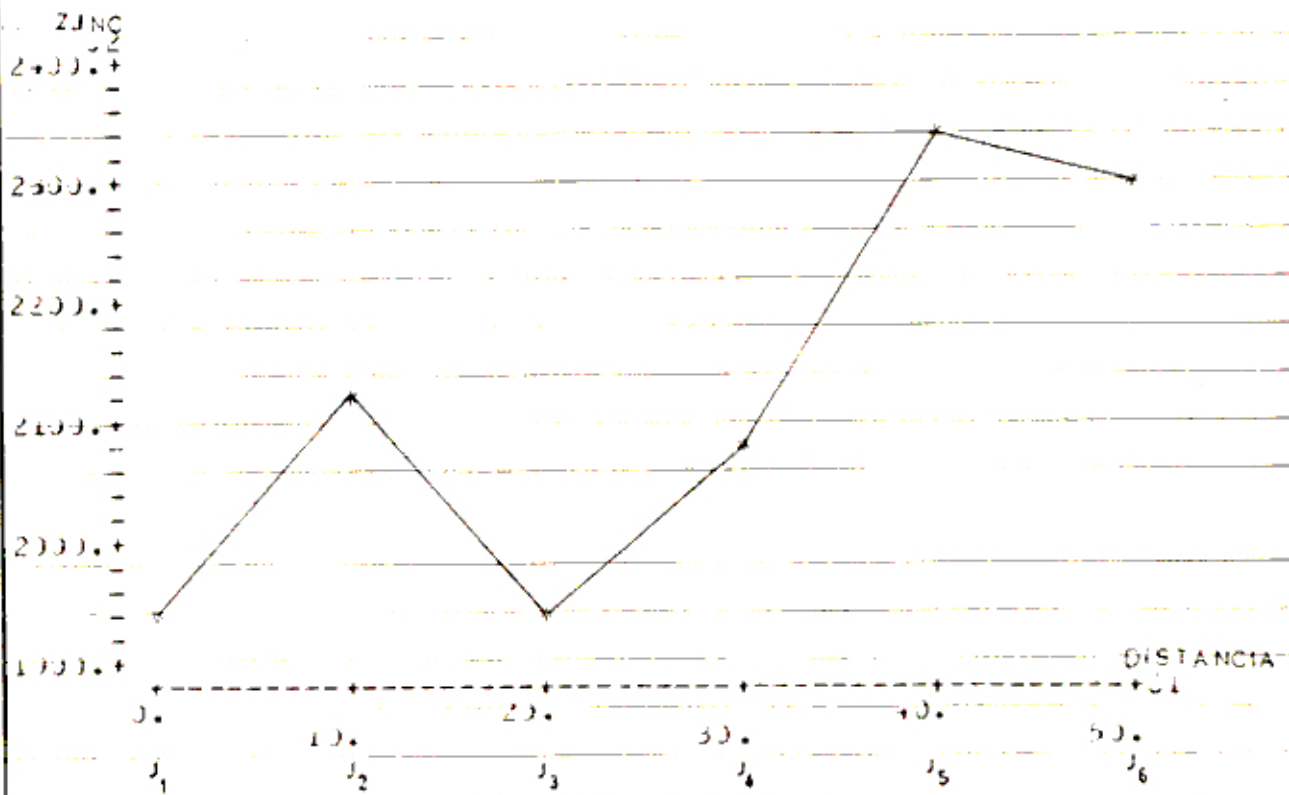
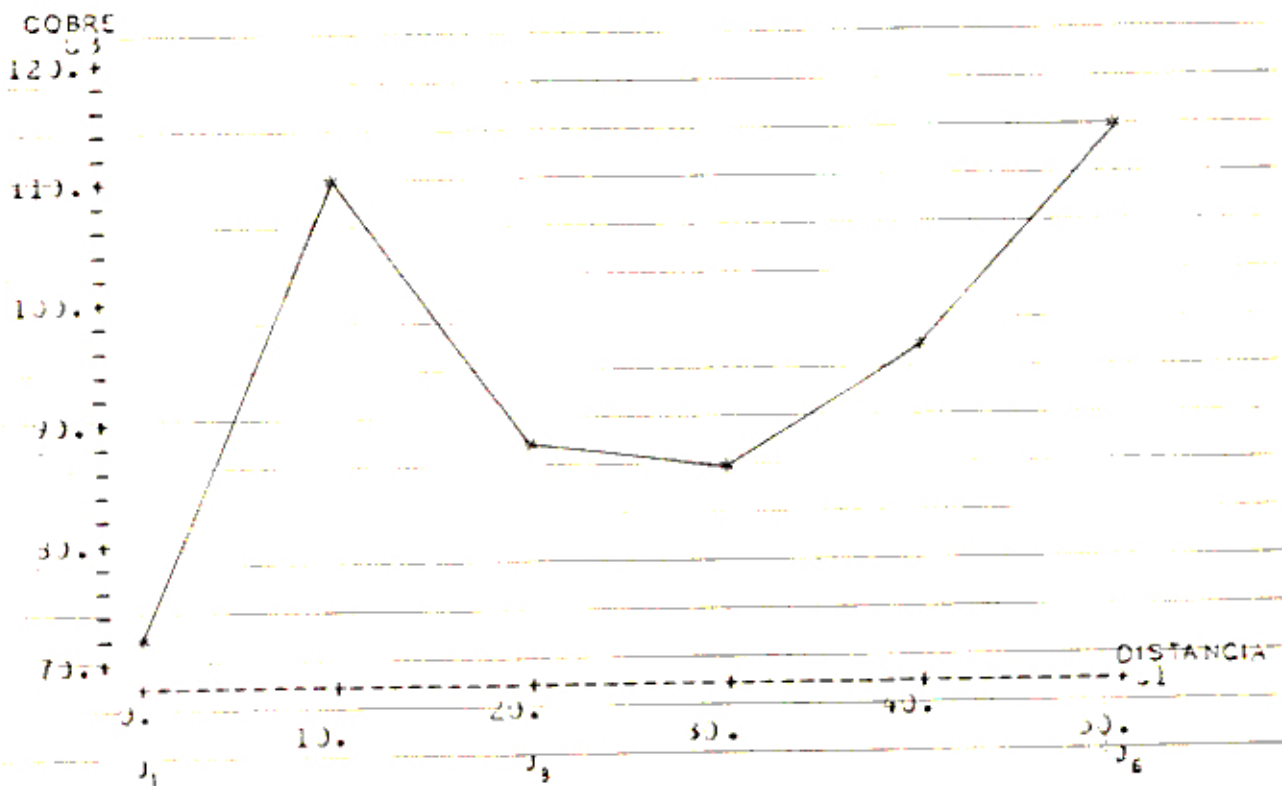


FIGURA: 4.7



ZONA SUR ESTE

SECCIONES TRANSVERSALES SEGUN LAS LINEAS A₂-M₂ Y J₁-J₆

FIGURA: 4.8

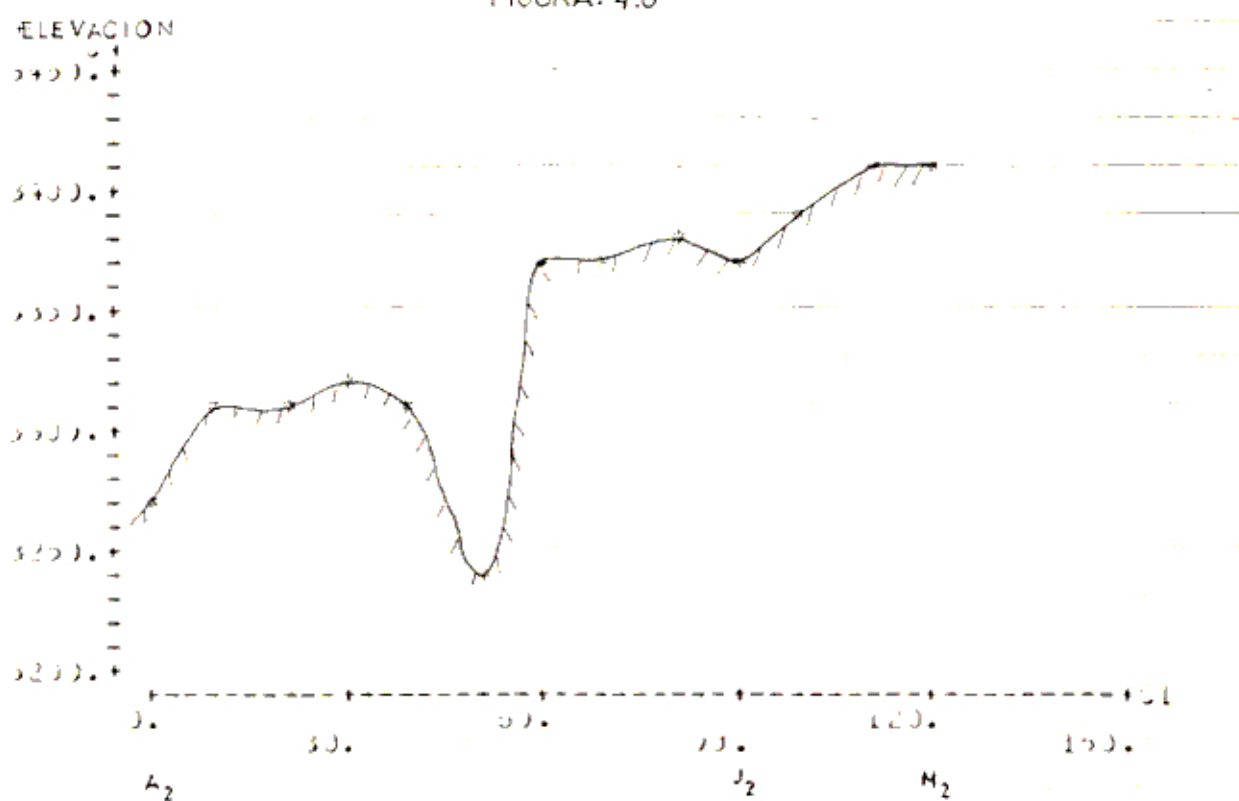
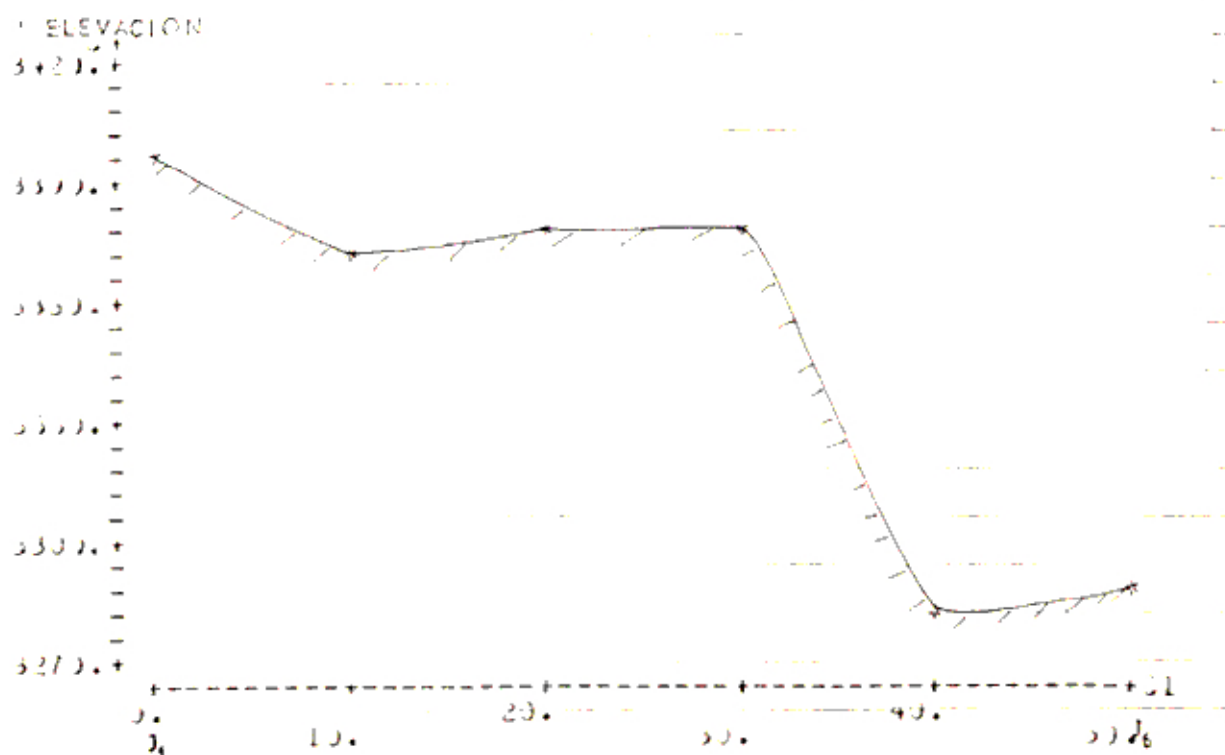


FIGURA : 4.9



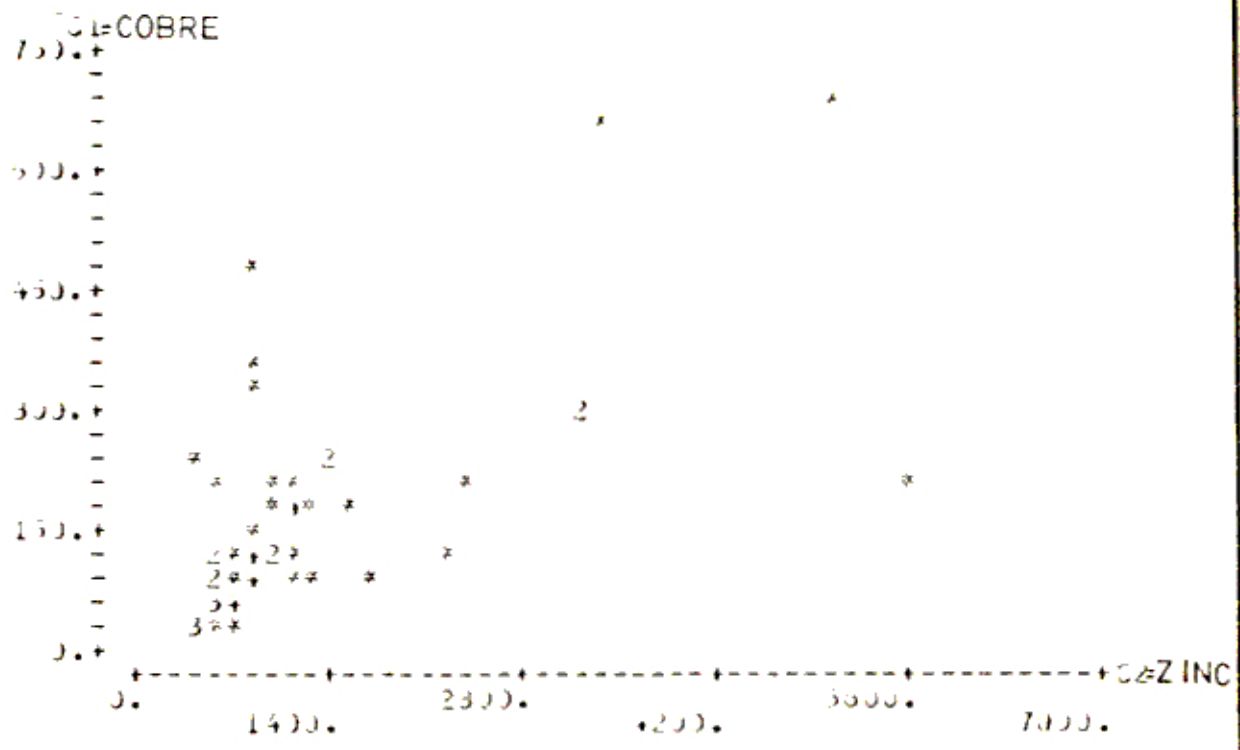
IV.1.3 Correlación Simple y Regresión Lineal Simple en las zonas Nor - este y Sur - este

Como cada una de las muestras tomadas en suelos han sido analizadas paralelamente por zinc y cobre en ambas zonas, 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 N^o 10 la correlación entre el zinc y el cobre en la zona nor-este está dado por el coeficiente de correlación que es igual a 0.63 y en la zona sur-este el coeficiente de correlación es igual a 0.69 (Lámina N^o 11). En ambos casos las rectas de regresión tienden a formar un ángulo de 45^o con la abscisa; esto nos indicaría una buena correlación para ambos contenidos metálicos que tienden a variar en un mismo sentido. Es decir si se incrementa o disminuye el valor de uno de ellos, se incrementa o disminuye el valor del otro.

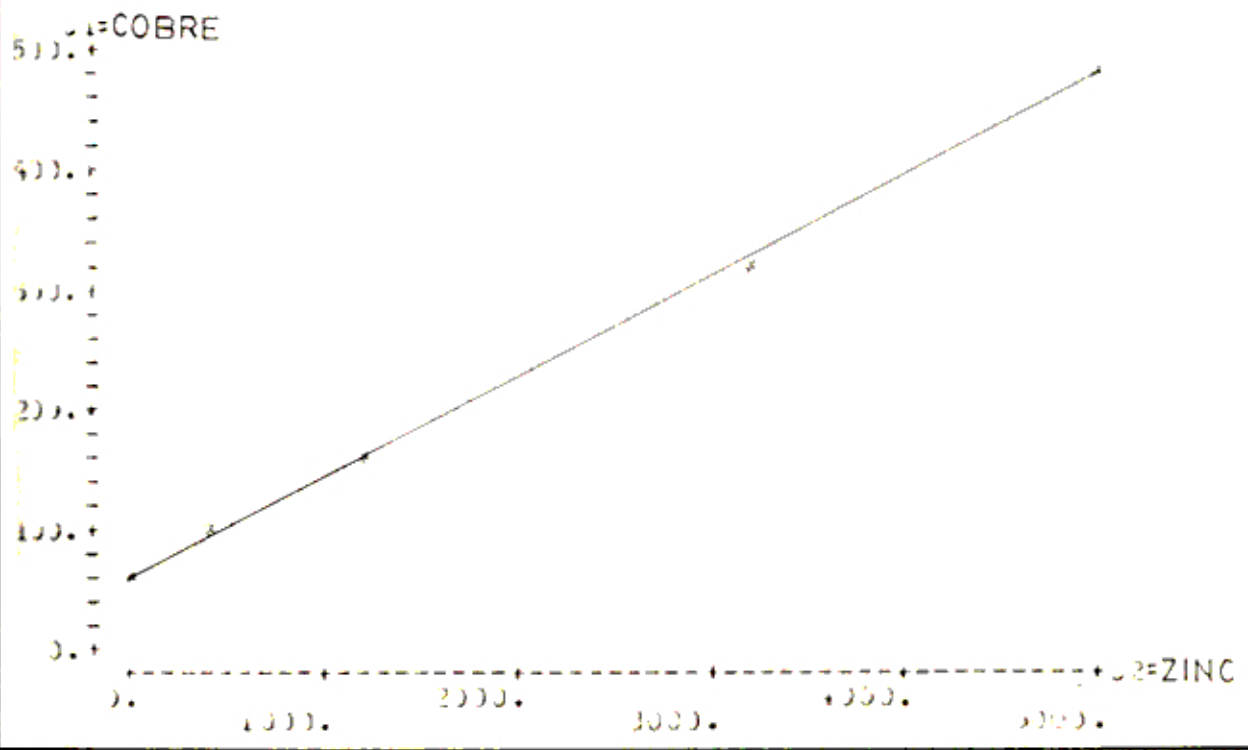
IV.2 Determinación de Parámetros Geoquímicos

Otro de los puntos más importantes en la Prospección Geoquímica es la determinación de los parámetros geo-

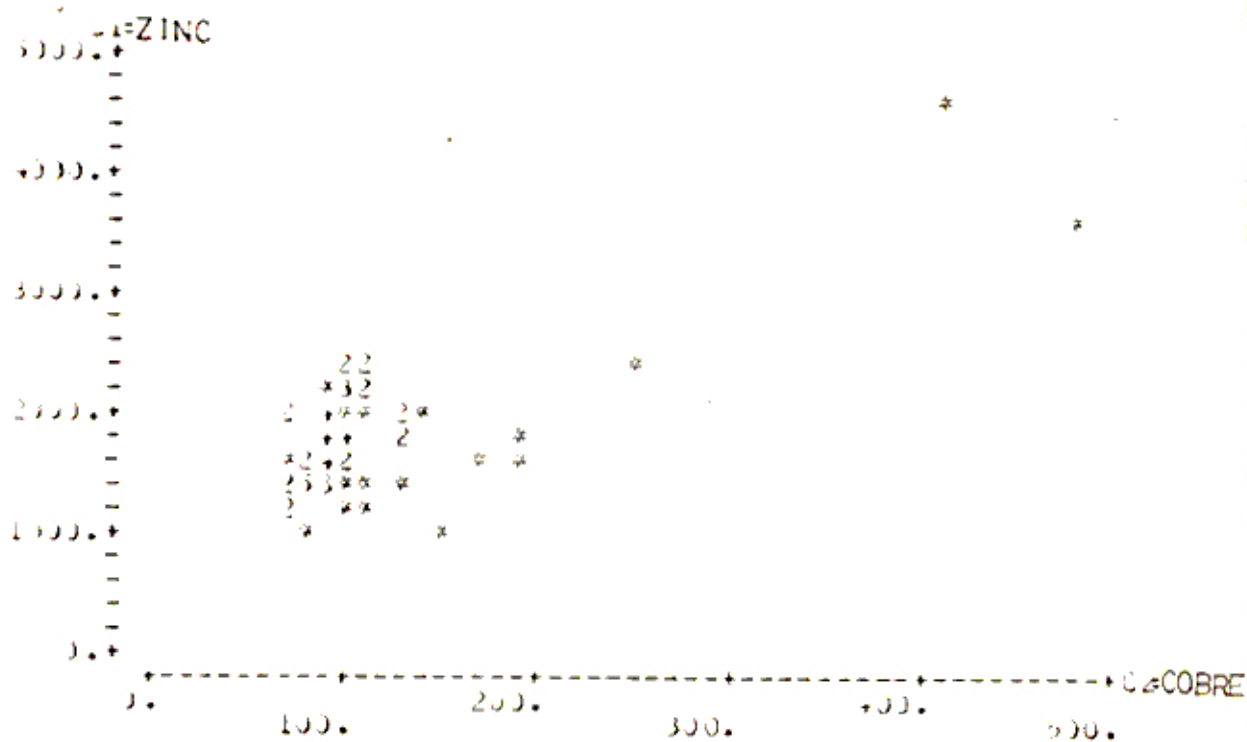


CORR 01 02

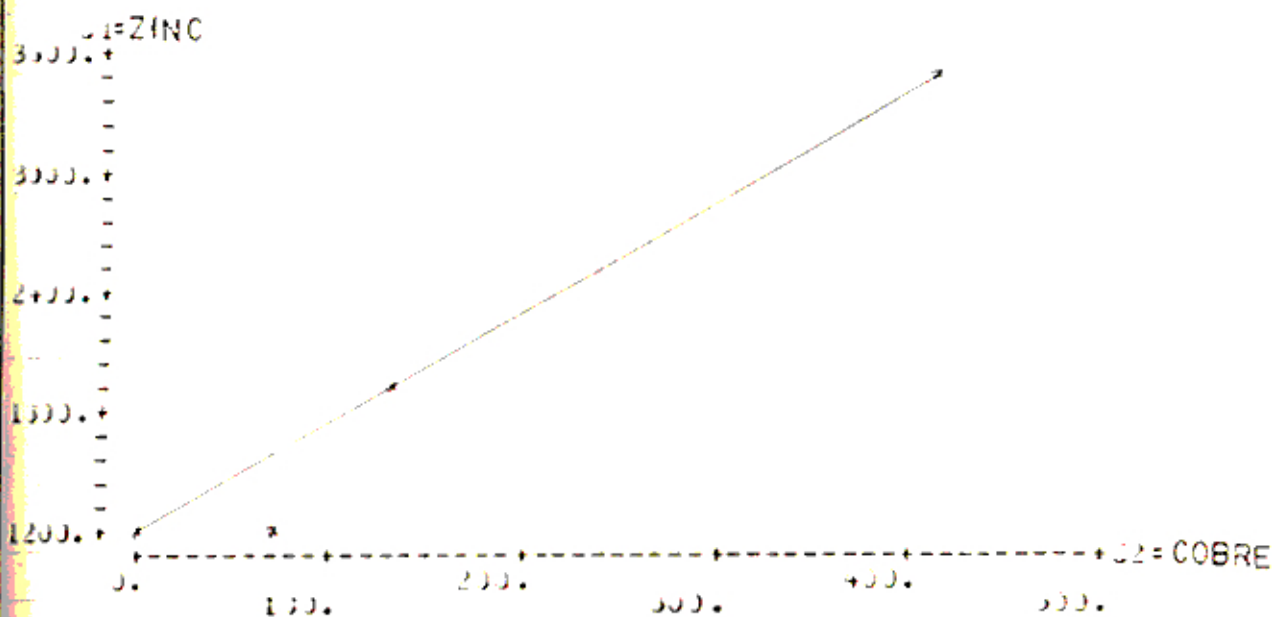
CORRELATION OF 01 AND 02 = 0.923	
REGRESSION LINEAL	LAMINA N° 11
$Y = 65.29 + 0.03133X1$	
ZONA NOR-ESTE	



CORR C1 C2
 CORRELATION DE C1 A C2 = 0.994



REGRESIUN LINEAL	LAMINA Nº
$(Y = 11.34 \cdot X + 5.555)$	
ZONA SUR-ESTE	12



químicos que nos van a permitir localizar zonas anómalas de zinc y cobre que estén relacionadas a posibles áreas mineralizadas.

IV.2.1 Determinación del Background: (B.G.)

Las trazas metálicas 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 metal (zinc-cobre), que caracteriza a un medio geológico libre de mineralización; cuya representación matemática está dado por:

$$\text{B.G.} = \bar{X} \pm \sigma$$

\bar{X} = Media aritmética de la población

σ = La desviación estándar

IV.2.1.1 Zona Nor - Este

a) Para el zinc tenemos:

$$\text{B.G.} = [1200.5 \pm 1034.6] \text{ p.p.m.}$$

b) Para el cobre tenemos:

$$\text{B.G.} = [163.59 \pm 134.98] \text{ p.p.m.}$$

IV.2.1.2 Zona Sur - Este

a) Para el zinc tenemos:

$$\text{B.G.} = [1819.4 \pm 551.86] \text{ p.p.m.}$$

b) Para el cobre tenemos:

$$\text{B.G.} = [112.42 \pm 67.74] \text{ p.p.m.}$$

IV.2.2 Areas de Background: (A.B.G.)

Son áreas que están definidas como zonas que contienen valores entre:

$$\text{A.B.G.} = [0, \bar{x} + \delta]$$

IV.2.2.1 Zona Nor - Este

a) Para el zinc tenemos:

$$\text{A.B.G.} = [0, 2235.1] \text{ p.p.m.}$$

b) Para el cobre tenemos:

$$\text{A.B.G.} = [0, 298.57] \text{ p.p.m.}$$

IV.2.2.2 Zona Sur - Este

a) Para el zinc tenemos:

$$\text{A.B.G.} = [0, 2371.26] \text{ p.p.m.}$$

b) Para el cobre tenemos

$$\text{A.B.G.} = [0, 180.16] \text{ p.p.m.}$$

IV 2.3 Determinación de Anomalías:

Consiste básicamente en definir áreas probables y significativas de ocurrencia de metales. Las anomalías que están relacionadas al mineral que pueden ser usados como guías en exploración son Anomalías Significativas. Las anomalías que son superficialmente similares a las anomalías significativas pero que no están relacionados al mineral son conocidos como anomalías no significativas o probables.

Una anomalía probable (A.P.), está determina-

da por el siguiente intervalo:

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

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

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

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

IV.2.3.1 Zona Nor - Este

a) Para el zinc tenemos:

$$\text{Areas A.P.} = < 2235.1, 3269.7] \text{ ppm.}$$

$$\text{Areas A.S.} > 3269.7 \text{ p.p.m.}$$

b) Para el cobre tenemos:

$$\text{Areas A.P.} = < 298.57, 433.55] \text{ ppm.}$$

$$\text{Areas A.S.} > 433.55 \text{ p.p.m.}$$

IV.2.3.2 Zona Sur - Este

a) Para el zinc tenemos:

$$\text{Areas A.P.} = < 2371.26, 2923.12]$$

p.p.m.

$$\text{Areas A.S.} > 2923.12 \text{ p.p.m.}$$

b) Para el cobre tenemos:

$$\text{Areas A.P.} = < 150.16, 247.9] \text{ ppm.}$$

$$\text{Areas A.S.} > 247.9 \text{ p.p.m.}$$

CAPITULO V - MAPAS GEOQUIMICOS COMPUTARIZADOS

- 1.- PROGRAMA GRID
 - 1.1. OBJETIVO DEL PROGRAMA
 - 1.2. DESCRIPCION DEL PROGRAMA
 - 1.3. DIAGRAMA DE FLUJO
 - 1.4. PRESENTACION DE RESULTADOS
 - 1.5. APLICACION AL PROSPECTO PUNYA ANCASH
 - 1.6. RESULTADOS DEL PROGRAMA GRID
 - 1.7. INTERPRETACION Y COMPARACION CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN FORMA MANUAL
 - 1.8. MAPAS GEOQUIMICOS HECHOS MANUALMENTE.

CAPITULO V

V MAPAS GEOQUÍMICOS COMPUTARIZADOS

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 llamados contorneo geoquímico o isogradas), 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 el PROGRAMA GRID permite establecer áreas utilizando símbolos alfanuméricos (9 caracteres).

V.1 Programa Grid

V.1.1 Objetivo del Programa

El mecanismo y filosofía en la elaboración de un mapa es similar en todos los casos, existiendo diferentes técnicas para ello.

Con el advenimiento del computador digital de contorneo automático la elaboración de programas para este fin alcanzó amplio desarrollo en las diferentes disciplinas de la geología, aplicándose con mayor interés en la exploración geológica.

Por lo tanto el objetivo principal del Programa

Grid es la obtención de mapas mediante el contorno automático de puntos de una red regular de valores obtenidos de la interpolación de datos irregularmente espaciados.

V.1.2 Descripción del Programa

El Programa Grid está elaborado para computar una red regular de valores interpolados, de datos irregularmente espaciados; la matriz de los valores de la red es impresa y ploteada como un mapa de contorno.

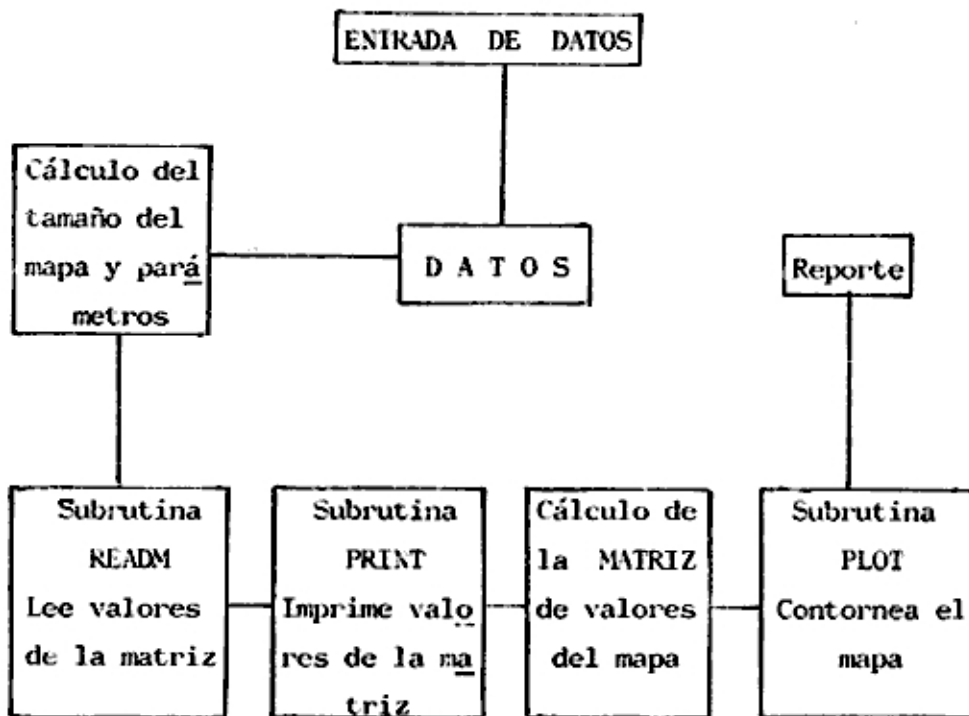
En el contorno de mapas frecuentemente se presenta el problema, que la distribución de observación se encuentra en forma irregular por lo que es necesario construir una red regular de datos a partir de las observaciones de puntos cercanos; existiendo varios métodos para la producción de datos así como para la construcción de una red regular.

El método más práctico para el contorno de mapas es utilizando la interpolación de puntos cercanos, y es el considerado en el programa GRID.

Una descripción rápida de la lógica del sistema es la que se muestra en el diagrama de bloque adjunto en el cual se divide al programa en 05 partes principales, que son las siguientes:

- a) Entrada de datos, cálculo del tamaño del mapa y parámetros de escala.

- b) Lectura de los valores de la matriz de entrada. Subrutina Readm.
- c) Impresión de los datos de entrada de la matriz. Subrutina Print.
- d) Cálculo e impresión de los valores del mapa Matriz con los valores del mapa producto de la interpolación de puntos cercanos.
- e) Determinación de intervalos y contorneo de los valores interpolados. Subrutina Plot.



a) Cálculo del tamaño del mapa y parámetros de escala

Para el cálculo del tamaño del mapa y parámetros de escala se considera la lectura de la tarjeta de control del mapa, la misma que está en función al formato de la tarjeta de control, en la que se considera el ancho del mapa en pulgadas y algunos parámetros de los datos de entrada.

Se considera como datos de entrada de un punto un sistema de coordenadas arbitrarias X_1 , X_2 y una variable dependiente, la misma que puede ser elevaciones, leyes metálicas, datos geoquímicos, etc.; X_1 representa la coordenada Este - Oeste y X_2 la coordenada Norte - Sur.

Es importante anotar que el X_1 MIN así como el X_2 MIN representan el punto de inicio de las coordenadas; borde izquierdo é inferior respectivamente, los que pueden tener un valor 0 - 0. El X_1 MAX y el X_2 MAX representan, la amplitud máxima de las coordenadas Este - Oeste y Norte - Sur, borde derecho y superior respectivamente. De esta manera se definen las coordenadas de cada uno de los puntos de la variable dependiente.

Los datos de entrada son ordenados en tres columnas, las dos primeras corresponden a las coordenadas en longitud y latitud (X_1 , X_2) respectivamente, y la tercera columna

corresponde a la variable dependiente. Introducidos los datos de esta manera son leídos por el programa; el formato de la tarjeta de control para la lectura de la tarjeta de control del mapa es el siguiente:

Ancho del mapa en pulgadas, columna del 1 a 8.

Valor del borde izquierdo del mapa, X_1 MIN columna de 9 a 16.

Valor del borde derecho del mapa, X_1 MAX columna de 17 a 24.

Valor del borde inferior del mapa, X_2 MIN columna de 25 a 32.

Valor del borde superior del mapa, X_2 MAX columna de 33 a 40.

Los valores son correspondientes a la tarjeta de control, los que serán considerados para el cálculo del tamaño y parámetros de escala.

- b) Lectura de los valores de la Matriz de entrada. Subrutina READM

La subrutina READM, lee los valores de entrada como una matriz $N \times M$, donde N es el número de filas y M el número de columnas.

La subrutina considera primeramente la lectura del tamaño de la matriz para luego proceder cuidadosamente a la lectura de la misma fila por fila.

El número de filas y columnas es específica

do anteriormente en la lectura de la matriz

Examinando el estado del formato se determina la forma propia de los datos.

- c) Impresión de los datos de entrada como Matriz. Subrutina PRINT

Los datos de entrada dispuestos como una matriz de N filas y M columnas leídos por la subrutina READM son impresos por la subrutina PRINT.

Anotaremos que en esta oportunidad son impresos solo los datos de entrada como matriz, que son diferentes de la matriz de valores del mapa que veremos más adelante; el formato de impresión para cada caso es diferente.

- d) Cálculo e impresión de los valores del mapa

Los valores del mapa son calculados a partir de la matriz de datos de entrada, en el que se considera el sistema de referencia Este-Oeste y Norte-Sur (X_1, X_2) y la localización de un punto K, (variable dependiente).

La localización de un punto K respecto a otros puntos más cercanos está dada por la distancia entre un punto i y k, la misma que es definida por la ecuación:

$$D_{ik} = \sqrt{(X1_k - X1_j)^2 + (X2_k - X2_j)^2}$$

D_{ik} = Distancia entre los puntos i y k.

Asimismo la estimación de la variable dependiente Y_k de este punto está dada por:

$$Y_k = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i / D_{ik})}{\sum_{i=1}^n (1 / D_{ik})}$$

Es de esta manera que van a ser evaluados los demás puntos de la red del mapa completando de este modo los valores de Y_k (variable dependiente).

Una vez definida la malla, el número de puntos usados en cada uno de los valores de Y_k van a ser cambiados al encontrar los seis datos cercanos y realizar la interpolación de valores.

Calculados los puntos de la red del mapa estos son guardados en una matriz, para luego ser imprimidos por la subrutina PRINT; la matriz es impresa en bloques de 10 columnas, si el número de columnas es mayor de diez - se imprimirá un segundo bloque de 10 columnas y así sucesivamente.

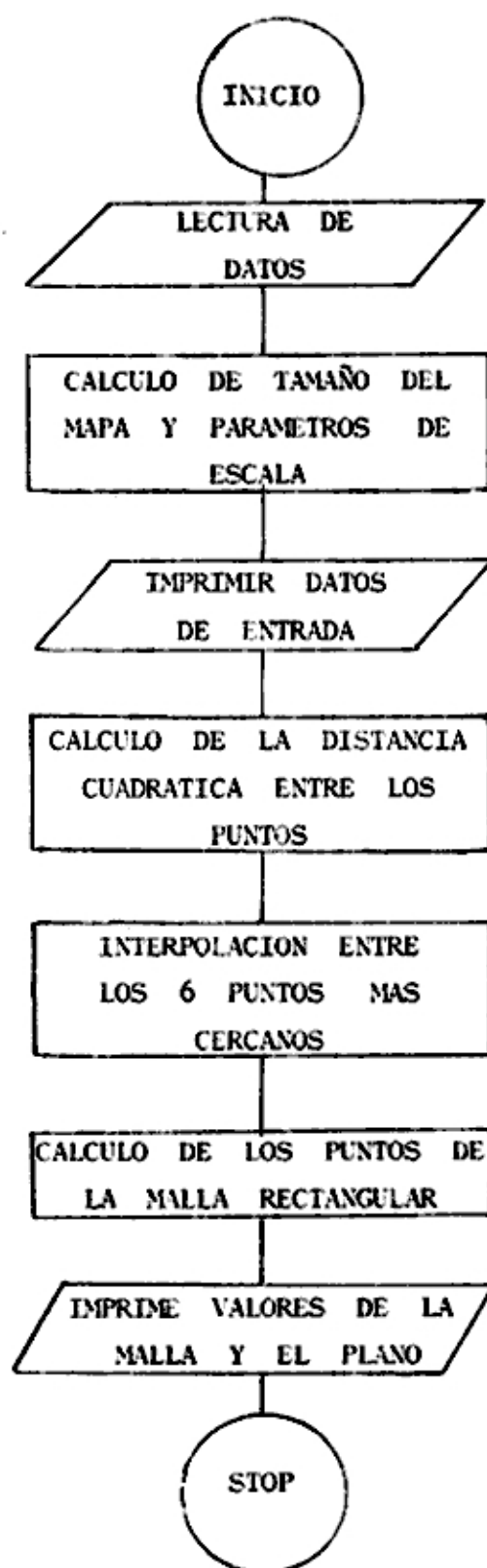
- e) Determinación de intervalos y contorneo de los valores interpolados. Subrutina PLOT

La subrutina Plot realiza el contorneo del mapa a partir de la matriz rectangular de valores de la red (valores interpolados).

El mapa es impreso a una escala determinada por la matriz de entrada. Los contornos son impresos por los intervalos de la variable dependiente, asignándoles un carácter distinto para cada uno de ellos; estos intervalos, están entre el valor máximo y el valor mínimo de la red, quedando definido de esta manera el contorno del mapa el que será imprimido por la misma subrutina Plot.

Las dimensiones del mapa son definidas en función al ancho del mapa (10 pulgadas) pudiendo establecer de este modo una relación entre el mapa contorneado en función de la escala del mapa original.

V.1.3 Diagrama de Flujo



V.1.4 Presentación de Resultados

Los resultados obtenidos de la corrida del programa con datos problema, son presentados en tres partes.

Primeramente es presentada una matriz con los datos de entrada numerados secuencialmente y dispuestos en tres columnas.

La segunda parte de los resultados consiste de la matriz con los valores del mapa, resultado de la interpolación de la variable dependiente. La matriz es dispuesta en bloques de diez columnas, existiendo n bloques de 10 columnas, los que estarán en función de la magnitud de la matriz.

En la tercera parte del listado se obtiene el mapa contorneado, considerándose al pie del mismo el contorno de referencia y el intervalo de contorno del mapa.

V.1.5 Aplicación al Prospecto Puya - Ancash

Como una aplicación del PROGRAMA GRID a problemas reales, se han considerado valores de zinc y cobre expresados en p.p.m. de los puntos de muestreo realizados en la zona Nor - Este y Sur Este de la Mina Puya, con la finalidad de obtener mapas de Anomalías Geoquímicas de zinc y cobre.

V.1.5.1 Obtención y Descripción de los datos de entrada

Los datos analizados en el programa corresponden a resultados de los análisis cuantitativos por Absorción Atómica de zinc y cobre expresados en p.p.m. en las dos zonas de muestreo.

En la entrada de datos se consideró un sistema de coordenadas arbitrarias X_1-X_2 cuyas características se detallaron en la descripción del programa, como variables dependientes se han considerado los valores de zinc y cobre expresados en p.p.m.

V.1.5.2 Mapas Geoquímicos de la zona Nor - Este

V.1.5.2.1 Rangos de concentración de la zona Nor - Este:

a) Los rangos de concentración para el mapa geoquímico del ZINC son los siguientes:

(Lámina N^o 13)

	(.)	400.0	898.09
A.B.G.	(1)	898.09	1396.18
	(-)	1396.18	1894.27
	(2)	1894.27	2392.36
A.A.P.	(+)	2392.36	2890.45
	(3)	2890.45	3388.54



LEYENDA

11	432.02	-1.75.37	AREA BACK GROUND
12	432.03	-1.75.38	
13	432.04	-1.75.39	
14	432.05	-1.75.40	ANOMALIA PROBABLE
15	432.06	-1.75.41	
16	432.07	-1.75.42	ANOMALIA SIGNIFI- CATIVA
17	432.08	-1.75.43	

COORDENADAS UTM: 18QUC019 - 18QUC020 - 18QUC021 - 18QUC022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERIA Y METALURGIA	
PLANO DE ANOMALIAS GEOQUIMICAS -ZINC	
MINA PUNYA-ANCASH-ZONA NOR-ESTE	
PREPARADO POR: DAVID ROJAS CABALLERO	ELABORADO: DAVID ROJAS CABALLERO
PROGRAMA : GRID	FECHA: 13 DE ABRIL 1999
LAMINA : N° 13	



LLEYTA		
1	59.00 -- 37.00	AREA
2	57.00 -- 146.00	BACK
3	144.00 -- 202.00	GROUND
4	202.00 -- 237.00	
5	237.00 -- 317.00	ANOMALIA
6	317.00 -- 374.00	PAUSADA
7	374.00 -- 432.00	
8	432.00 -- 489.00	ANOMALIA
9	489.00 -- 546.00	SIGNIFICATIVA

ESTADIA DE RIVERA + 57.4111 ESTADIA DE CANTAS + 57.433

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA	
PLANO DE ANOMALIAS GEOQUÍMICAS - COBRE	
MINA PUNYA-ANCASH -- ZONA NOR-ESTE	
PREPARADO POR: DAVID LOJAS CABALLERO	COORDINADOR: GONZALO MED.
PROGRAMA: GRID	FECHA: FEBRERO 1980
LAMINA: N° 14	

	(*)	3388.54	3886.63
A.A.S.	(4)	3886.63	4384.72
	(S)	4384.72	4882.81

Y mínimo = 400.0 p.p.m.

Y máximo = 4882.79 p.p.m.

Intervalo de contorno = 498.09

b) Los rangos de concentración para el mapa geoquímico de COBRE son los siguientes:

(Lámina N^o 14)

	(.)	30.00	87.44
	(1)	87.44	144.88
A.B.G.	(-)	144.88	202.32
	(2)	202.32	259.76
	(+)	259.76	317.20
A.A.P.	(3)	317.20	374.64
	(*)	374.64	432.08
A.A.S.	(4)	432.08	489.52
	(S)	489.52	546.92

Y mínimo = 30.00 p.p.m.

Y máximo = 546.92 p.p.m.

Intervalo de contorno = 57.44

V.1.5.3 Mapas Geoquímicos de la zona Sur - Este

V.1.5.3.1 Rangos de concentración de la zona Sur - Este:

a) Los rangos de concentración para el mapa geoquímico del

ZINC son los siguientes:

(Lámina N^o)

	(.)	1115.02	1426.02
A.B.G.	(1)	1426.02	1737.02
	(-)	1737.02	2048.02
	(2)	2048.02	2359.02
A.A.P.	(+)	2359.02	2670.02
	(3)	2670.02	2981.02
	(*)	2981.02	3292.02
A.A.S.	(4)	3292.02	3603.02
	(5)	3603.02	3914.02

Y mínimo = 1115.02 p.p.m.

Y máximo = 3914.00 p.p.m.

Intervalo de contorno = 311

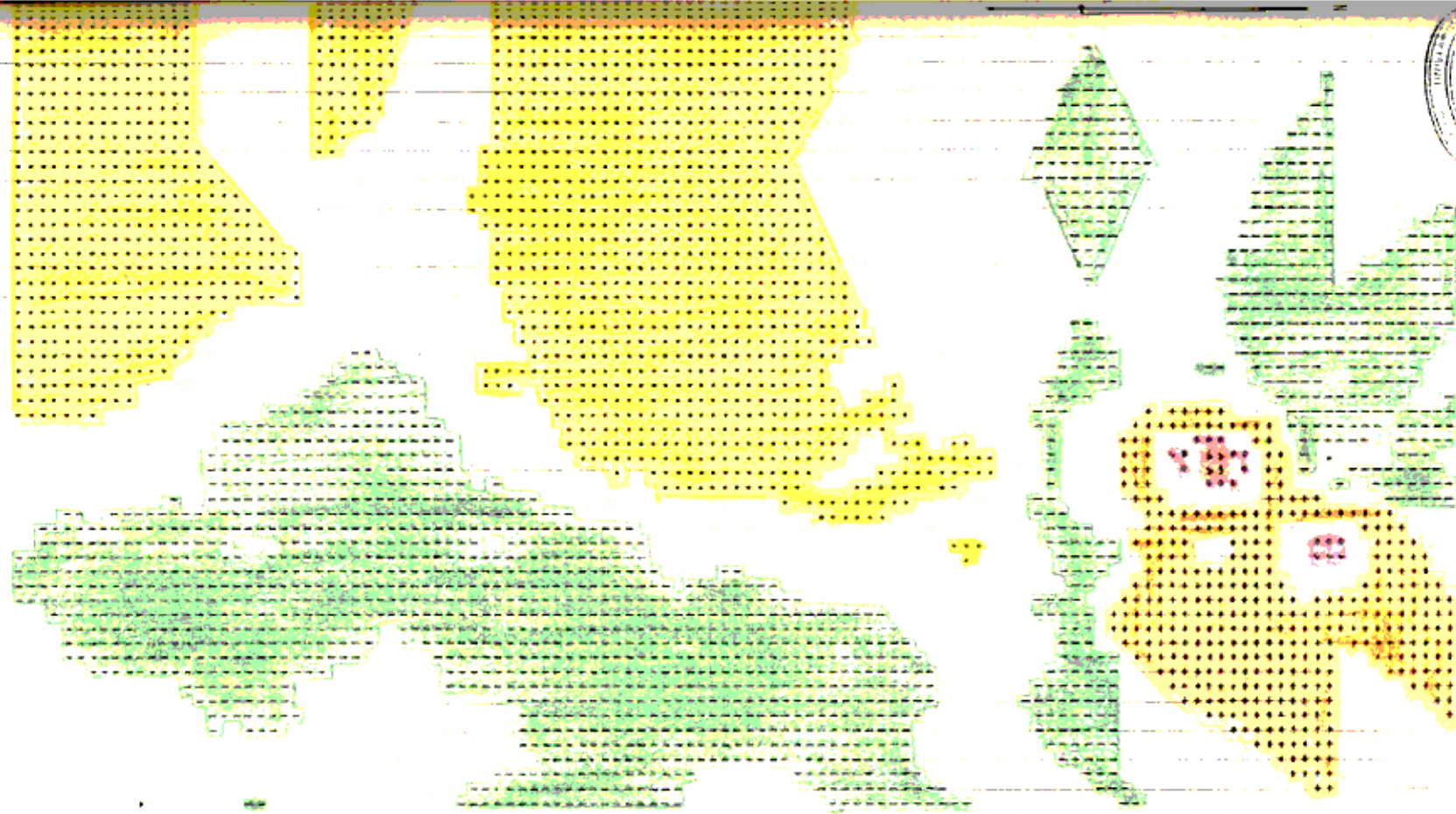
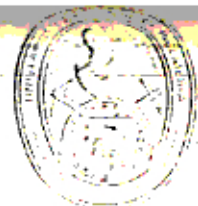
b) Los rangos de concentración para el mapa geoquímico de COBRE son los siguientes:

(Lámina N^o)

	(.)	69.61	109.61
A.B.G.	(1)	109.61	149.61
	(-)	149.61	189.61
	(2)	189.61	229.61
A.A.P.	(+)	229.61	269.61
	(3)	269.61	309.61
	(*)	309.61	349.61
A.A.S.	(4)	349.61	389.61
	(5)	389.61	429.64

Y mínimo = 69.61 p.p.m.

Y máximo = 429.64 p.p.m.



CONTORNO DE REFERENCIA = 2059.775 INTERVALO DE CONTORNO = 311.112

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA

PLANO DE ANOMALIAS GEOQUIMICAS -ZINC-

MINA PUNYA-ANCASH-ZONA SUR-ESTE

PREPARADO POR: DAVID ROJAS CABALLERO AUTOR DEL DISEÑO: F. J. J.

PROGRAMA : GRID REGION: HUANCABAMBA (193)

LAMINA : Nº 15

LEYENDA

1117.32--1422.32	AREA
1422.32--1737.32	NACK
1737.32--2052.32	GROUND
2052.32--2367.32	ANOMALIA
2367.32--2682.32	PROBABLE
2682.32--3000.32	ANOMALIA
3000.32--3315.32	SIGNIFICATIVA
3315.32--3630.32	CATIVA



CONTORNO DE REFERENCIA = 2992000 ELEVACION DE COBRE EN = 400000

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIEROS	
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA	
PLANO DE ANOMALIAS GEOQUIMICAS - COBRE	
MINA PUNYA-ANCASH --ZONA SUR ESTE	
PREPARADO POR: DAVID ROJAS CABALLERO	FECHA DEL DISEÑO: FEB. 1974
PROGRAMA : GRID	FECHA DE EJECUCION: 1973
LAMINA : Nº 16	

LEYENDA

(●)	2992000	400000	AREA
(○)	2992000	400000	BACK
(□)	2992000	400000	GROUND
(○)	2992000	400000	ANOMALIA
(○)	2992000	400000	PROBABLE
(○)	2992000	400000	ANOMALIA
(○)	2992000	400000	SIGNIFICATIVA



Intervalo de contorno = 40.00

V.1.5.4 Resultados del Programa Grid

Los resultados de la aplicación del Programa GRID a valores de zinc y cobre en la Mina Punya han sido satisfactorios.

Es indudable que para la obtención del mapa óptimo de anomalías geoquímicas el programa ha experimentado algunas modificaciones, como la variación del tamaño de la matriz que contiene los valores del mapa (valores interpolados), así como la variación en el tamaño del intervalo de contorno, el mismo que puede ser variado en amplitud para obtener mapas bien detallados con un intervalo pequeño, así como mapas poco detallados con un intervalo mayor.

Para la zona Nor - Este se ha considerado en el programa una matriz de 60 x 70 y 9 espaciamientos iguales o caracteres, que nos determinaron un intervalo de contorno de 498.09 p.p.m. para el zinc y un intervalo de contorno de 57.44 p.p.m. para el cobre.

Para la zona Sur - Este, hemos considerado una matriz de 120 x 60 y 9 caracteres, que nos determinaron un intervalo de contorno de 311 p.p.m. para el zinc y un intervalo de contorno de 40 p.p.m. para el

cobre, obteniéndose resultados muy satisfactorios en ambos casos.

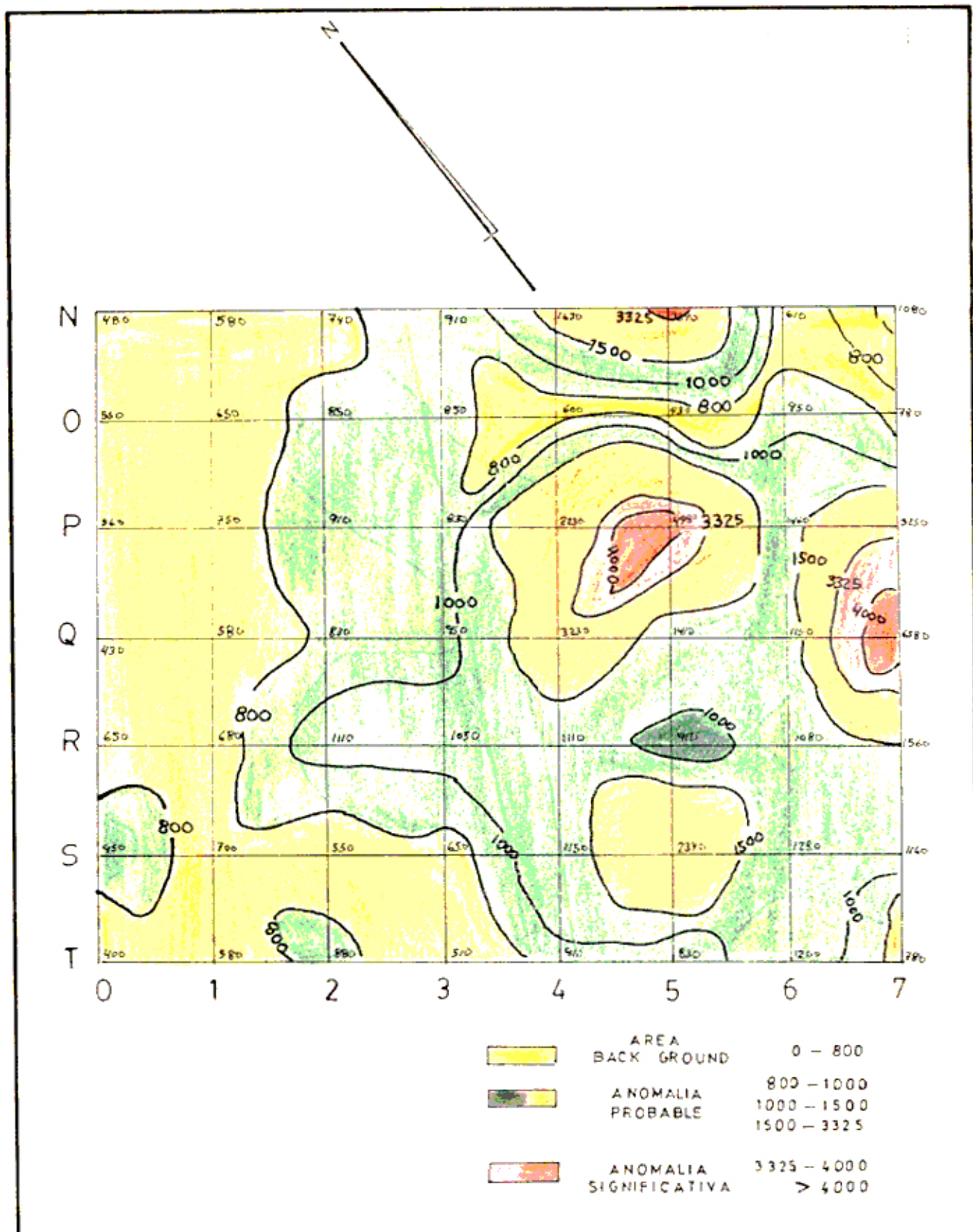
V.1.5.5 Interpolación y Comparación con los Resultados obtenidos en forma Manual

Tanto en la zona Nor - Este y Sur - Este de los mantos hemos obtenido contornos bien definidos de concentraciones de cobre y zinc, debido posiblemente a la distribución regular de los puntos de la red; asimismo vemos una distribución de valores de zinc y cobre más aproximados a la realidad, donde se puede visualizar claramente la posición de estas concentraciones; las que pueden ser utilizadas dentro del planeamiento de explotación de los mantos.

Una comparación de los resultados obtenidos con la computadora y los obtenidos manualmente, nos muestran un contorno de concentraciones de zinc y cobre muy similar para ambos casos, diferenciándose en que el realizado con la computadora muestra una mejor posición y proporción de zonas mineralizadas con diferentes (concentraciones) valores; considerando incluso algunas pequeñas áreas con determinados valores dentro de otras áreas mayores de diferente valor en ley; lo que no se observa en el contorno realizado manualmente.

Al realizar una comparación con los resultados obtenidos manualmente, se observan algunas diferencias entre ambos mapas; indudablemente que esto sería el efecto que produce una distribución irregular de los puntos de una red, asimismo es necesario considerar el contexto geológico al distribuir los diferentes puntos de la red para el contorneo respectivo de mapas.

V.1.5.6 Mapas Geoquímicos Hechos Manualmente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE ING. GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA

MAPA GEOQUIMICO-ZN - ZONA NOR ESTE - PUNYA

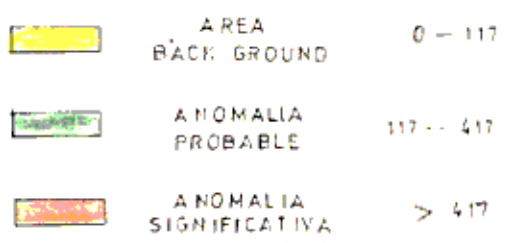
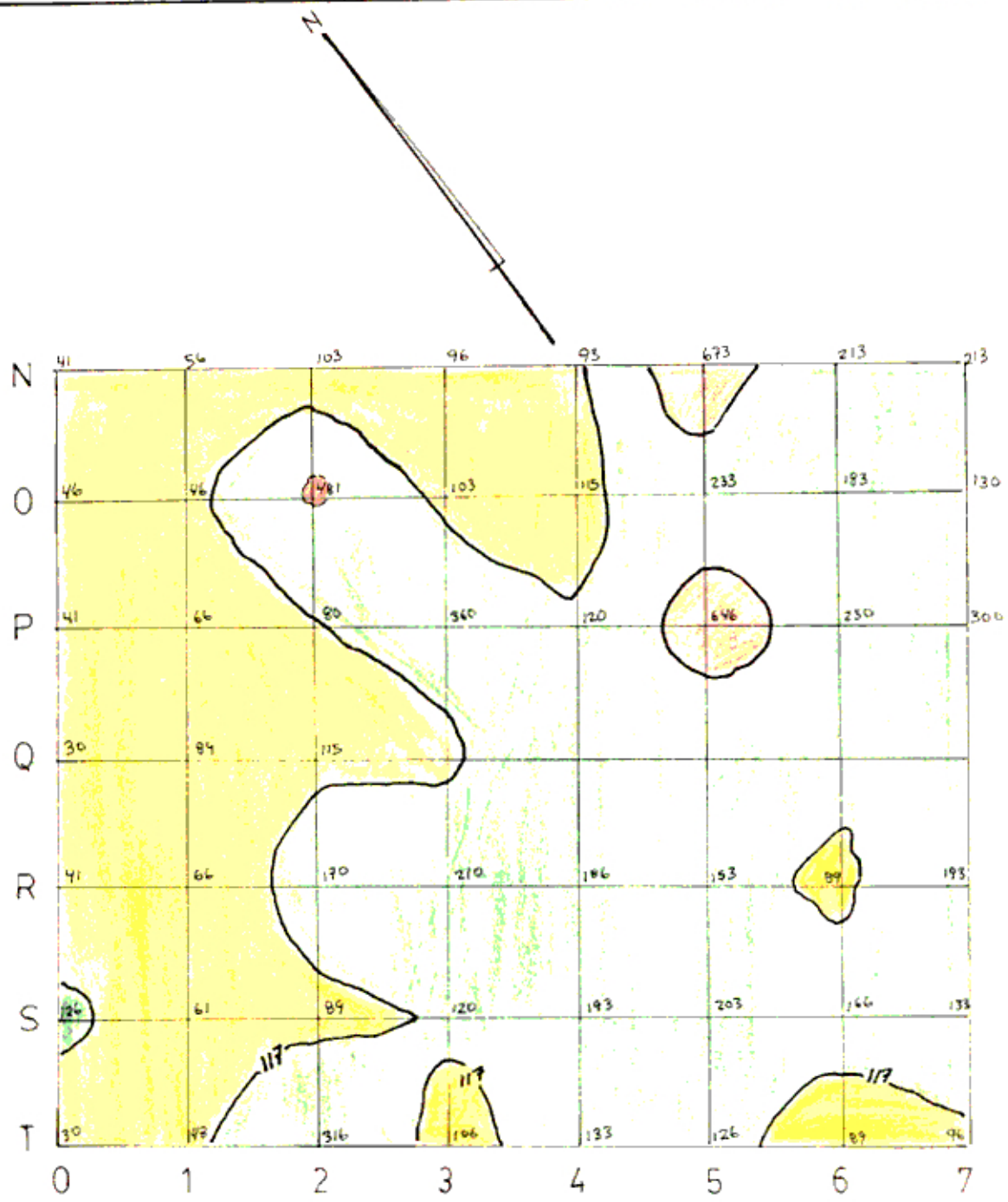
L A M I N A
Nº17

TOPOGRAFIA : I. G. M.

ESCALA : 1 / 500

DIBUJO : DAVID ROJAS CABALLERO

FECHA : ABRIL 1986



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

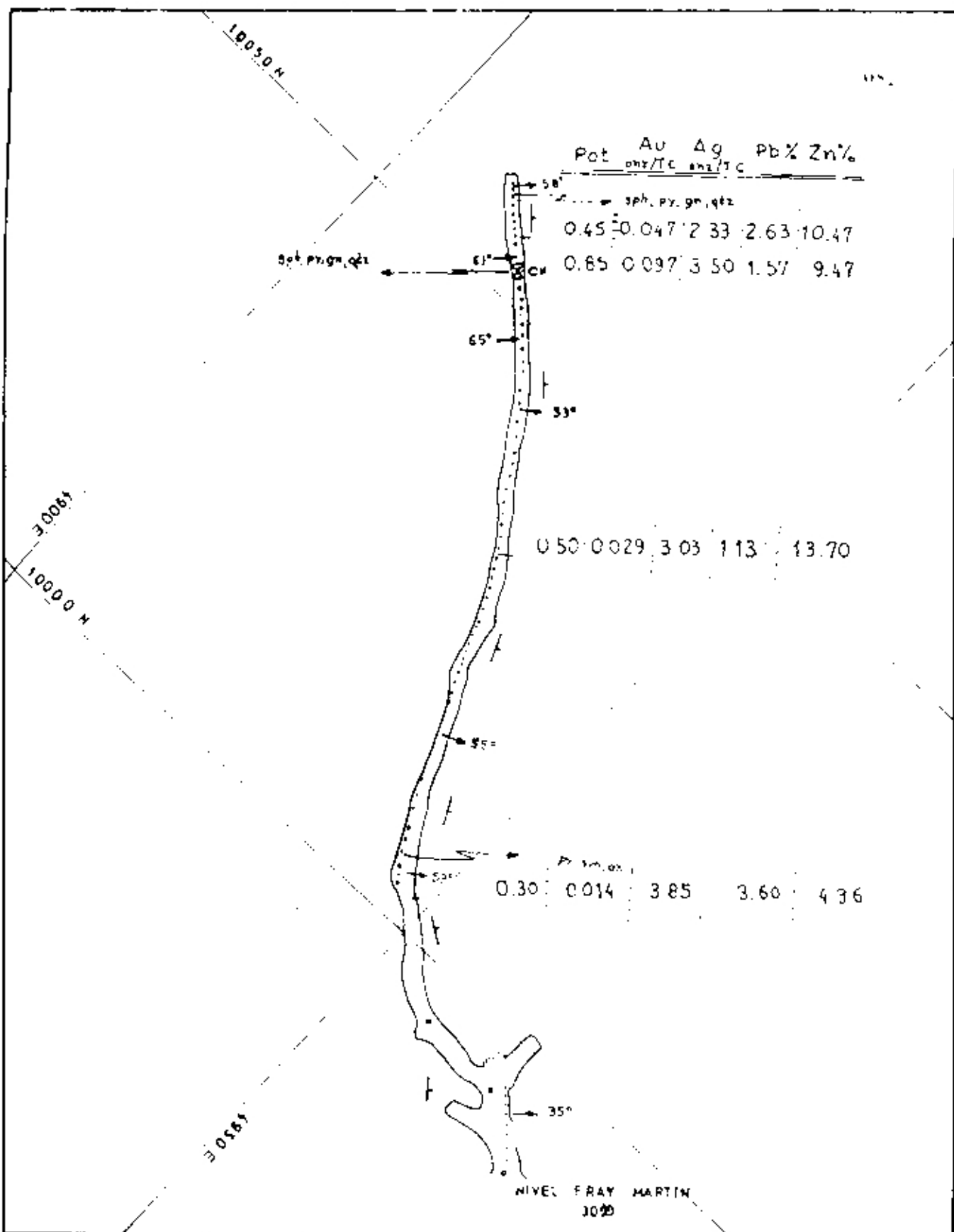
FACULTAD DE ING. GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA

MAPA GEOQUIMICO-CU - ZONA NOR ESTE - PUNYA

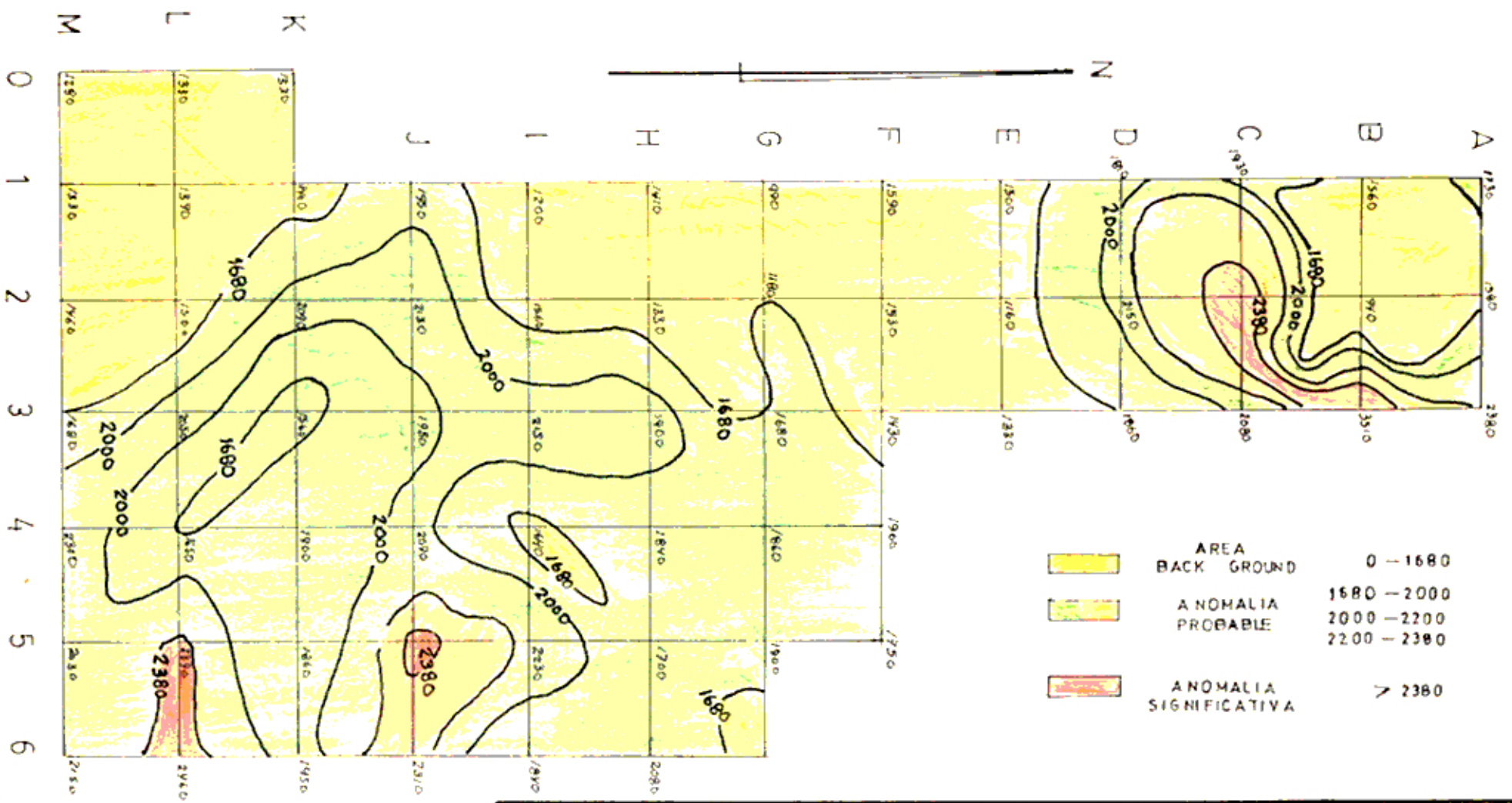
LA MINA
Nº 18




TOPOGRAFIA : I. G. M.
DIBUJO : DAVID ROJAS CABALLERO

ESCALA : 1 / 500
FECHA : ABRIL 1986



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		LA MINA N°18 A
FACULTAD DE ING. GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA		
GEOLOGIA SUBTERRANEA NIVEL - 3099		
TOPOGRAFIA : E. PEREYRA	ESCALA : 1 / 500	
DIBUJO : DAVID ROJAS CABALLERO	FECHA : NOVIEMBRE 1986	



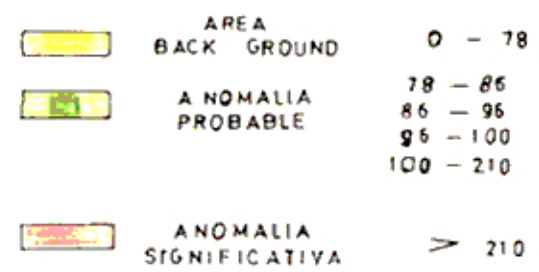
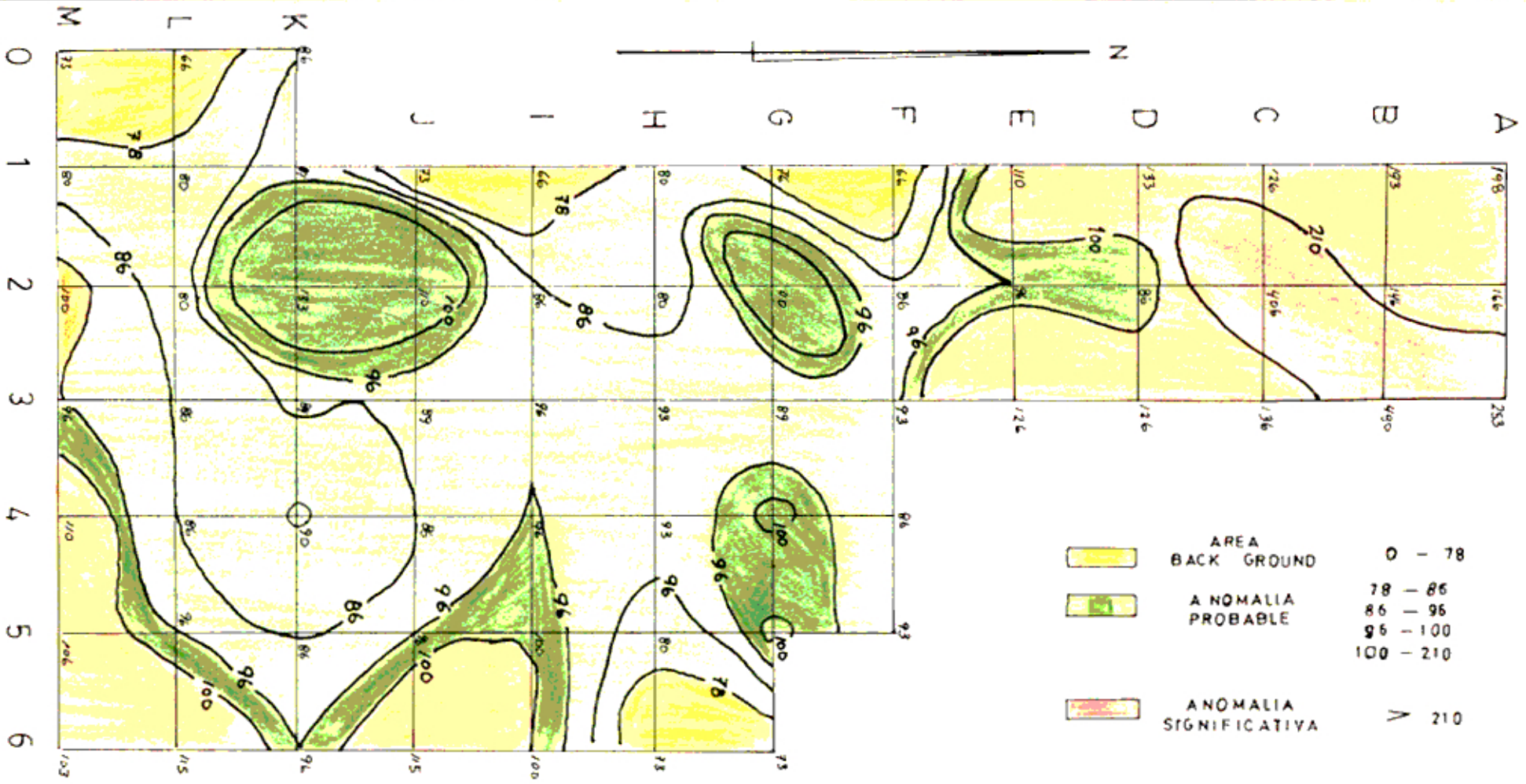
	AREA BACK GROUND	0 - 1680
	ANOMALIA PROBABLE	1680 - 2000 2000 - 2200
	ANOMALIA SIGNIFICATIVA	> 2380

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

MAPA GEOQUIMICO-ZN-ZONA SUR ESTE - PUNYA

TOPOGRAFIA : I. G. M	ESCALA : 1 / 500
DIBUJO : DAVID ROJAS CABALLERO	FECHA : ABRIL 1986

LA MINA
 N° 19

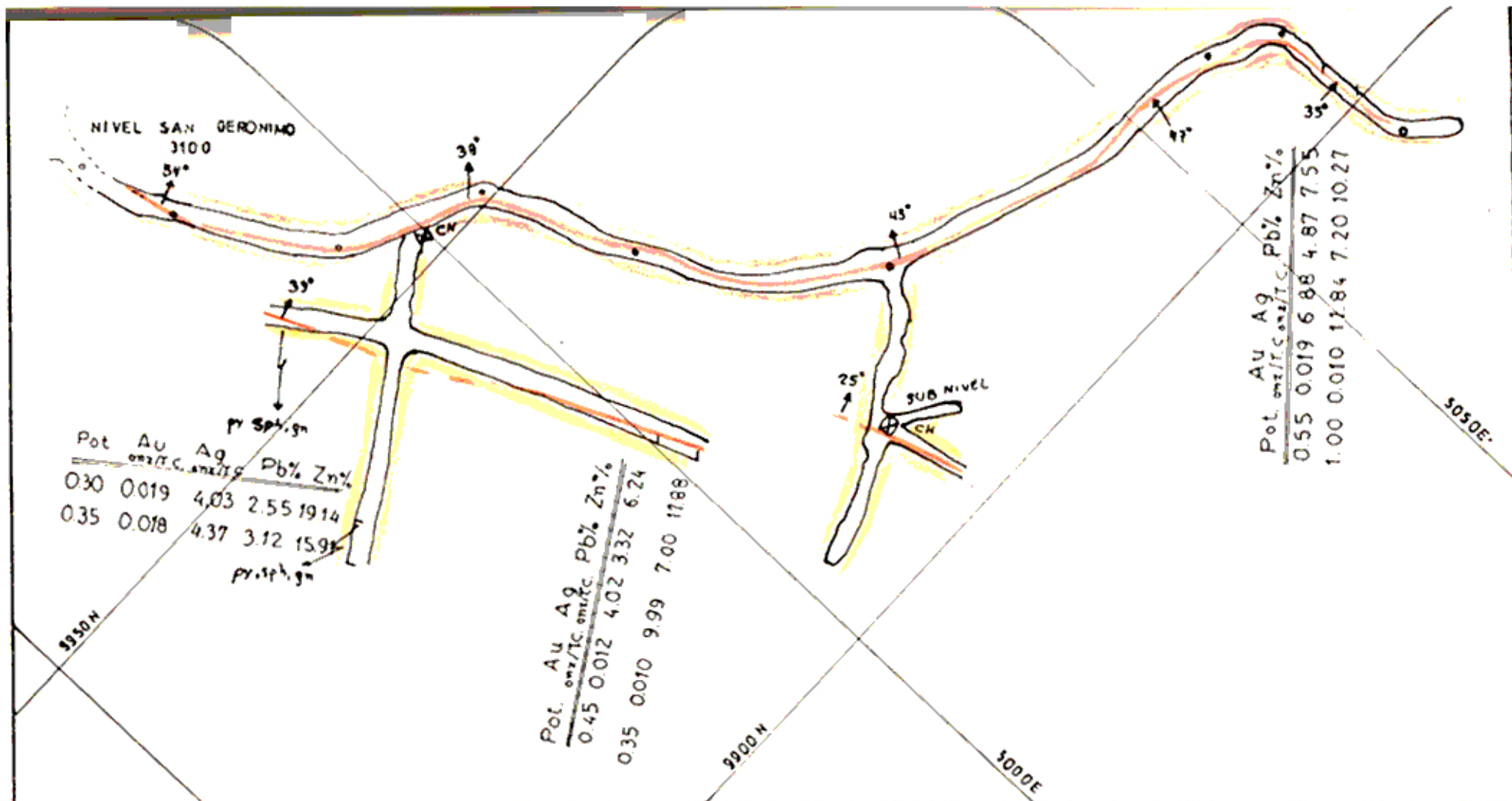


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE ING. GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA

MAPA GEOQUIMICO-CU - ZONA SUR ESTE - PUNYA

TOPOGRAFIA : I G M	ESCALA : 1 / 500
DIBUJO : DAVID ROJAS CABALLERO	FECHA ABRIL 1986

L A M I N A
 N° 20



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		LAMINA Nº 20 A
FACULTAD DE ING. GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA		
GEOLOGIA SUBTERRANEA NIVEL-3100		
TOPOGRAFIA :	E. PEREYRA	ESCALA : 1 / 500
DIBUJO	DAVID ROJAS CABALLERO	FECHA : NOVIEMBRE 1986

CAPITULO VI - MAPAS DE TENDENCIAS DE SUPERFICIES
COMPUTARIZADOS

0.- INTRODUCCION

1.- PROGRAMA TREND

1.1. OBJETIVO DEL PROGRAMA

1.2. DESCRIPCION DEL PROGRAMA

1.3. DIAGRAMA DE FLUJO

1.4. PRESENTACION DE RESULTADOS

1.5. APLICACION AL PROSPECTO PUNYA - ANCASH

CAPITULO VI

VI MAPAS DE TENDENCIAS DE SUPERFICIES COMPUTARIZADOS

VI.0 Introducción

El análisis de Tendencias de Superficie son métodos estadísticos sofisticados que utilizamos para complementar los métodos básicos de análisis de Datos Geoquímicos que nos permitan localizar anomalías geoquímicas refinadas y tendencias de elementos que no son fácilmente reconocibles por ningún otro camino.

En geoquímica el Análisis de Tendencias de Superficies utiliza el método de los mínimos cuadrados buscando de establecer las tendencias o "TREND" de distribución de un elemento o elementos sobre una área específica y eliminar de esta manera el error de la variación local o irregularidades.

Con este método tratamos de eliminar la variación geoquímica que es atribuido a muchos factores como: cambios de litología, clima, vegetación y topografía.

En el presente estudio solo tratamos en tres dimensiones: el contenido del elemento traza en la muestra y las dos coordenadas de posición.

Usando el método de mínimos cuadrados y estas tres variables nosotros podemos hallar una ecuación que ajusta un plano en el que la suma de los cuadrados de los residuos de la diferencia entre lo observado y el valor computado sean mínimos.

Tenemos muchos tipos de análisis de tendencias de superficies que pueden ser descritos por ecuaciones con tres variables, alguna de ellas son:

- a) Superficie planar de primer grado o superficie lineal; esta ecuación solo contiene términos lineales y el plano es definido por líneas rectas solamente.
- b) Superficie planar de segundo grado o superficie cuadrática; esta ecuación contiene cuerpos cuadráticos y términos lineales y las líneas que describe el plano son figuras paraboloides.
- c) Superficie planar de tercer grado o superficie cúbica; esta ecuación contiene términos lineales cuadráticas y cúbicas, y las lineales describen el plano incluyendo inflexiones.
- d) Superficie planar de grado N con una ecuación que es más compleja con el número de componentes incrementados.

En este trabajo solamente son tratados los de primer, segundo y tercer grado. Las ecuaciones para estas superficies son mostrados en la TABLA 1.

TABLA N° 1

ECUACIONES DE TENDENCIAS DE SUPERFICIES

CLASIFICACION	VARIABLE DEPENDIENTE	COMPONENTE LINEAL	COMPONENTE CUADRATICA	COMPONENTE CUBICA
Lineal	Z	= A+BX+CY		
Cuadrática	Z	= A+BX+CY	+ DX ² +EXY+FY ²	
Cúbica	Z	= A+BX+CY	+ DX ² +EXY+FY ²	+ GX ³ +HX ² Y+IXY ² +JY ³

Donde:

- * Z representa el contenido traza de un elemento en cada muestra.
- * Las letras A, B,, I, J son constantes y X - Y son las coordenadas de posición de la muestra.

Es también muy común practicar el uso del ensayo de la variación local, esos que están encima o debajo del análisis de tendencias de superficies computarizado; como indicadores de anomalías; también llamados Anomalías Residuales. Estos residuos pueden resultar de errores en el muestreo o en el análisis o realmente pueden ser variaciones entre lo determinado y el valor computado para esa localización.

Es también posible establecer los límites de errores debido al muestreo o al análisis y considerar esos residuos que exceden al límite más alto de tal error como ANOMALO.

El PROGRAMA TREND produce los mapas del análisis de Tendencias de Superficies (Lineal Cuadrática, Cúbica) con sus respectivos análisis de tendencias residuales.

VI.1 Programa Trend

VI.1.1 Objetivo del Programa

Mostrar gráficamente la dirección preferencial de variación de la información geológica cartografiada, utilizando ecuaciones matemáticas polinómicas representadas en un plano cartesiano X_1, X_2 .

La distribución espacial de los fenómenos locales deja apreciar la relación que los une, si ella existe, en un fenómeno mayor denominado "Tendencia Regional", fenómeno que deseamos idealizar para su mejor interpreta---

ción, ganando en la predicción de la ocurrencia de eventos sobre funciones ya conocidas.

Se puede estudiar las tendencias regionales de:

- La ubicación de Yacimientos metálicos y no metálicos y sus variables económicas.
- Los campos petrolíferos y de gas.
- Las características de los pozos de agua subterránea.
- Las características mecánicas del terreno, etc.

VI.1.2 Descripción del Programa

El programa TREND computa un análisis de tendencia polinomial de superficie de una variable en función de sus coordenadas, según ecuaciones polinomiales de primero, segundo, tercero o mayor orden según lo indique la variable IORD del programa.

Los datos se introducen como una matriz $N \times 3$, siendo N el número de datos.

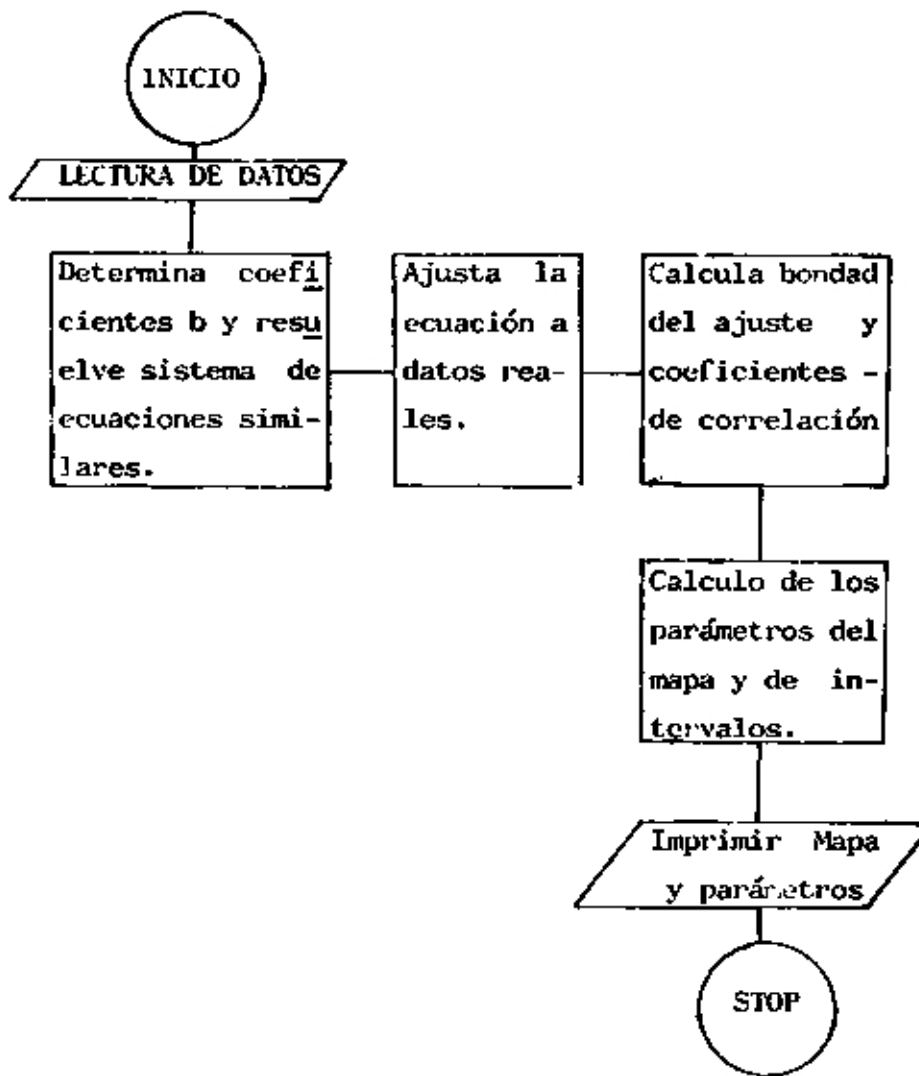
Son necesarias tres sub-rutinas:

- la READM que lee matrices
- la PRINIM que imprime matrices

- la SLE que resuelve ecuaciones simultáneas

El programa calcula los coeficientes de las ecuaciones polinómicas, para luego estimar el error de desviación con respecto a los valores reales por la prueba "F". Finalmente se calcula los parámetros de tamaño del mapa y se procede a su impresión.

VI.1.3 Diagrama de Flujo



VI.1.4 Presentación de Resultados

Se obtienen 5 bloques de información. El primero es una lista ordenada de los datos de entrada con las variables X_1 , X_2 , y = ley de plata.

En el segundo bloque de cinco columnas tenemos la columna 1 = x_1 , columna 2 = x_2 , columna 3 = ley de plata, columna 4 = ley de plata calculada, columna 5 = diferencia entre 3 y 4.

En el tercer bloque encontramos los coeficientes de las ecuaciones polinómicas estudiadas.

En el cuarto bloque se tiene la prueba F.

En el quinto bloque, finalmente, vemos el gráfico de las ecuaciones calculadas.

VI.1.5 Aplicación al Prospecto Puya - Ancash

Como hemos visto en la aplicación del programa GRID se estudia el problema de la distribución de leyes de zinc y cobre en los puntos de muestreo realizados en la zona Nor - Este y Sur - Este de la Mina Puya; en función de sus coordenadas.

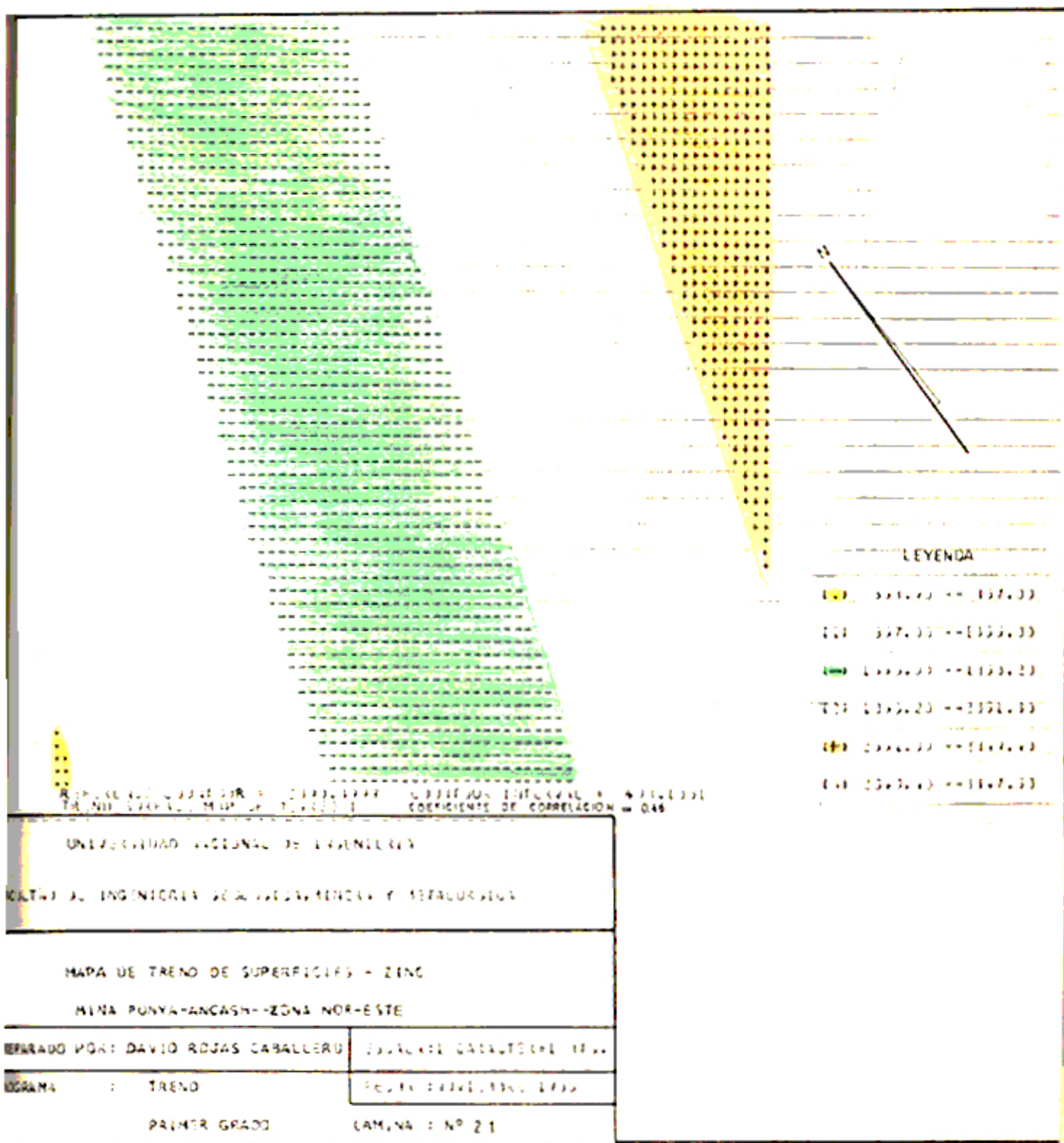
El programa TREND pretende hallar la dirección de las anomalías geoquímicas, la geometría aproximada de las concentraciones de va

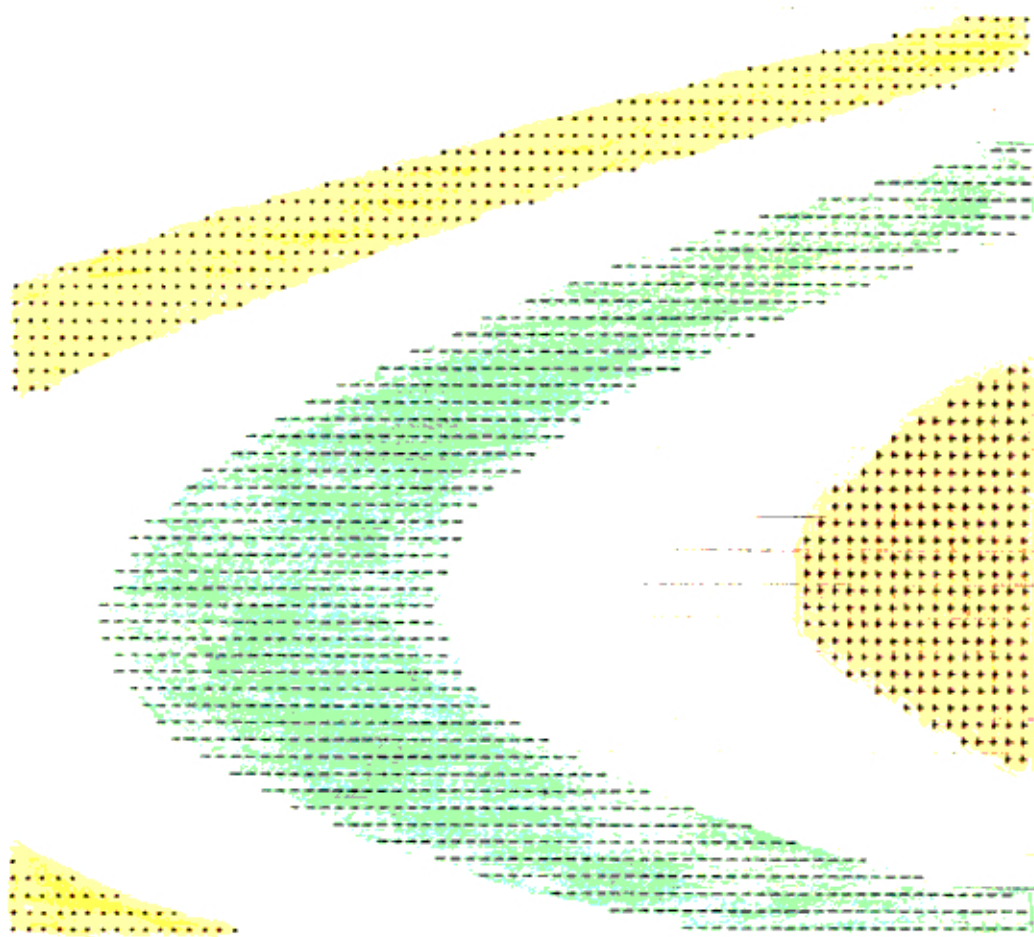
lores económicos y las zonas hacia donde habrían más anomalías.

VI.1.5.1 Obtención y Descripción de los Da tos de entrada

Los datos analizados corresponden a los mismos datos de zinc y cobre expresados en p.p.m., que se utilizaron en el programa GRID.

VI.1.5.2 Mapas de Tendencias de Superficie de la zona Nor - Este





REPORTE DEL PUNTO JIR = 2393.3077 PUNTO JIR DIFERENCIAL = 493.1331
 TREND SUPERFICIE MAP DE ZINC DE 2 COEFICIENTE DE CORRELACION = 0.57

LEYENDA

- (●) 1150.00--1164.00
- (□) 1164.00--1182.00
- (■) 1182.00--1210.70
- (□) 1210.70--2100.00
- (●) 2100.00--2606.70
- (□) 2606.70--3105.00
- (●) 3105.00--3500.00

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA

MAPA DE TREND DE SUPERFICIES - ZINC

MINA PUNYA-ANCASH--ZONA NOR-ESTE

ELABORADO POR: DAVID ROJAS CABALLERO

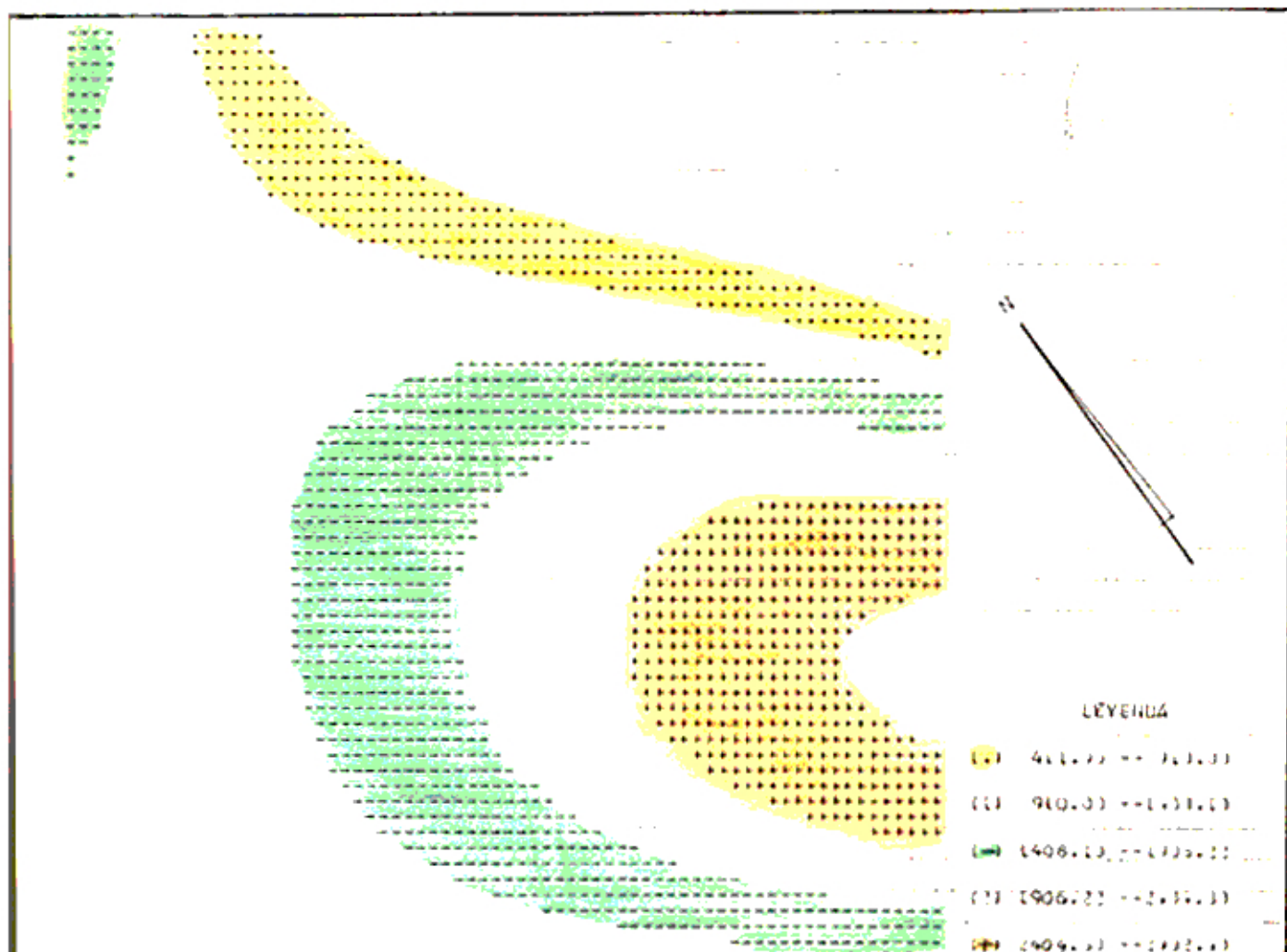
ENCUADRE: CARACTERE MS.

GRAMA : TREND

FECHA: 14/06/2010 17:52

SEGUNDO GRADO

LAMINA : Nº 2 2

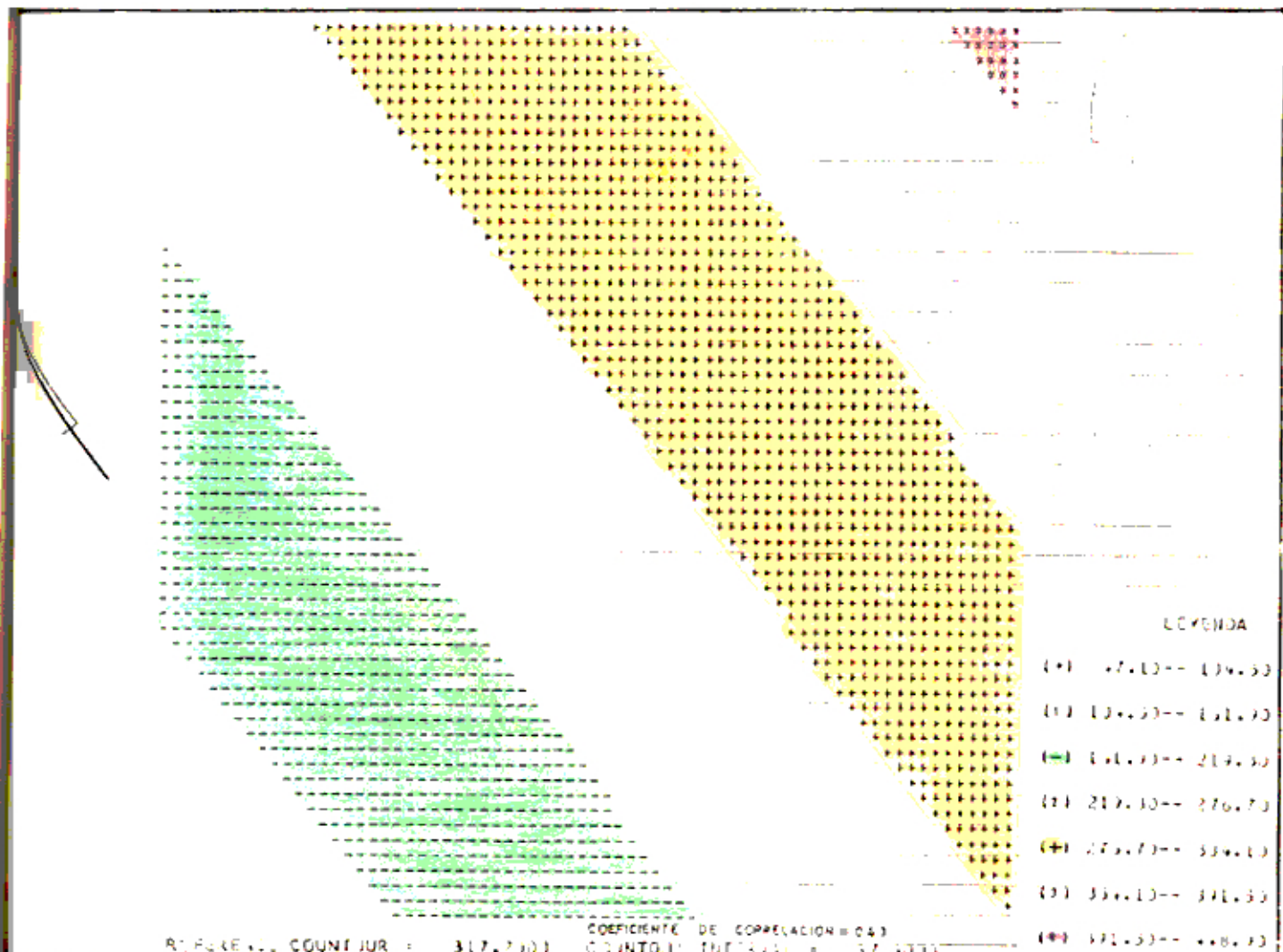


LEYENDA

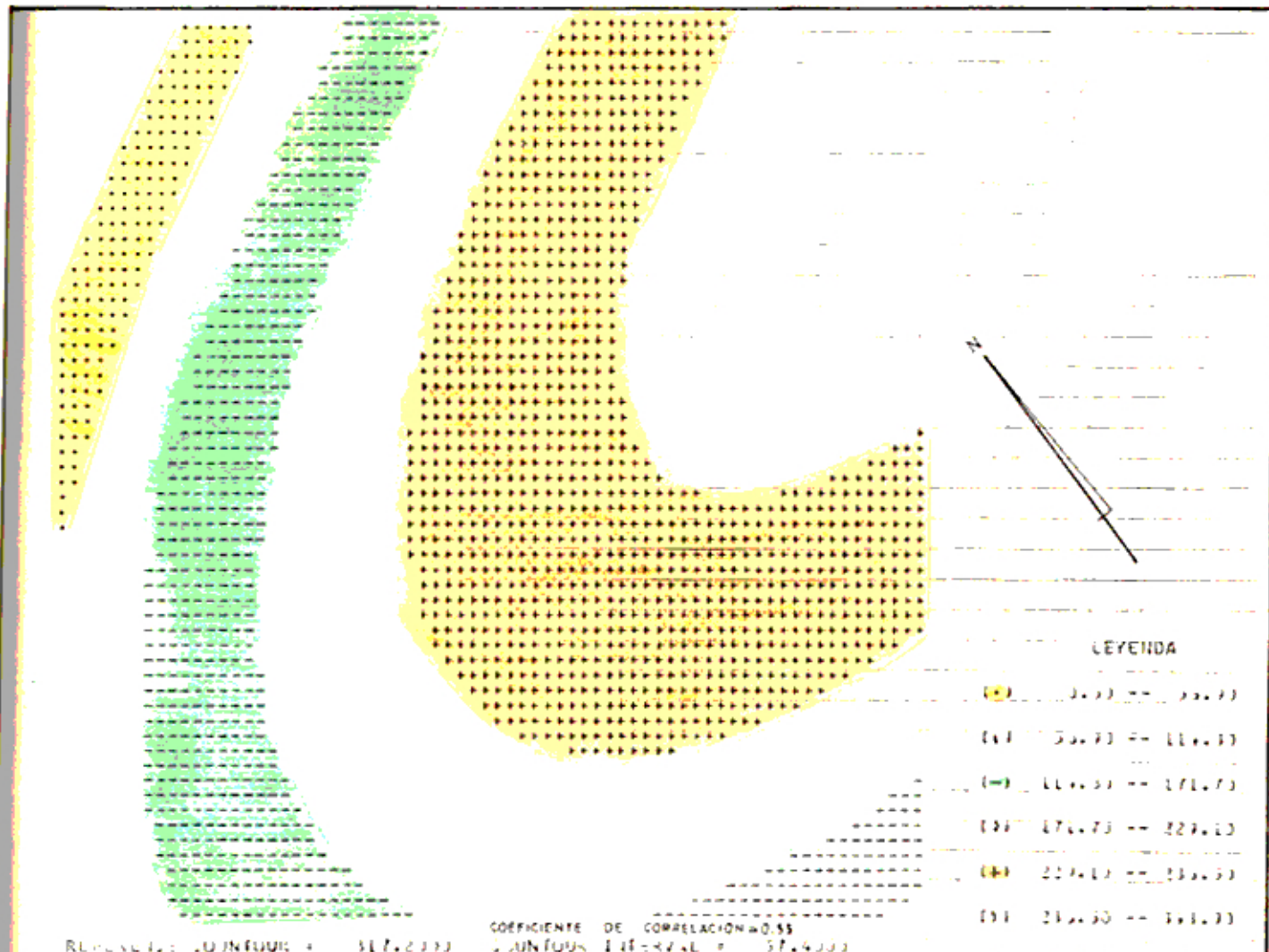
- (1) 411.22 - 411.22
- (2) 910.00 - 910.00
- (3) 1408.13 - 1408.13
- (4) 1906.22 - 1906.22
- (5) 2404.33 - 2404.33
- (6) 2902.44 - 2902.44

REFERENCIA UTM: X = 2893.3777 Y = 698.1201
 ESCALA: 1:50000 MAPA DE GRADO 3 COEFICIENTE DE CORRELACION = 0.58

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA	
MAPA DE TENDENCIA DE SUPERFICIES -ZINC-	
MINA PUNYA-ANCASH-ZONA NOR-ESTE	
PREPADO POR: DAVID ROJAS CABALLERO	ISSUELO: 15/05/2011
OBJETO: TENDENCIA	FECHA DE ENTREGA: 15/05/2011
TERCER GRADO	LAMINA: N° 2 3



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERIA Y METALURGICA	
MAPA DE TEND DE SUPERFICIES- COBRE	
MINA PUYA-ANCASH --ZONA NOR ESTE	
ELABORADO POR: DAVID ROJAS CABALLERO	INGENIERO CARLOS FELIX IT.
ESCALA 1:1	FECHA: FEBRUARIO 1999
PRIMER GRADO	LAMINA = Nº 2 4

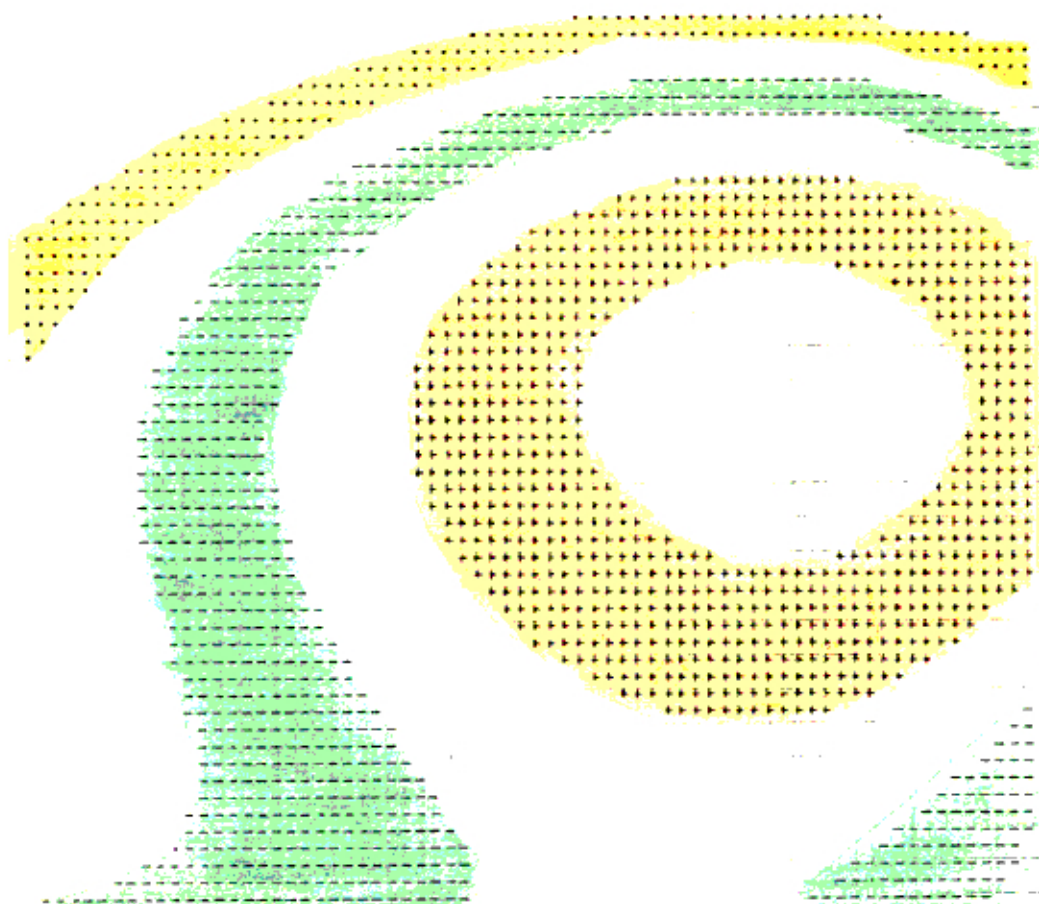


LEYENDA

(●)	30.00 -- 35.00
(○)	35.00 -- 40.00
(—)	40.00 -- 45.00
(□)	45.00 -- 50.00
(■)	50.00 -- 55.00
(△)	55.00 -- 60.00
(▽)	60.00 -- 65.00

REPOSICION JOINTOS = 317.233 COEFICIENTE DE CORRELACION = 0.55
 JUNTAOS 115-8246 = 37.4000

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA	
MAPA DE TREND DE SUPERFICIES -COBRE	
MINA PUNYA-ANCASH-ZONA NOR-ESTE	
ELABORADO POR: DAVID ROJAS CABALLERO	CASAVELI CASAVELI 1733
PROGRAMA : TREND	FECHA EJECUTADO 1733
SIGUNDO GRADO	LAMINA : Nº 25

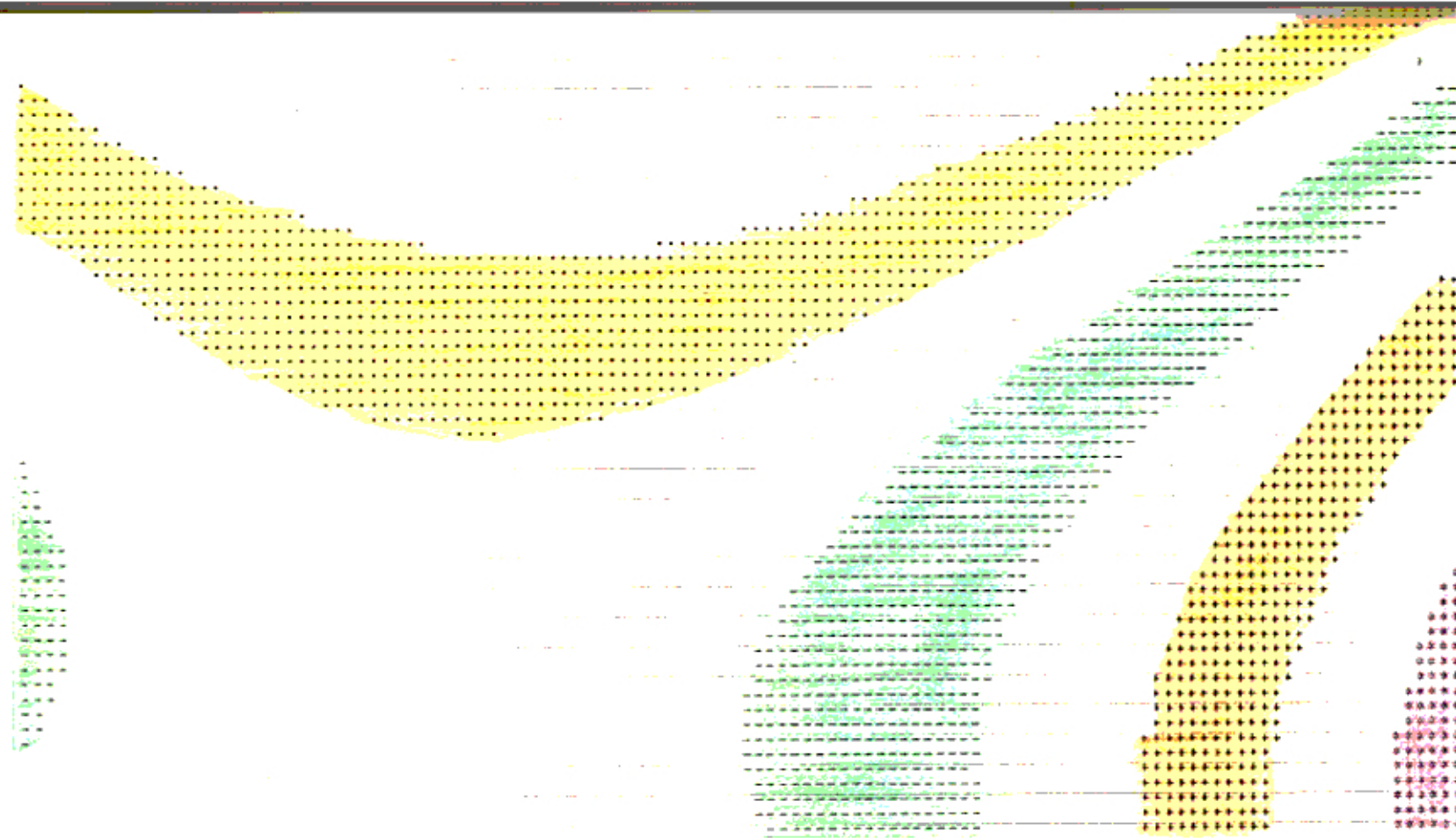


LEYENDA

- (0) 63.70 -- 63.70
- (1) 63.70 -- 121.40
- (2) 121.40 -- 179.10
- (3) 179.10 -- 236.80
- (4) 236.80 -- 294.50
- (5) 294.50 -- 352.20
- (6) 352.20 -- 409.90

REFERENCIA: CONTOR. N° 317.0000 CONTOR. GENERAL N° 57.0000
 TRENDE SUPERFICIE MAP. OF. 30.0000 COEFICIENTE DE CORRELACION = 0.57

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA	
MAPA DE TRENDE DE SUPERFICIES- COBRE	
MINA PUNYA-ANCASH--ZONA NOR-ESTE	
ELABORADO POR: DAVID ROJAS CABALLERO	ESPECIALISTA CARACTERIZ. ITG.
FECHA: : TREND	FECHA DE IMPRESION: 1939
TERCER GRADO	LAMINA : N° 26



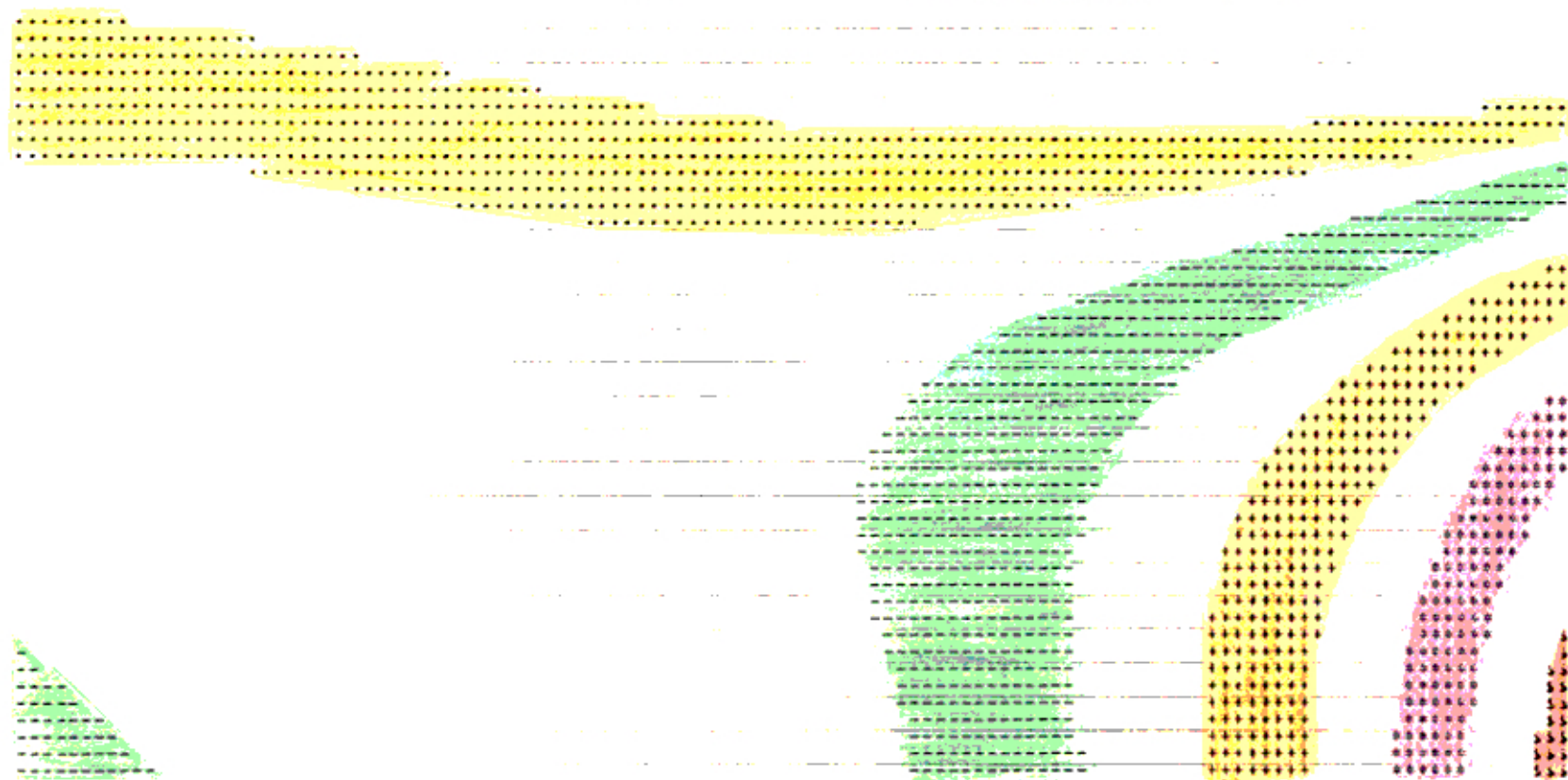
LEYENDA

(1)	150.00-- 170.00
(2)	170.00-- 215.00
(3)	215.00-- 250.00
(4)	250.00-- 270.00
(5)	270.00-- 300.00

REFERENCIA CONTORNO : 150.0000 CONTORNO INTERVALO : 35.0000
 TREND SURFACE MAP OF FIGURE 2 COEFICIENTE DE CORRELACION: 0.93



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA	
MAPA DE TREND DE SUPERFICIES -COBRE	
MINA PUNYA-ANCASH--ZONA SUR-ESTE	
PREPARADO POR: DAVID ROJAS CABALLERO	EQUIVALETE CALAUCHI-MIN.
PROGRAMA : TREND	FECHA: 11/07/1980 17:15
SEGUNDO GRADO	LAMINA : N° 2 8



LEYENDA

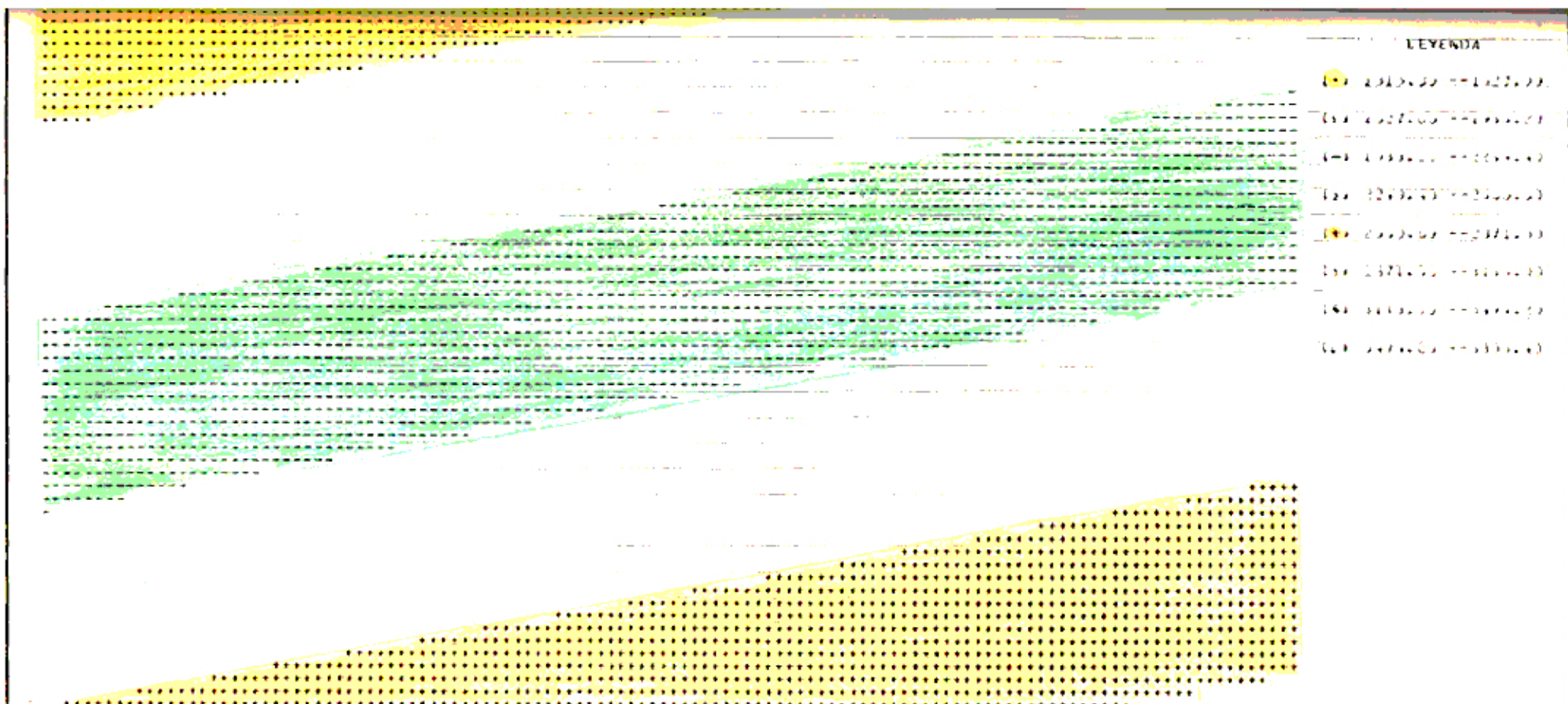
- (1) 70.00-- 110.00
- (2) 110.00-- 150.00
- (3) 150.00-- 170.00
- (4) 170.00-- 230.00
- (5) 230.00-- 270.00
- (6) 270.00-- 310.00
- (7) 310.00-- 350.00
- (8) 350.00-- 390.00
- (9) 390.00-- 430.00

REFERENCIA UTM SUR = 259.0001 DISTANCIA INTERVAL = 40.0000

TREND SURFACE MAP OF DEGREE 3 COEFICIENTE DE CORRELACION = 0.71

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA	
MAPA DE TREND DE SUPERFICIES- COBRE	
MINA PUNYA-ANCASH --ZONA SUR ESTE	
PREPARADO POR: DAVID ROJAS CABALLERO	ESCALERA: 1:50000
PROGRAMA : TREND	FECHA: 15/01/2010
TERCER GRADO	LAMINA : N° 29





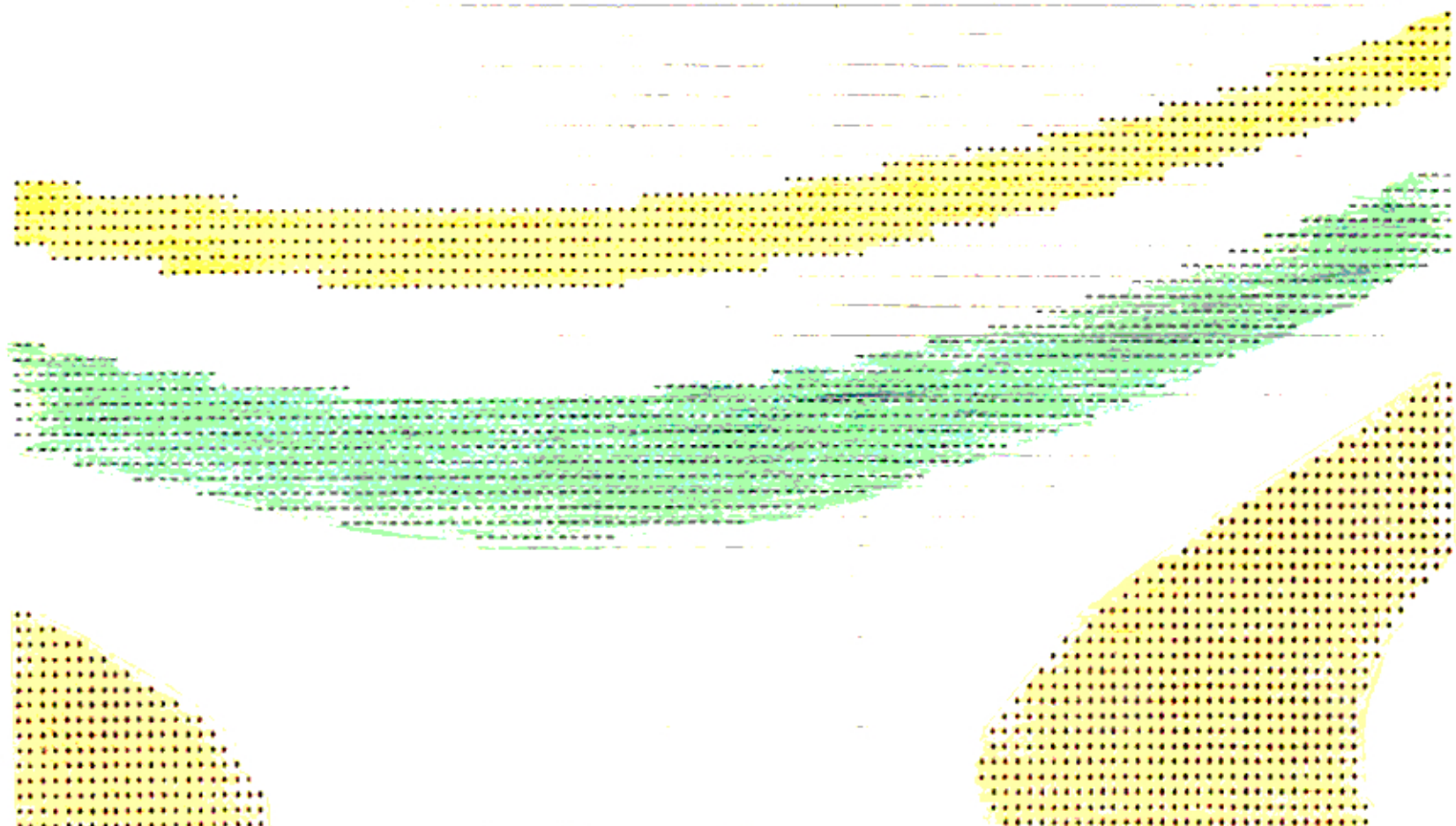
LEYENDA

100	2315.00	771027.00
110	2325.00	771030.00
120	2335.00	771033.00
130	2345.00	771036.00
140	2355.00	771039.00
150	2365.00	771042.00
160	2375.00	771045.00
170	2385.00	771048.00
180	2395.00	771051.00
190	2405.00	771054.00

REFERENCIA: UTM ZONA 18Q UTM ZONA 18Q UTM ZONA 18Q
 TROND SURFACE MAP OF DESIGN 1 COEFICIENTE DE CORRELACION = 0.96

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGIA MINERA Y METALURGIA	
MAPA DE TREND DE SUPERFICIES -ZINC	
MINA PUYVA-ANCASH -ZONA SUR-ESTE	
PREPARADO POR: DAVID ROJAS CABALLERO	INGENIERO CIVIL DE MINAS
PROGRAMA: TREND	NOVIEMBRE 1981
PRIMER GRADO	LAMINA: Nº 30

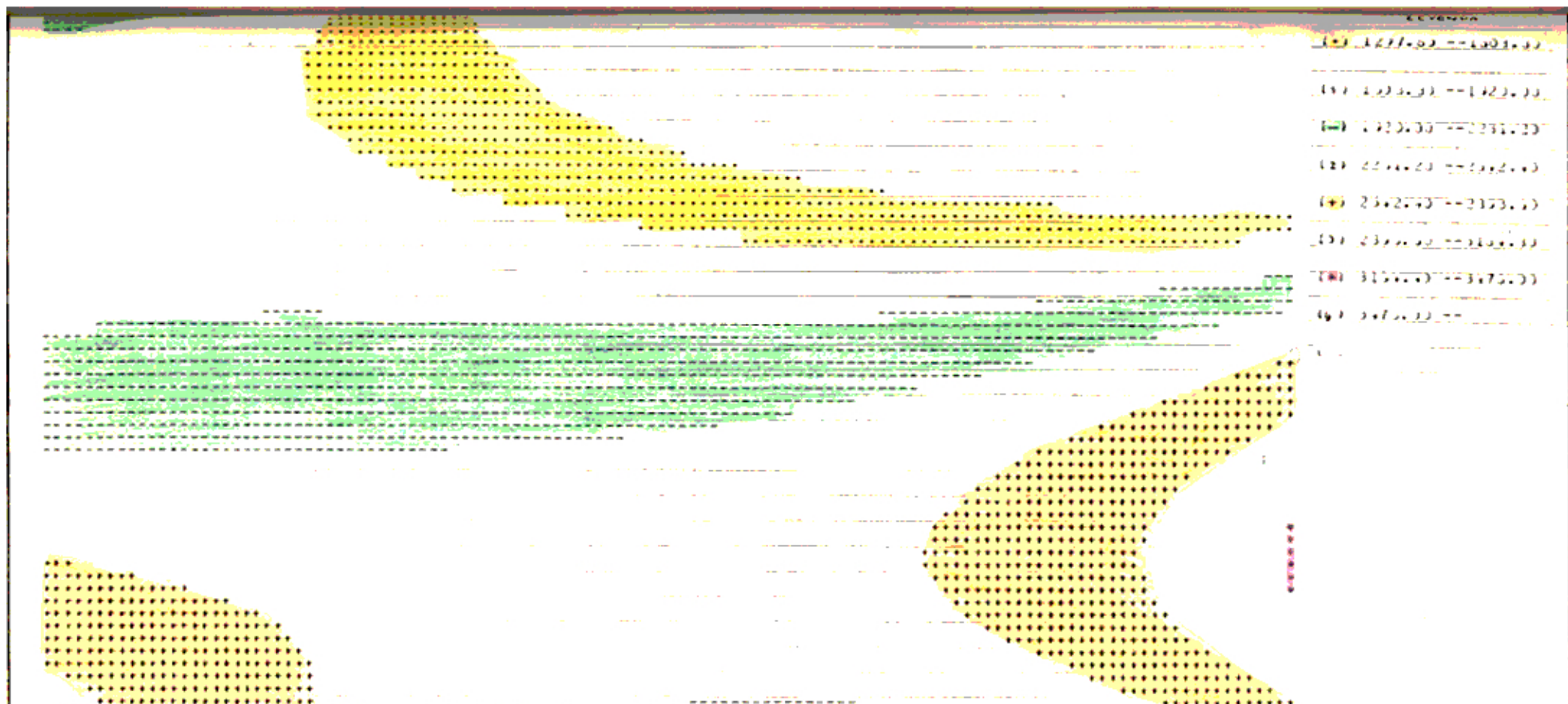




- LEYENDA
- 1150.00-1160.00
 - 1170.00-1180.00
 - 1190.00-1200.00
 - 1210.00-1220.00
 - 1230.00-1240.00
 - 1250.00-1260.00
 - 1270.00-1280.00
 - 1290.00-1300.00
 - 1310.00-1320.00

REFERENCIE COUNTS: 2222,0000 COUNTS INTERVAL: 1000,0000
 TREND SURFACE MAP OF DISTRICT 2 COEFICIENTE DE CORRELACION=0.48

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINERIA Y METALURGIA	
MAPA DE TREND DE SUPERFICIES - ZINC	
MINA PUNA-MICASH --ZONA SUR ESTE	
PREPARADO POR: DAVID ROJAS CABALLERO	DESARROLLO CARACTERÍSTICO
PROGRAMA : TREND	FECHA: 20/01/2000
SEGUNDO GRADO	LAMINA : Nº 31



- ELEVACION
- 1800 1800.00 -- 1800.00
 - 1900 1900.00 -- 1900.00
 - 2000 2000.00 -- 2000.00
 - 2100 2100.00 -- 2100.00
 - 2200 2200.00 -- 2200.00
 - 2300 2300.00 -- 2300.00
 - 2400 2400.00 -- 2400.00
 - 2500 2500.00 -- 2500.00
 - 2600 2600.00 -- 2600.00
 - 2700 2700.00 -- 2700.00
 - 2800 2800.00 -- 2800.00
 - 2900 2900.00 -- 2900.00
 - 3000 3000.00 -- 3000.00
 - 3100 3100.00 -- 3100.00

REFERENCIA: COUNTOUR = 2669.5000 COUNTOUR INTERVAL = 111.2000
 TREND SURFACE MAP OF D. 1000 3 COEFICIENTE DE CORRELACION = 0.50

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA	
MAPA DE TREND DE SUPERFICIES - ZINC	
MINA PUNYA-ANCASH--ZONA SUR ESTE	
PREPARADO POR: DAVID ROJAS CABALLERO	ESQUEMA CONTACTO: HFS
PROGRAMA : TREND	FECHA DE EMISION: 1990
TERCER GRADO	LAMINA : N° 32



CONCLUSIONES

- * En el área estudiada afloran rocas sedimentarias de naturaleza clástica principalmente (limolitas, lutitas carbonosas) pertenecientes a la Formación Santa del Cretáceo inferior.
- * Los mantos polimetálicos del Prospecto Puya están emplazados principalmente en las lutitas carbonosas y tufos de exhalación volcánica.
- * La mineralización económica en los mantos de Puya consiste - principalmente de esfalerita, calcopirita, galena, y como minerales de ganga tenemos piritita y cuarzo.
- * El análisis cualitativo de elementos en suelos, nos definen rocas con un alto contenido en Si-Al-Fe-Ca-Mg y K, indicandonos la presencia de feldespatos, granates, y carbonatos que contienen trazas de Ti, Zn, Pb, Cu, Ag, Ni, V y vestigios de Co.
- * Se puede notar la alta movilidad del zinc comparado con la del cobre, debido al pH y Eh del suelo. El cobre tiene un pH de precipitación menor que la del zinc, ya que es controlado por el sistema sulfuros - carbonatos principalmente.
- * Los Histogramas de Zn y Cu en la zona Nor-Este presentan una tendencia asimétrica hacia los valores altos (sesgados a la derecha), donde la mayor ocurrencia de valores de zinc está en entre 750 - 1250 p.p.m. y la mayor ocurrencia de valores de cobre esta entre 50 y 150 p.p.m.
- * Los Histogramas de Zn y Cu en la zona Sur-Este presentan una tendencia asimétrica hacia los valores altos, donde la mayor - ocurrencia de valores de zinc esta entre 1250 - 2250 p.p.m.; y la mayor ocurrencia de valores de cobre esta entre 75 - 125 p.p.m.

- * Los coeficientes de correlación obtenidas para las zonas Nor-Este y Sur-Este son de 0.63 y 0.69 respectivamente; que nos indicarían una cierta correlación entre ambos contenidos metálicos que tienden a variar en un mismo sentido.
- * Los parámetros de la media, desviación estandar é histogramas de Cu y Zn demuestran que el área explorada tiene un background relativamente alto comparado con la abundancia normal de estos metales en suelos que generalmente contienen entre 2-100 p.p.m. de Cu y 10-300 p.p.m. de Zn.
- * El background en la zona Nor-Este es el siguiente: 29-299 p.p.m. para el Cu y 166-255 p.p.m. para el Zn.
El background en la zona Sur-Este es el siguiente: 45-190 p.p.m. para el Cu y 1268-2371 p.p.m. para el Zn.
Estos valores nos demuestran una mayor abundancia local de An. respecto al Cu.
- * Las Anomalías Significativas son tomadas de modo que solamente el 2.5% de la población exceda el límite de $\bar{x} + 2$; esto nos permite una gran seguridad para poder definir regiones anómalas.
- * En la zona Nor-Este las anomalías significativas para el cobre son tomadas para valores superiores a 433.55 p.p.m. y mayores que 3269.7 p.p.m. para el zinc, siendo el segundo aproximadamente 8 veces superior al primero.
En la zona Sur-Este las anomalías significativas para el cobre son tomadas para valores superiores a 247.9 p.p.m. y mayores que 2923.12 p.p.m. para el zinc siendo el segundo aproximadamente 11 veces superior al primero.
- * Los Símbolos utilizados permiten definir rápidamente las áreas de background, anomalías probables y anomalías significativas; además permite comparar rápidamente los patrones de dispersión

de otros elementos producidos por ambientes geoquímicos específicos.

- * Los mapas geoquímicos muestran una superposición de las anomalías significativas de cobre y zinc.
- * En la zona Nor-Este el mapa geoquímico de zinc nos muestran anomalías mayormente concéntricas abiertos de dispersión secundaria, que nos indican una dirección N 40° W; pero el mapa - geoquímico de cobre nos muestra anomalías concéntricas cerradas.
- * En la zona Sur-Este los mapas geoquímicos de zinc y de cobre - nos muestran anomalías mayormente concéntricas cerradas de dispersión secundaria, que nos indican una dirección N-S.
- * El programa GRID, realiza el contorneo automático de puntos de una red rectangular de valores.
- * El programa puede ser modificado y ajustado de acuerdo a las - características del problema que se analiza.
- * La aplicación de Programa GRID a la Prospección Geoquímica del Prospecto Punya nos demuestra la eficiencia del mismo con resultados muy satisfactorios.
- * El contorneo óptimo de un mapa depende de una distribución regular de los puntos de la red inicial.
- * El contorneo por la computadora es similar al contorneo manual, mostrándonos una distribución de valores de cobre y zinc más real y detallada, pudiendo ser utilizada esta información para una adecuada planificación en la explotación del Yacimiento.
- * Las diferentes aplicaciones realizadas con el programa, y con

resultados positivos nos demuestra la gran utilidad para el contorneo de mapas en las diferentes especialidades de Geología como por ejemplo: Geología, Geoquímica, Paleontología, Petróleo, etc., dado la gran cantidad de información con que normalmente se cuenta.

- * El Programa TREND nos define la tendencia de la mineralización facilitando el descubrimiento de zonas prospectables que no se evidenciaban.
- * Las aplicaciones del Programa TREND son múltiples en los diferentes campos de la Geología Económica, como son: distribución de isovalores, cocientes metálicos, anomalías geofísicas, anomalías geoquímicas etc.
- * Los mapas de tendencia de superficie cuando se utilicen en exploración geoquímica nos permite conocer la tendencia de la mineralización de acuerdo al tipo de aproximación utilizada (lineal, cuadrático, cúbico etc.)
- * En la zona Nor-Este los mapas de tendencia de tercer grado del zinc y del cobre nos muestran la dirección de la tendencia de la mineralización según $N 40^{\circ} W - S 40^{\circ} E$; corroborando con los planos geoquímicos de zinc y cobre.
- * En la zona Sur-Este los mapas de tendencia de tercer grado del zinc y del cobre nos muestran la dirección de la tendencia de la mineralización según $N - S$; corroborando con los planos geoquímicos de zinc y cobre, y de esta manera le da mayor consistencia para recomendar áreas ó lugares para realizar labores mineras de exploración y posibles desarrollos.
- * Se ha verificado la utilidad y la eficiencia con que trabajan los programas GRID - TREND; sobre todo cuando se tiene una dis

tribución regular de datos como es el caso de la Prospección -
Geoquímica del Prospecto Panya.

RECOMENDACIONES

- * Para un verdadero aprovechamiento es necesario contar con el equipo de procesamiento adecuado, ya que de otra manera el tiempo que se gane con la velocidad del proceso se pierde en la gestión para utilizarlo.
- * Los mapas Geoquímicos y de tendencia del zinc, muestran que la mineralización sigue la dirección N 40° W; esta es la ocurrencia de mantos mineralizados en el cuál deben realizarse labores mineras.
- * En la zona Nor-Este se recomienda la exploración en la dirección N 48° W.
- * En la zona Sur-Este se recomienda la exploración en las siguientes direcciones S 60° W, S 20° E.
- * Para completar el paquete de programas se recomienda terminar el programa de las SERIES DE FOURIER.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AHRENS TAYLOR Spectrocheical Analysis. Second Edittion 1961 Adi
son Wesley Publishing Company.

CASTANEDA M. J. Statistical Treatment of Geochemical data with the
help of Computer. Thesis Montana College of Mineral Scien-
ce and Technology. 1977. 56 Pág.

COBBING E.U., PITCHER W.S. The Geology of the Western Cordillera
WILSON U.U., BALDOCKU W, of Northern Perú. Overseas Memoir 5,
TAYLOR W.P. Mc COURT W. 1981. Institute of Geological Scien-
AND SNELLING N.U. ces 148 Pág.

DAVIS C. JOHN Statistics and Data Analysis in Geology. Copyright
1973 by John Wiley & Sons Inc. 550 Pág.

NACKOWSKI M.P., CHARLES A. Trend Surface Analysis of Trace Chemi-
MORDIROSIAN and JOSEPH M. cal data, Park City District Utah. E-
BOTBOL. conomic Geology. Vol. 62, 1967, pp -
1072 - 1087.

LEPELTIER C. A Simplified Statistical Treatment of Geochemical da
ta by Graphical Representation. Economic Geology, Vol. 64,
1969, pp 538 - 550.

NICHOL IAN., R.G. GARRETT and J.S. WEBB. The role of some Statis-
tical an Mathematical Methods in the interpretation of Re-
gional Geochemical data. Economic Geology, Vol. 64, 1969,
pp 204 - 220.

TUMIALAN P.H. Pautas Metalogenéticas en la Exploración Geológica
de la Cordillera Negra-Ancash. Publicación IX Ciclo Jueves
Mineros 1984. Banco Minero del Perú. 11 Págs.

WILLARD D-MORRIT. DEAN Métodos Instrumentales de Análisis 4ta.
Edición 1970. Editorial Continental.