

[比抵抗構造平面] (Fig. II - 27)

本調査地区では、標高2,900m準並びに2,700m準について、比抵抗構造平面図を作成した。両平面図共、第2層と第3層の平面的分布を示すものである。

①2,900m準では第2層が広く分布し、その中に500Ω・m以上の高比抵抗層が存在する。低比抵抗な第3層が4H₂で捕捉された低見掛比抵抗分布を中心に3か所に分れて分布する。

②2,700m準では、第2層の分布が小さく局部的になり、ほとんどが第3層の分布となる。

本地区の地質は、火山砕屑岩が全面に分布している。この中に北東から南西方向の裂罅が数多く発達し、これこれを充填する形で珪化帯が発達している。粘土化変質帯は地域全体に広く分布している。

第1層は低比抵抗で地表付近に浅く解析されているもので、地表全体に広がる湿潤した粘土化帯に対応する。

第2層は中央部に500Ω・m以上の比抵抗層が測点 No. 88~89付近の深部に塊状にまとまって解析され、これは深部に至る形状を示している。地表における珪化岩体との関連から、その根源部を示すものと考えられる。500Ω・m以下の第2層は、全域に分布する粘土化した凝灰岩の分布に対応する。

5-3 考 察

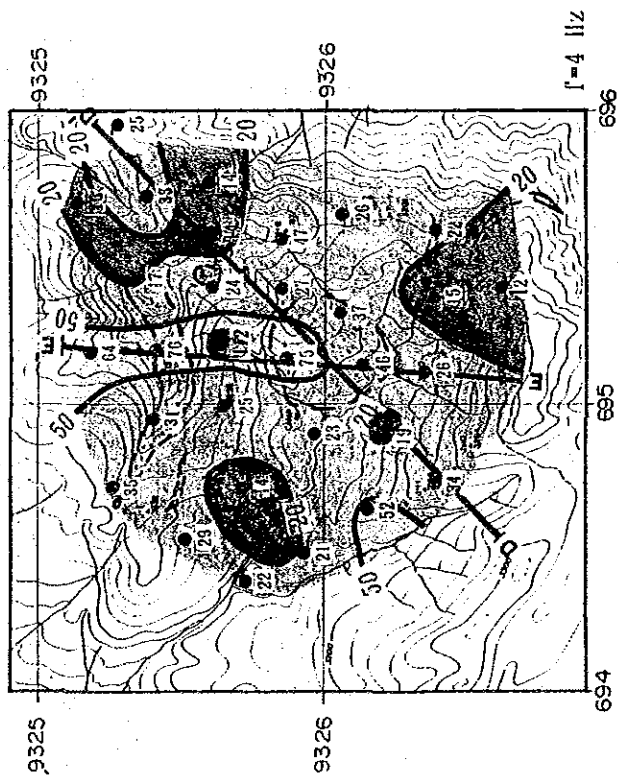
本調査地区はポルクーヤ火山岩類に対比される安山岩質ないし石英安山岩質の火山砕屑岩類より成り、その中に北東-南西方向の裂罅系が数多く発達する。鉍化変質作用はこれらの裂罅系を通路として発達したと解釈されるが、特に鉍化作用は珪化変質期に重点的に生じたと推定される。更に鉍化変質作用はその分布よりみて特定層準に優先的に発達したと考えられる。

更に地化学探査では上述の解釈を肯定する結果を得、かつ本調査地区全体が極めて強い地化学異常帯であることが指摘された。

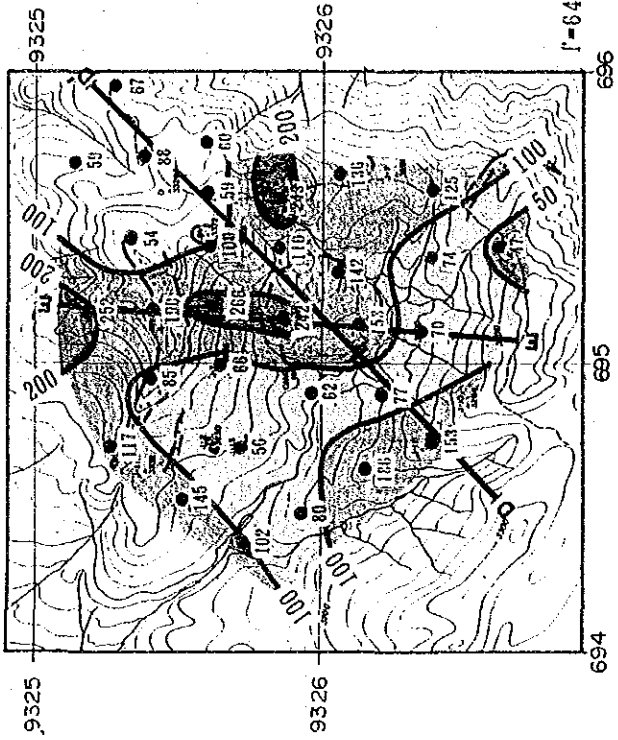
一方物理探査では本調査地区の比抵抗構造は3層構造をなすと解釈された。第1層は地表付近に浅く分布する低比抵抗層で、地表付近全域に広がる湿地帯と珪化変質帯の下位に潜在する粘土化変質帯に対応するものと考えられる。第2層は200~800Ωmの比抵抗値を有する比較的高比抵抗を示す層であるが、中央部の珪化粘土化変質帯下部に500Ωm以上の比抵抗を示す部分が地下深部にまで連続していると解析される。すなわち換言すれば、第2層の高比抵抗層はその中央部に地下深部に達する根を有すると解釈することができる。最下位層

である第3層は70Ω m以下と極めて低い比抵抗値を有する。

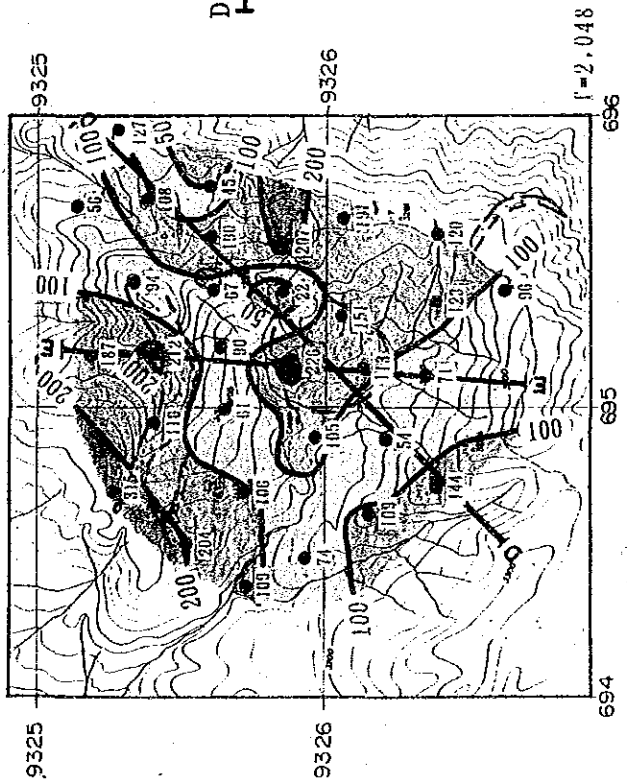
これらの解析結果を考察すれば、本調査地区は浅熱水性鉱化変質作用により特徴付けられ、更に珪化変質期に鉱化作用が集中したと考えられることより、珪化変質帯を示唆していると思われる、きのこ状構造を有する第2層高比抵抗帯が鉱床胚胎の場を暗示している解釈される。



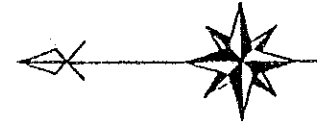
f=4 Hz



f=64 Hz



f=2,048 Hz



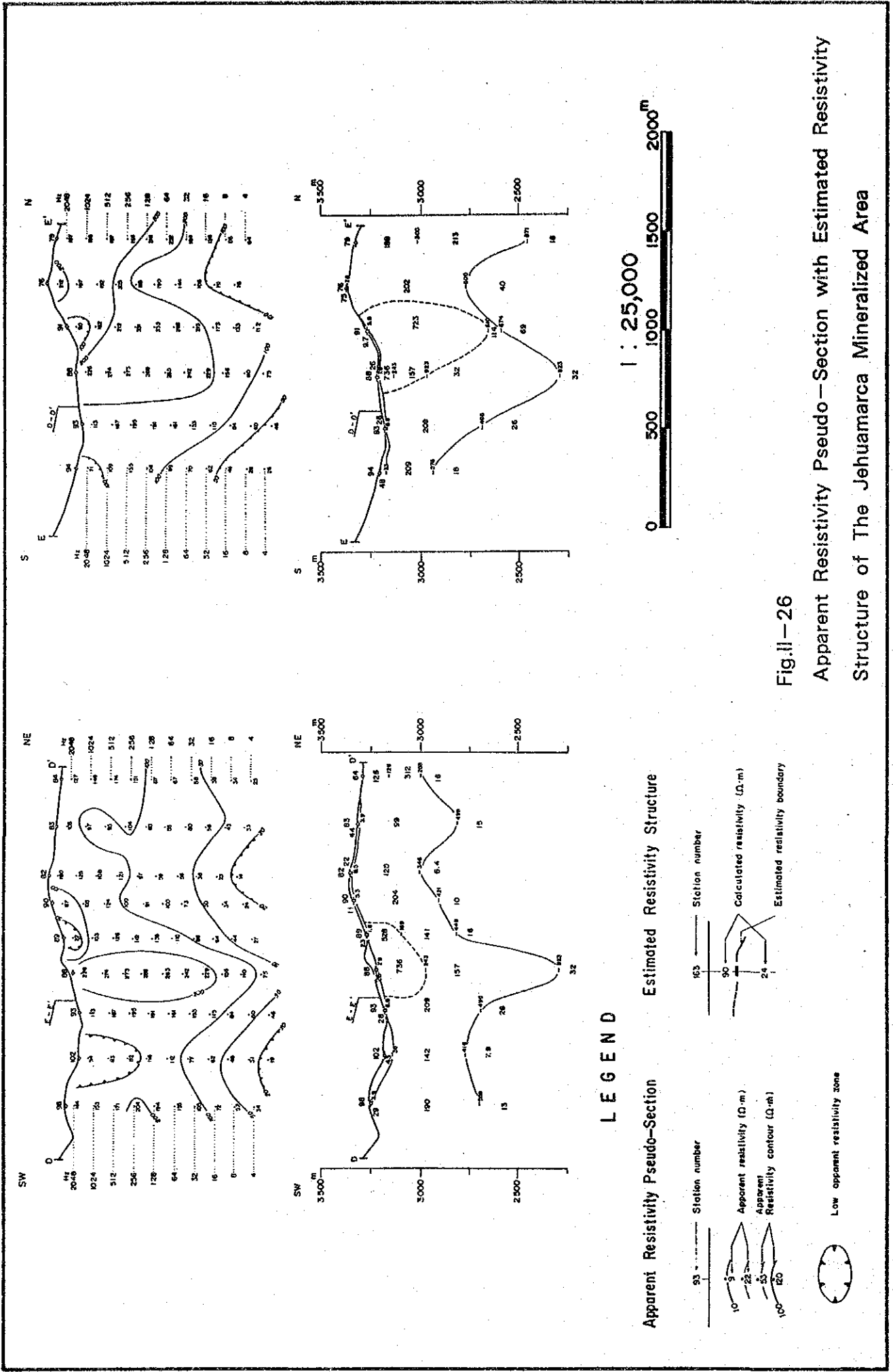
L E G E N D

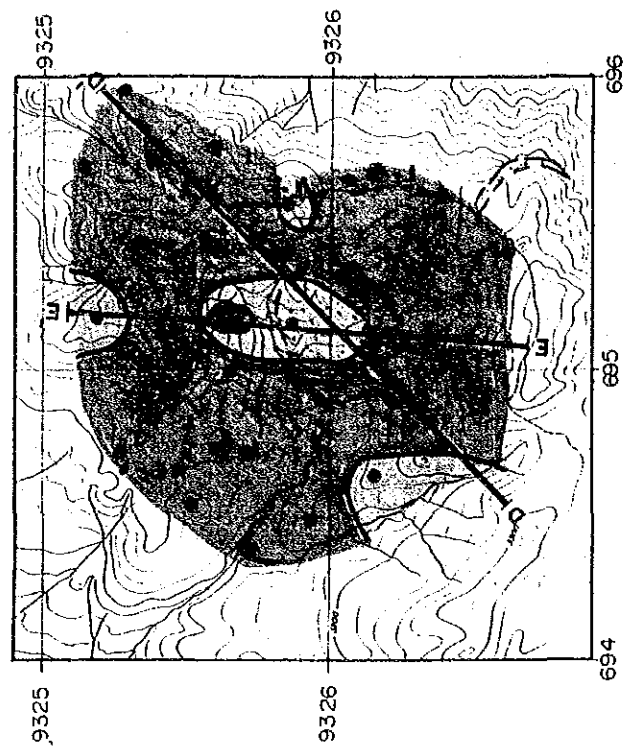
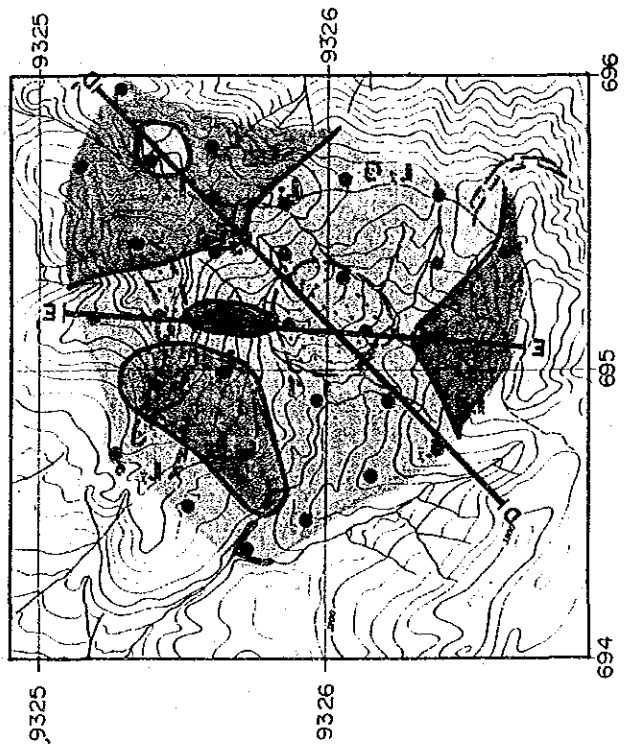
- CSAMT Station
- 58 Apparent Resistivity (Ω · m)
- D — D' Cross Section
- Silicification Zone
- Apparent Resistivity Contour (Ω · m)
- Division of Apparent Resistivity (Ω · m)
- 20 50 100 200 (Ω · m)



1 : 25,000

Fig.II-25 Apparent Resistivity Map of The Jehuamarca Mineralized Area





L E G E N D

● CSAMT Station

D—D' Cross Section

◉ Silicification Zone

Division of Apparent Resistivity

100 500 (Ω · m)



1 : 25,000

Fig.II-27 Resistivity Structure Map of The Jehuamarca Mineralized Area

第Ⅲ部 結 論

第1章 結 論

本調査地域は、先カンブリア紀に対比される片麻岩を主体とする変成岩より成るマラニョン複合岩体を基盤とし、結晶片岩を主体とするオルモス複合岩体及び千枚岩を主体とするサラス層群より成る古生界、火山砕屑岩類を主体とするオヨトゥン火山岩類、珪質砂岩を主体とするゴイアリススキスガ層群、石灰質岩を主体とするインカ累層、チュレック累層、パリアタンボ累層及びプレイカーナ累層等より成る中生界及びこれらを一貫する閃緑岩類、花崗岩類、モンゾニ岩類及び斑岩類、これらを不整合に覆う第三紀火山岩類及び第四紀の河川堆積物より成る。

貫入岩類は現地調査により、閃緑岩類、花崗岩類、モンゾニ岩類、斑岩類の貫入順序が決められたが、 K/Ar 法による絶対年代測定結果(Apx. 4)もほぼこの観察結果に合致し、閃緑岩類は、 119 ± 6 百万年、花崗岩類 $106 \pm 5 \sim 47.6 \pm 2.4$ 百万年、モンゾニ岩類 78.0 ± 3.9 百万年を得た。花崗岩類にて得られた 47.6 ± 2.4 百万年はパルマ地区の赤色花崗岩試料であるが、あるいはカリ長石化変質作用の時代を与えているのかもしれない。

断層裂罅系はランドサット画像によるリニアメント解析 (Fig. II-2, Fig. II-3) では、北北西-南南東方向に出現頻度の最高値ピークが確認されているが、現地調査では、北東-南西方向の断層裂罅系が最もよく確認されている。前者は、いわゆるアンデストレンドであり後者はこれを生ずる横圧力の力の方向に一致している。しかしながら調査地域東部に位置するパルマ地区ではこの考えに一致する右横ズレ断層を示すが、調査地域西部に位置するサン・フェリッペ地区では西部ブロックが下位に転移した陥没構造を示していることより伸張場に相当する可能性もあり、ワンカバンバ屈曲帯における構造運動の変遷を物語るのかもしれない。調査地区別に断層裂罅系をみてみれば、サン・フェリッペ地区 (Fig. II-5) では、北東-南西及び北西-南東系の組合せより成り、全体としてほぼ南北の伸長を示す。チョンタリ地区 (Fig. II-18) においては航空写真により北東-南西系の比較的大きな断層裂罅系が確認され、その間を橋渡しする小規模な北西-南東方向の裂罅系が認められている。パルマ地区 (Fig. II-20) でも北東-南西系の断層裂罅系を主としこれにほぼ直交する北西-南東系の裂罅系が副次的に確認されている。更にヘワマルカ地区 (Fig. II-22) では、無数の北東-南西系の転移量のほとんどない裂罅系が認められている。これら現場あるいは航空写真にて確認された断層裂罅系はランドサット画像解析からは、ほとんど確認できず、いずれも大構造より派生する副次的構造であろうと推定される。

変質作用はこれら副次的裂罅系を通路として生じたものと考えられる。すなわちサン・フェリッペ地区では北東-南西あるいは北西-南東方向の組合せより成る裂罅を中心とし変質

帯、地化学異常帯、物探異常帯が分布し、チョンタリ地区では北東-南西系リニアメントの間に発達する北西-南東系裂罅帯に変質帯が生成し、パルマ地区では、北西-南東の断層裂罅と花崗岩体との間に、更にヘワマルカ地区では北東-南西方向の裂罅沿いに変質帯が優先的に生成している。なお、ヘワマルカ地区では、特定層準が優先的に変質する選択的変質作用が生じた可能性がある。これらの変質帯の変質鉱物の組合せは、いわゆる浅熱水性変質作用由来のものであることを示している。

地化学異常は、全調査地域にて捕捉されたが、鉍化作用に関係すると思われる変質帯と重複する地化学異常帯はサン・フェリッペ地区のペーニヤ・ベルデ及びラ・ワカ、チョンタリ地区、パルマ地区のソナンガ及びヘワマルカ地区において捕捉された。ペーニヤ・ベルデ鉍化変質帯は珪化変質帯に重複する銀・銅地化学異常として現われ、ラ・ワカは珪化粘土化変質帯に重複する銅・亜鉛・鉛地化学異常として示される。チョンタリ鉍化変質帯は、珪化粘土化変質帯に重複する金・銀・鉛地化学異常、ソナンガ鉍化変質帯は珪化粘土化変質帯に重複する鉛・銅・モリブデン地化学異常、ヘワマルカ鉍化変質帯は珪化変質帯及び珪化粘土化変質帯に重複する金・銀・鉛地化学異常として抽出される。

サン・フェリッペ地区及びヘワマルカ地区で実施された物理探査では前者は変質帯に重複する低比抵抗帯、後者は低比抵抗帯中の高比抵抗帯として物探異常が抽出された。サン・フェリッペ地区の低比抵抗帯は貫入岩（モンソニ岩及び環状安山岩）を中心とし発達するが、地化学異常の分布様態及び変質帯との関係より二種類あるいは二期にわたる鉍化変質作用の存在を示唆している。一方ヘワマルカ地区では低比抵抗帯-高比抵抗帯-低比抵抗帯という三層構造として解析され、更に中位層の高比抵抗帯は、中央部において地下深部に達する根っこを有するというきのこ状構造として解析された。この現象は、鉍化変質流体の供給源を示唆しており今後の探査の重要なターゲットとなるものと考えられる。

鉍石として採集した各地区の変質岩及び/又は石英脈の分析結果は、いずれのサンプルも金を有すると言う特徴が認められた。特にチョンタリ鉍化変質帯の中心部を形成する北西-南東方向の石英脈は17試料平均でAu 1.37 g/t, Ag 7 g/t (最大Au 10.3 g/t, Ag 29 g/t) という値を得ており、金鉍床賦存の可能性の極めて高い地区であると言える。更にまたヘワマルカ鉍化変質帯では珪化~粘土化変質岩中の硫化物鉍染帯で2試料平均でAu 0.80 g/t, Ag 495 g/t, Pb 0.42 %, Zn 0.69 %, Cu 0.04 %との分析結果を得ており、含金銀卑金属鉍染鉍床賦存の可能性の高い地域であると言える。

第2章 第2年次調査への提言

本調査地域において地質鉱物冶金研究所により捕捉された河川堆積物による地化学異常は極めて確度の高い鉱化示徴であることが本年度調査の結果確認された。従って未調査として残るチョンタリ北部、チョンタリ南部、ペーニヤ・ブランカ、テウーナ等についても重要な鉱化示徴を包含している可能性が極めて高いと判断され、これらの地化学異常帯に対する地質概査の実施が望まれる。しかしながらこれらの地化学異常帯はいずれも遠隔地にあり道路網も馬道のみでありかつ地形図も整備されていないため、調査開始にあたっては調査の基本図である地形図の作成より始める必要がある。

本年度準精査により抽出されたチョンタリ鉱化変質帯は、変質帯の規模、地化学異常帯の分布、含金石英脈の出現頻度及び規模、いずれをとっても有望な鉱化示徴である。更にチョンタリ地区を縦断するワイヤバンバ(Huayllabamba)川の河川敷では砂金採掘も小規模ではあるが実施されており、金鉱床賦存の可能性の極めて高い地区であると言えよう。従って本地区の鉱化変質及び石英脈の生成機構・規模・品位の詳細確認のための地質精査及び物理探査の実施が望まれる。

本年度地質精査を実施したパルマ地区ソナンガ区域については有望な斑岩銅鉱床型の鉱化変質帯が捕捉された。本区域の鉱化変質帯の北部及び東部延長部については未だ精査完了しておらず、これら延長部の地質精査の追加及び追加区域を包含する概査的物理探査(例えばCSAMT法)の実施が望まれる。

本年度物理探査を実施したサン・フェリッペ地区についてはラ・ワカ鉱化変質帯の低比抵抗帯及びペーニヤ・ベルデ地区の低比抵抗帯に対し、その低比抵抗帯の詳細及び性格を見極めるための物理探査(例えばSIP法又はIP法)の実施が望まれる。更にヘワマルカ鉱化変質帯については中央部に捕捉された低比抵抗帯中のきのこ状構造を有する高比抵抗帯に対し鉱化状況の直接的確認の為のボーリング調査の実施を提言する。

以上の提言に基き調査手法別に抽出された調査予定地(Fig. III-1)の優先度を検討し、最終的に調査予定地区の優先順位を付せば、Table III-1の通り総括することが出来る。

Table.III-1

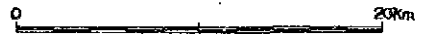
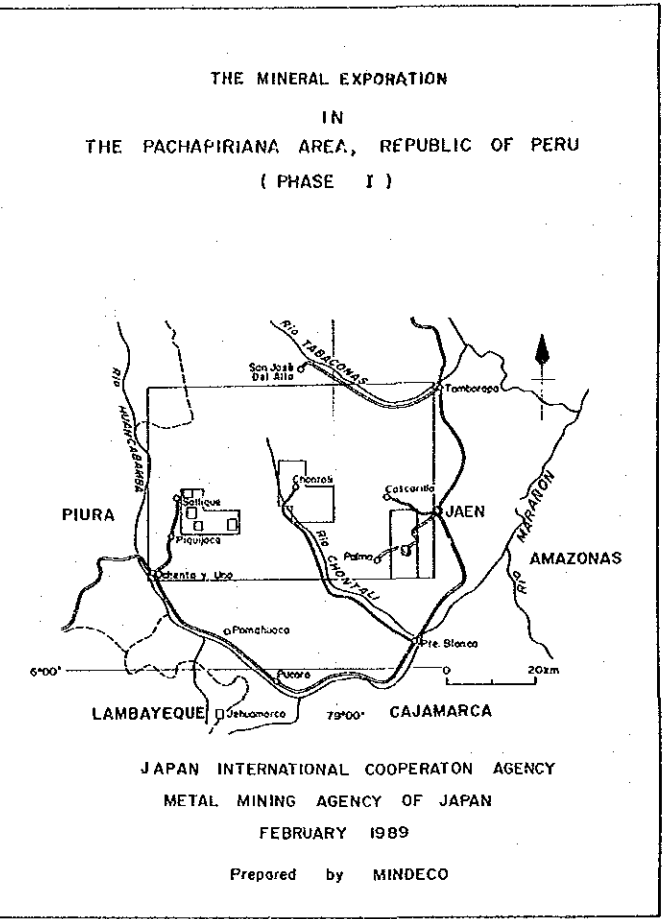
Summarized Recommendation for The Future Survey

		Geological Survey		Geophysical Survey		Boring	Priority for Surveying Area
		Semi-detailed	Detailed	C S A M T	I P		
San Felipe	Pena Verde] ● (90)	● (4)] ● (21)	△		④
	La Huaca		● (5)		○	△	
	Vega		● (4)	×			
	Paramo		● (5)	×			
Chontali	Northern Area (Pachapiriana)	△ (48)					①
	Central Area (Chontali)	● (120)	⊙ (20)	→	⊙	○	
	Southern Area	⊙ (80)					
Palma	Zonanga] ● (90)	● (3)	○			⑤
	Miraflores		×				
Jehuamarca		→	● (4)	● (4)	→	⊙	②
Pana Blanca		○ (220)					③
Tuna		△ (152)					⑥

● Finished × Disused → Omission
 () Surveyed Area and/or Surveying Area in km²

Priority of the Each Surveying Method

⊙ the First ○ the Second △ the Third



- LEGEND**
凡例
- MAJOR LINEAMENTS
線構造(強)
 - MINOR LINEAMENTS
線構造(弱)
 - CIRCULAR FEATURE
環状構造
 - BEDDING
層理
 - ANTICLINAL AXIS
背斜軸
 - SYNCLINAL AXIS
向斜軸
 - SURVEY AREA
調査地域
 - SEMIDETAILED SURVEY AREA
準精査地区
 - DETAILED SURVEY AREA
精査地区
 - MINERAL INDICATION
鉱微地
 - Geochemical Anomaly by INGEMMET
 - Priority for Surveying Area
 - C.P : Porphyry Copper Type
 - Diss : Dissemination of Base Metal Type
 - V : Vein Type
 - Sk : Skarn Type

Fig.III-1 Location Map of The Recommended Survey Area for The Future

APPENDIXES

Ap.1 result of Microscopic Observation (Thin Section)

Sample No.	Rock Name	Locality	Geological Unit	Main Component Minerals					Accessory (Secondary) Minerals					
				Quartz	Plagioclase	K-feldspar	Biotite	Hornblende	Others	Apatite	Zircon	Opaque	Others	
K12309	Quartz Diorite	Chontali	Di	5 0.1~0.5	66 0.5~5.0		15 0.5~4.0	10 0.1~3.0	Au 4. 0.12~2.0		<1 <0.1	<1 <0.1		Sphene
K02505	Diorite porphyry	San Felipe	Di	<1 2.5	68 0.1~7.0		3 ≤0.5		Px → chl-cab-op-lm chl-cab		<1 <0.05	4 0.05~0.4		(chl) 25 <0.1
H12405B	Granodiorite	Chontali	Di	30 0.1~5.0	50 0.1~4.0	15 0.5~2.0	5 0.2~1.0				<1 0.1±	<1 <0.5		
H20303	Syenite	Palma	Gr	2 <2.0	10 <3.5	45 <4.0	2 <1.0				<1 <0.1	<1 <0.7		Sphene <1 0.3
H11005	Granodiorite	San Felipe	Gr	45 0.05~1.25	40 0.05~0.2	10 0.05~0.2	5 0.02~0.25				<1 0.02	<1 0.01~0.02		(Phehnite ep. chl) 0.025~0.02 0.01~0.03 0.03~0.2
H20603	Adamellite	Palma	Gr	25 0.2~2.0	35 0.2~2.0	20 0.5~5.0	10 0.2~1.5	10 0.1~3.0			<1 <0.1	<1 <0.5		(chl. ser. zoisite)
H03008	Tonalite	San Felipe	Gr	25 0.2~1.2	60 0.1~2.5	10 0.1~1.0	10 0.1~1.0	<1 1.5			<1 <0.05	<1 0.1~0.4		actinolite (chl-cab-ep-rutile)
H12418	Quartz Monzonite	Chontali	Gr	10 0.5~2.0	35 1.0~4.0	45 1.0~6.0	5 0.5~3.0	5 0.1~3.0			<1 <0.1	<1 <1.0		(ser-chl)
K21201	Adamellite	Palma	Mz	20 0.2~4.0	45 0.5~2.0	30 0.2~3.0	5 0.1~1.0				<1 <0.05	<1 <0.5		(ser. chl. zo)
H02503	Monzoni Syenite	San Felipe	Mz	1 0.02~0.2	79 0.5~5.5	10 0.1~0.8	10 0.25~2.5	10 0.25~2.5	Px → chl.ep.zo		<1 <0.1	<1 <0.1		(chl. ep. zo. all. cab) 0.025~2.5 0.5 0.05~0.2 0.1~0.25 0.02~0.15
K12501	Monzonite	Chontali	Mz	3 2 (app)	30 0.1~3.0	(20) Salic agg	<0.05							(cab) 17
H12405A	Granite porphyry	Chontali	Gp	9 0.05~2.5	85 0.2~2.5		3 0.1		aus 3 0.1		<1 <0.1	<1 <0.1		(ser.chl)
H12404	Granophyre	Chontali	Gp	20 0.05~0.7	58 0.05~2.5	20 0.05~1.0					<1 0.01~0.5	<1 0.01~0.5		(chl. czo. ser) 1 1 <1
H11203	Rhyolite	Jahuamarca	Ry	<1 <0.2					glass					
H02503	Andesite	San Felipe	Oy	1 <0.1	81 0.5~5		15 0.05~0.5		Px → ep.chl.ur		3 <0.5	<1 <0.5		(ep. chl. ur. ac) 5 5 5 <1 0.1 0.5 0.2~0.5 <0.4
K12307	Andesite	Chontali	Oy	2 0.3	40 0.1~2.3		5 0.3~2.2		chl.ep.op					altered agg. (cab ep lm) 50 <1 <2 3
H20403	Dacite	Palma	Oy		24 ~3.5		5 cab.chl.op.clay				1 <0.3	5 65		glass → fine salic. clay cab op clay minerals cavity
K11803	Siliceous Rock	Jahuamarca	Po	80 0.01~1.0			<1	ms <1						ss av 3 2 <1.5 <1.5
H11902	Welded tuff	Jahuamarca	Po	2 0.02~0.8				93	glass → clay minerals					
K11906	tuff	Jahuamarca	Po	2 <0.5				66	glass → clay minerals		2 0.4	2 30 <2.0		

Di : Diorite
 Gr : Granite
 Mz : Monzonite
 Ry : Rhyolite
 Gp : Granite porphyry
 Oy : Ovoid Formation
 Po : Porculla Formation
 chl : chlorite
 cab : carbonate
 Op : opaque
 lm : lisanite
 ep : epidote
 ser : sericite
 zo : zoisite
 all : allanite
 czo : clinzoisite
 ur : urallite
 ac : actinolite
 agg : aggregate
 ms : muscovite
 ss : sandstone
 av : acidic volcanics
 → altered to changed to

K 12309 Holocrystalline
 pl : Euhedral ~ Subhedral, prismatic tabular.
 Albite twinning is common and carlsbad and Albite-carlsbad twinings are recognized. Zoning structure is rare.
 "An" component is about 40% from extinction angles.
 bi : Subhedral ~ Anhedral,
 Pleochroism is observed X'=pale brown, Z'=brown
 hb : Subhedral ~ Anhedral, Tabular.
 Pleochroism shows X'=pale greenish brown and Z'=grayish green-brown. Twining is also recognized slightly.
 qz : Anhedral. Corroded structure and wavy extinction are sometimes observed.
 au : Subhedral ~ Anhedral, prismatic. Weak pleochroism is rarely recognized. Twining is frequently observed and they are often coexisting with hb.

K 02505 Holocrystalline Porphyritic
 pl : Euhedral ~ Subhedral. The twinning is shown as Albite frequently and a little Carlsbad. "An" component is about 68% from extinction angle.
 Altered mafic minerals : The prismatic crystal is remarkable.
 Altered completely to aggregation of chl, cab, op and Allanite. It seems that they might be originally pyroxene group minerals.
 qz : Subhedral. There are as like corroded structure and reaction rim.

H 12405B Holocrystalline
 Main components are pl, qz and kf and accompanied with bi and opaque mineral.
 pl : Euhedral ~ Subhedral, Prismatic.
 Twinings of Albite and Carlsbad and zoning are observed remarkably. "An" component from extinction angle is about 55%.
 qz : Subhedral ~ Anhedral. Corroded structure is observed. There are pl, bi and op as inclusions.
 kf : Anhedral. Perthite is sometimes observed slightly.
 bi : Euhedral ~ Subhedral. Pleochroism is observed, X'=pale brown and Z'=grayish green. Partly altered to chl and op.

H 20303 Holocrystalline
 kf : Subhedral ~ Euhedral. There are two types internal structure, the one has remarkable perthite structure and the other is racking it. The former is sometimes recognized carlsbad twinning.
 Pl : Euhedral Subhedral. Polysynthetic twinning is remarkable.
 qz : Subhedral. Myrmekitic texture with K-feldspar is

- observed frequently.
- bi : Subhedral. Cholritization is remarkable.
Weak pleochroism is recognized, X'=pale greenish, pale brown, Z'=pale green.
- H 11005 Holocrystalline Equigranular
- qz : Subhedral~Anhedral. Myrmekite texture is observed.
- pl : Subhedral~Anhedral. Abundant albite twinning and a few carlsbad twinning are observed. Sometimes altered to prehnite and epidote. "An" component from extinction angle shows about 26%.
- bi : Euhedral~Subhedral. Pleochroism is remarkably shown. X'=pale reddish brown and Z'=dark greenish brown. Partly they change to chlorite.
- kf : Anhedral. Carlsbad twinning and exsolution lamellar are observed.
- M 20603 Holocrystalline
- pl : Subhedral~Anhedral, prismatic~tabular.
Alteration is commonly observed. Ser. and clinzoicite occur as alteration products.
- qz : Anhedral, granular~irregular.
- kf : Anhedral, granular~irregular.
Perthite and a little microcline are observed. Zoned structure is also observed indistinctly.
- hb : Euhedral~Subhedral, prismatic.
Pleochroism is X'=pale brown and Z'=grayish brown. Twining is observed whole of the crystal.
- bi : Euhedral~Subhedral, tabular.
Completely changed to aggregate of chl, ep and opaque minerals.
- H 03008 Holocrystalline
- pl : Euhedral~Subhedral, prismatic.
Observed twinning is Albite, Carlsbad and Albite-Pericline. Zoning is observed too. "An" components from extinction angle is about 45%.
- qz : Anhedral. Containing fluid inclusion and pl inclusion occur as interstitial of pl.
- bi : Euhedral~Subhedral. Change to chl, ac, ep and Rutile.
- hb : Euhedral~Subhedral. Change to chl and cab completely.
- ac : Euhedral. Coexisting with ep and chl.
- H 12418 Holocrystalline
- kf : Anhedral. Perthite is remarkable. Microcline texture is sometimes recognized.
- pl : Euhedral Subhedral. Twinings of Albite, Carlsbad and Pericline and zoning are observed remarkably. "An" component from extinction angle is about 30%.
- qz : Subhedral~Anhedral. Apatite and zircon occur as inclusions.
- bi : Euhedral~Subhedral. Pleochroism is observed, X'=pale

- brown and Z'=greenish brown. Inclusions of zircon, apatite and opaque are common.
- hb : Euhedral. Pleochroism is observed, X'=pale brown and Z'=grayish brown. Twining is common.
- K 21201 Holocrystalline
- pl : Subhedral, Prismatic ~ Tabular. Indistinct twining is observed. The alteration is moderate strong and the alteration products are ser, clinzoicite and chlorite.
- kf : Subhedral ~ Anhedral. The large one contains perthite texture and having a irregular shape, but small one is granular shape.
- qz : Subhedral Anhedral. Partly observed recrystallized fine grained crystal near the rim.
- bi : Subhedral Tabular. Pleochroism is X'=pale brown and Z'=brown. Some crystal altered to chlorite completely.
- H 02503 Holocrystalline Equigranular
- pl : Euhedral, prismatic. The observed twinings are Albite, Carlsbad, Pericline and their combined. The zoning is recognized. "An" component from extinction angle is about 32%.
Usually altered to ep, czo, prehnite, chl, cab, albite and ser.
- Altered Mafic minerals : Euhedral, prismatic. Completely changed to chl, ep and czo.
- kf : Anhedral. Abundant albitization is observed.
- qz : Anhedral. Occurs in interstitial of pl.
- K 12501 Porphyritic
- pl : Euhedral ~ Subhedral, Prismatic ~ Tabular. There are abundant Albite twining and a little Carlsbad twining. "An" component is about 25% from extinction angle. Alteration is observed and it's products are ser and cab.
- Groundmass consists of pl and altered minerals.
Altered minerals appear as aggregate of mosaic salic minerals, spotty sericite and opaque.
- qz : Small one occurs as single crystal, but large one occurs as mosaic aggregation. Often shows wavy extinction.
- H 12405A Holocrystalline Porphyritic
- Phenocryst consists of pl and qz and groundmass is feldspar, qz, ms and bi. Alteration is observed slightly.
- qz : Anhedral ~ Subhedral. Sometimes observed corroded structure.
- pl : Euhedral ~ Subhedral. Albite twining is remarkable.
- ms : Subhedral, Tabular.
- bi : Subhedral, Tabular. Pleochroism is observed, X'=colorless and Z'=pale green.

mineral and cab. Partly observed aggregation of zeolite.

K 11803

qz : The shapes are many-sided and mosaic, so it is supposed that they occur as recrystallization products.

bi : Filled up by the intergranular mosaic quartz in partly. Pleochroism is recognized, X'=pale greenish, Z'=green.

Fine grained salic minerals : Occur around the cavity and/or as irregular band.

Cavity : The shape is very irregular. Distributes in whole of the section heterogeneously.

H 11902

Plagioclase altered to mica group minerals completely, and quartz is corroded.

The matrix changes to kaoline, sericite, carbonate and albite and shows flow structure. Altered sandstone and acidic volcanics fragments are recognized.

K 11906

The matrix consists of fine grained clay minerals and mosaic salic minerals. It is supposed that they are altered from original materials. Rock fragments are also observed as altered minerals aggregation. Quartz occurs as fragment and granular, and is sometimes recognized corroded structure.

Abbreviations

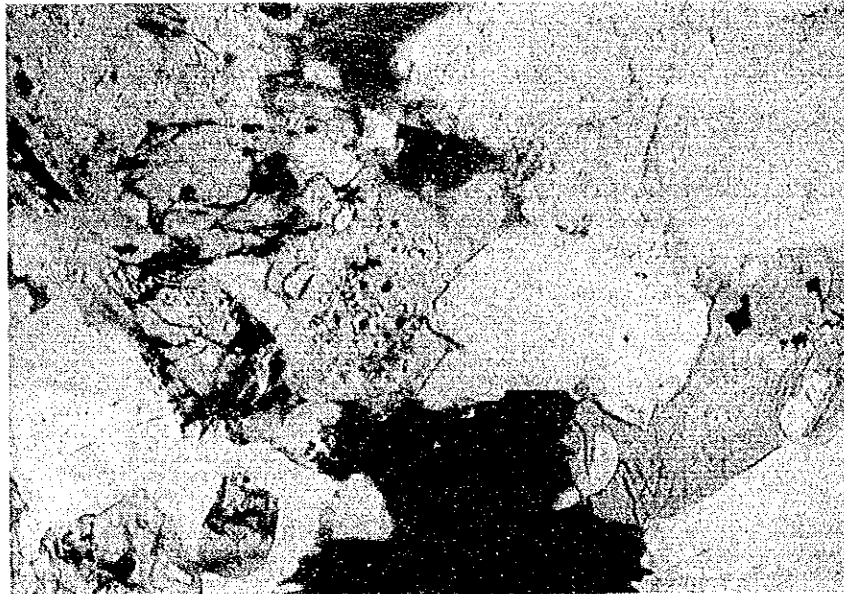
qz :	quartz,	pl :	plagioclase,	kf :	k-feldspar,
bi :	biotite,	hb :	hornblende,	am :	actinolite,
cpx :	clinopyroxene,	sr :	sericite,	ch :	chlorite
cb :	carbonate,	Alm :	altered mafic mineral,		
Mt :	matrix,	Gm :	Groundmass		

Sample No. : K12309

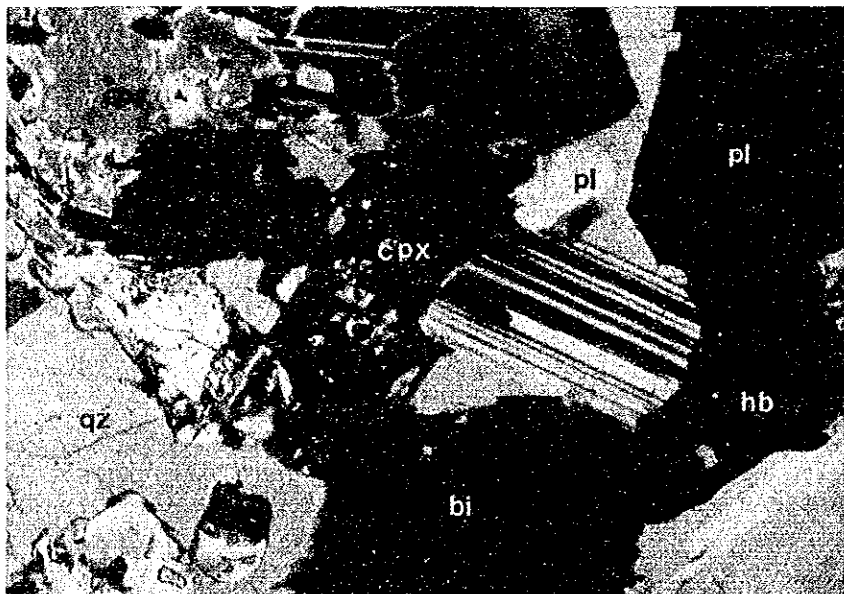
Locality : Chontali

Rock Name : Quartz diorite

PPL



XPL



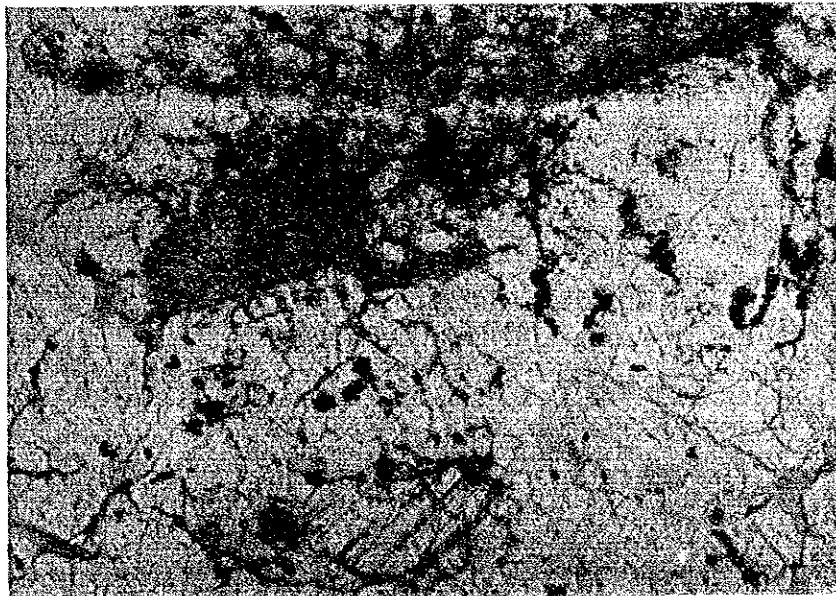
Scale 1 mm 

Sample No. : K02505

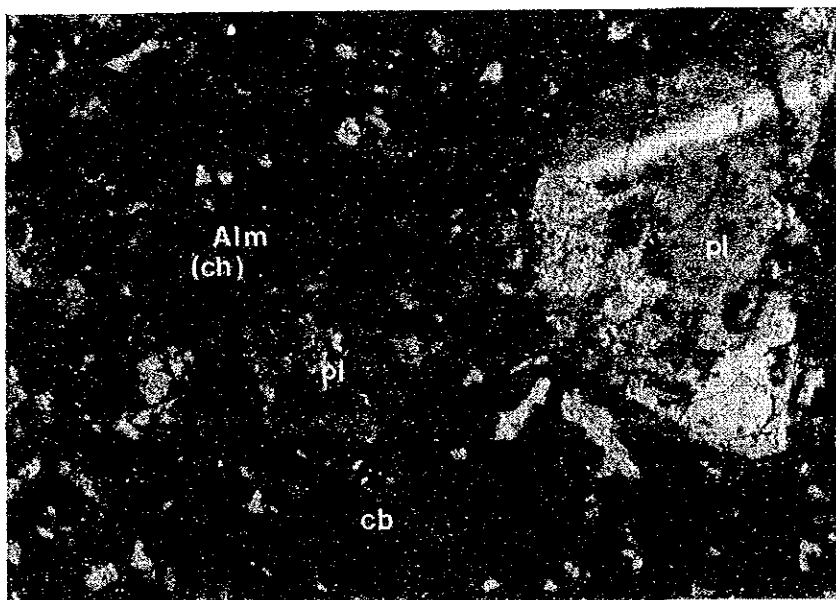
Locality : San Felipe


Rock Name : Diorite porphyry

PPL



XPL



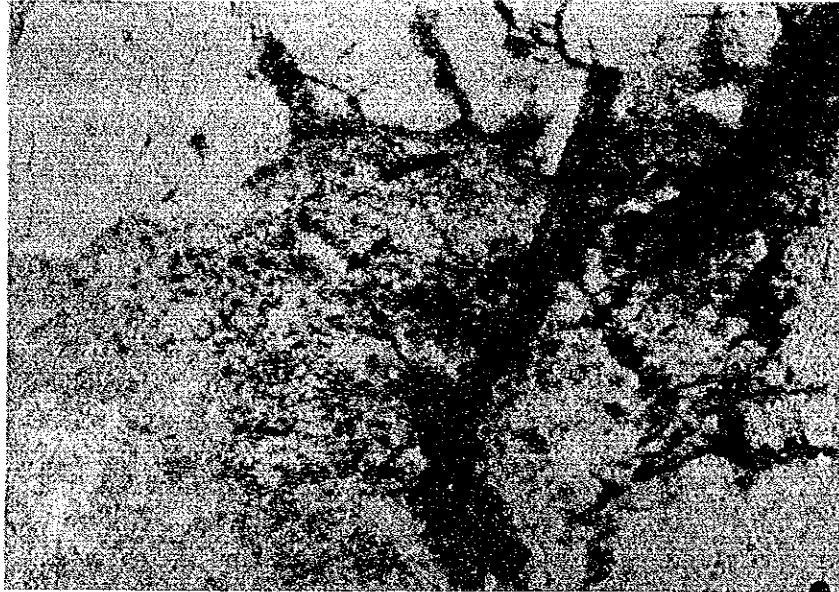
Scale 1 mm 

Sample No. : H12405B

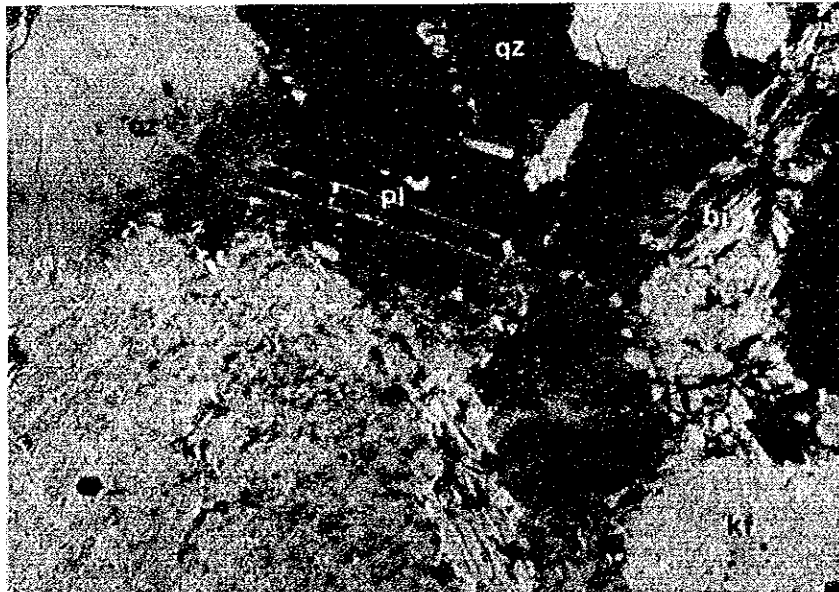
Locality : Chontali

Rock Name : Granodiorite

PPL



XPL



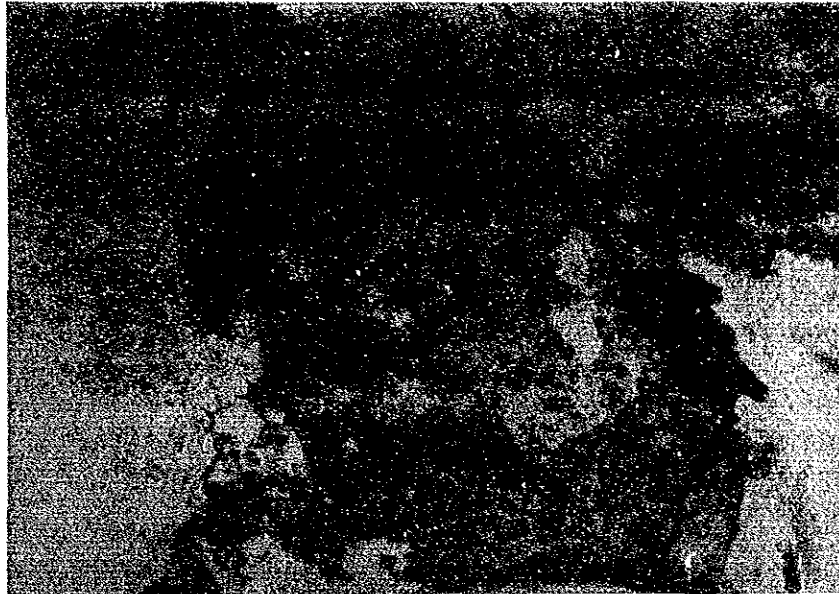
Scale 1mm 

Sample No. : H20303

Locality : Palma

Rock Name : Syenite

PPL



XPL



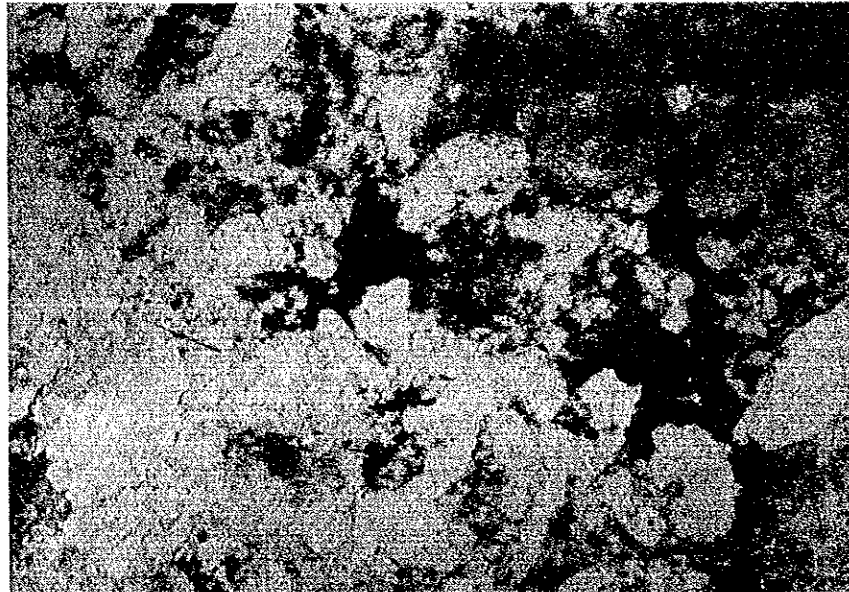
Scale 1 mm 

Sample No. : H11005

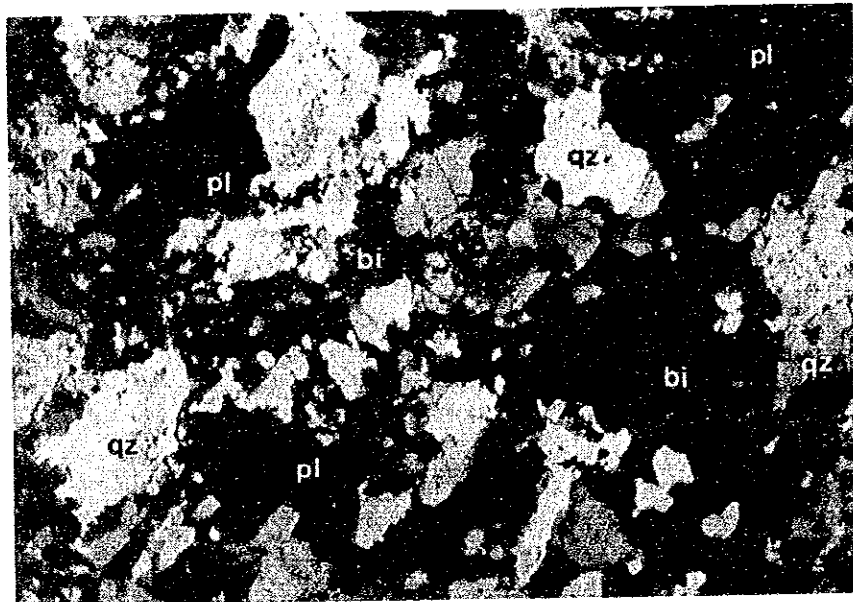
Locality : San Felipe

Rock Name : Granodiorite

PPL



XPL



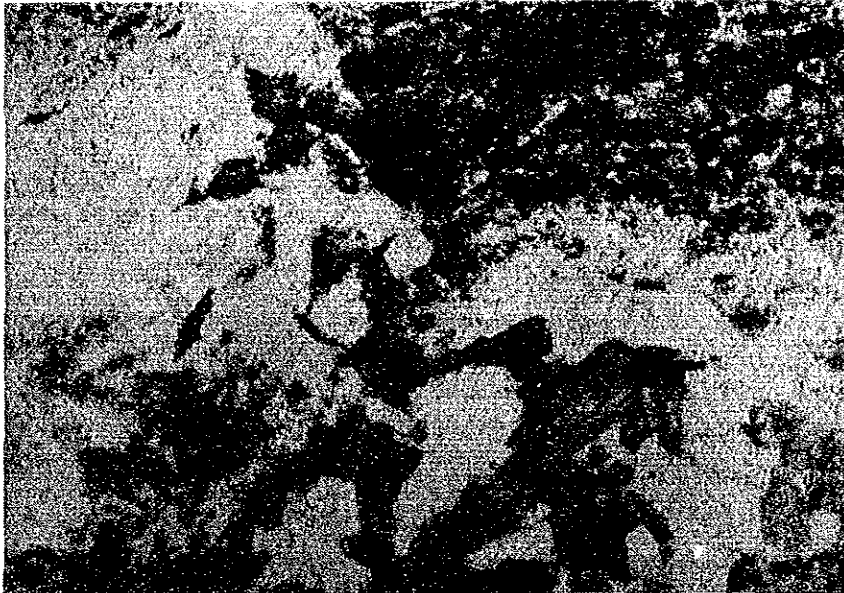
Scale 1 mm 

Sample No. : M02603

Locality : Palma

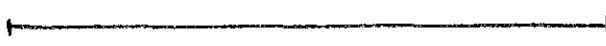
Rock Name : Granite (Adamelite)

PPL



XPL



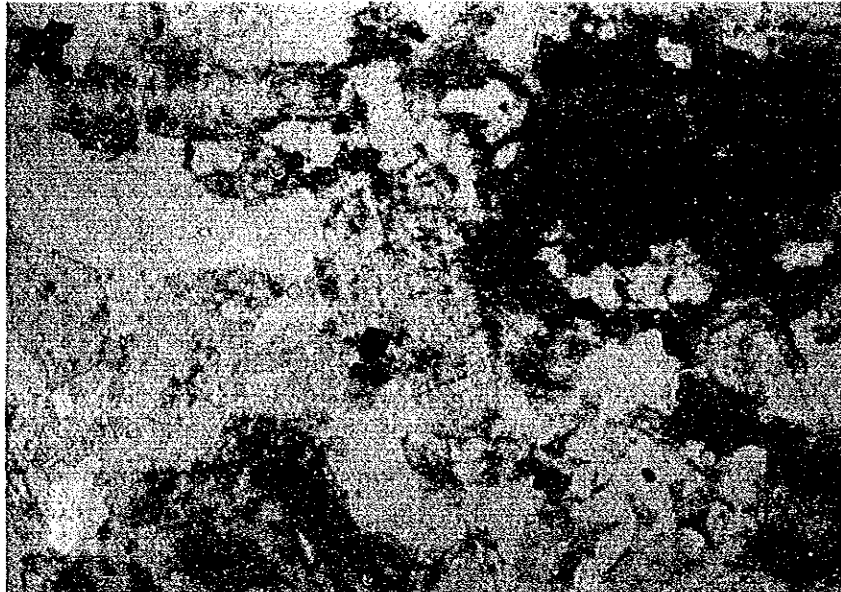
Scale 1mm 

Sample No. : H03008

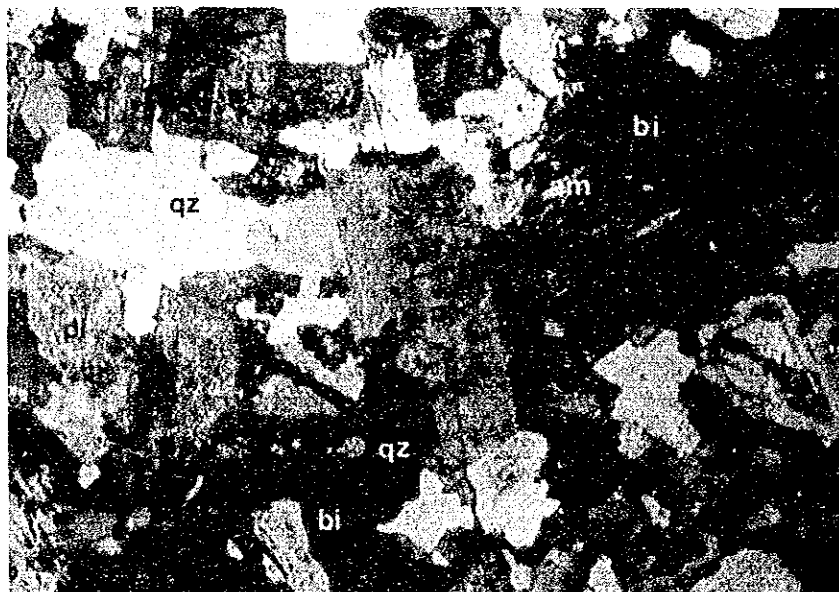
Locality : San Felipe

Rock Name : Tonalite

PPL



XPL



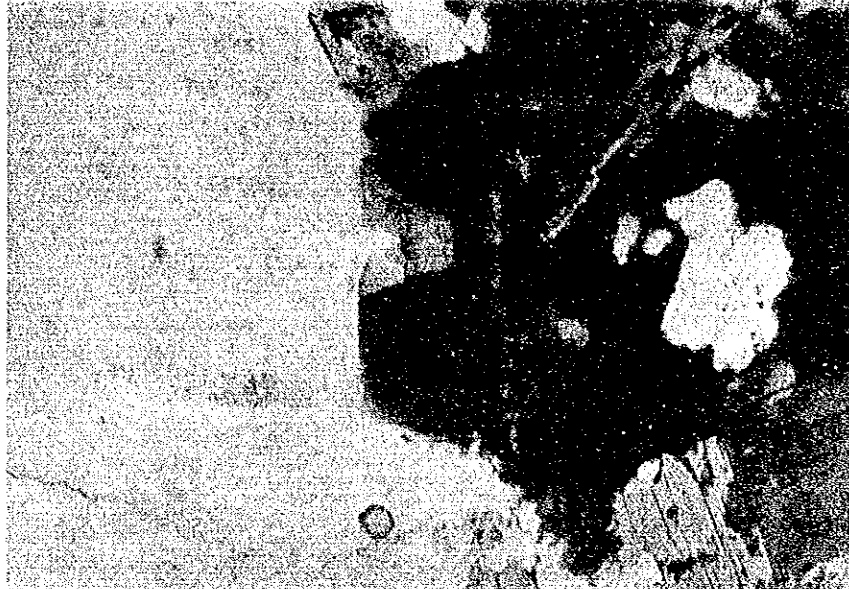
Scale 1mm 

Sample No. : H12418

Locality : Chontali

Rock Name : Quartz monzonite

PPL



XPL



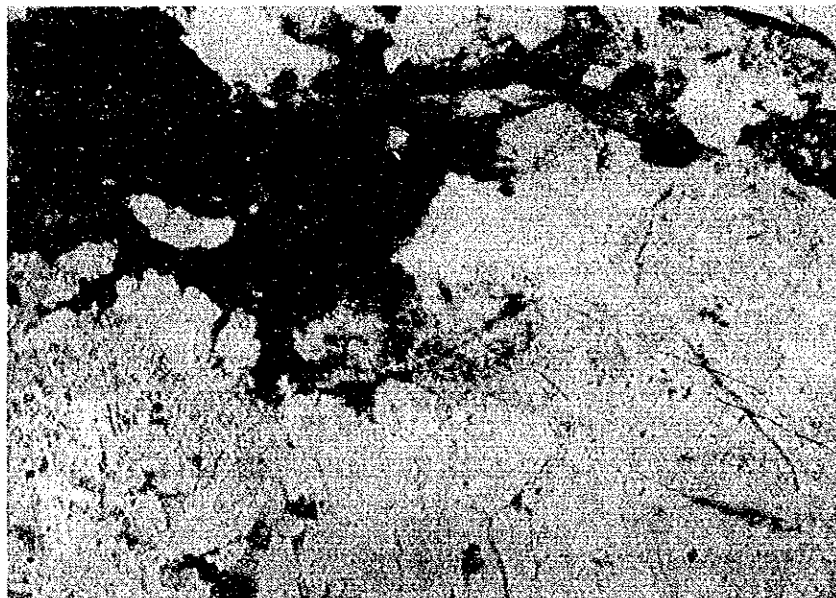
Scale 1mm 

Sample No. : K21201

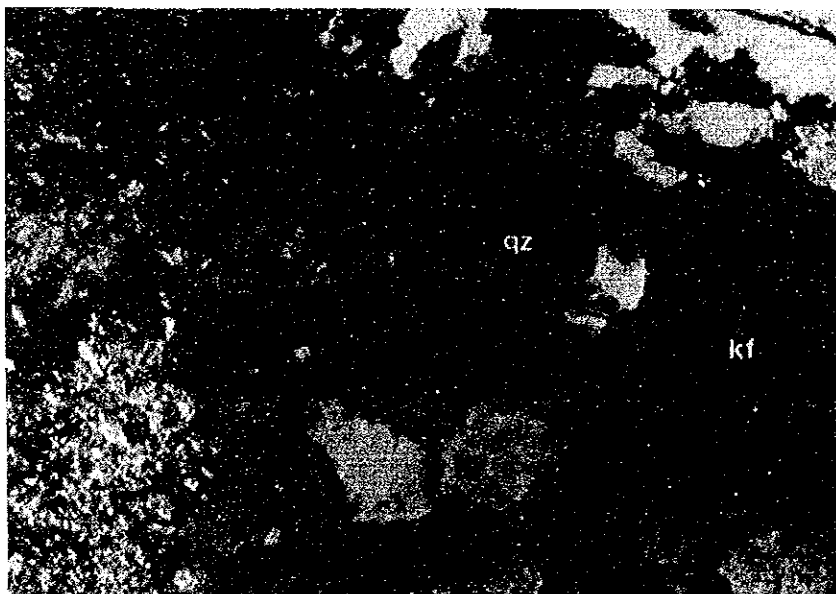
Locality : Palma

Rock Name : Granite (Adamelite)

PPL



XPL



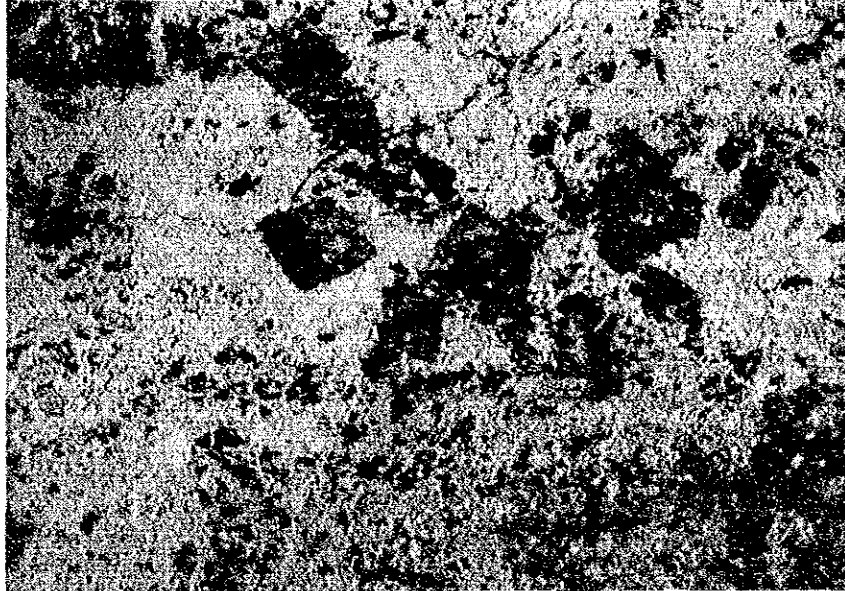
Scale 1mm 

Sample No.: H02503

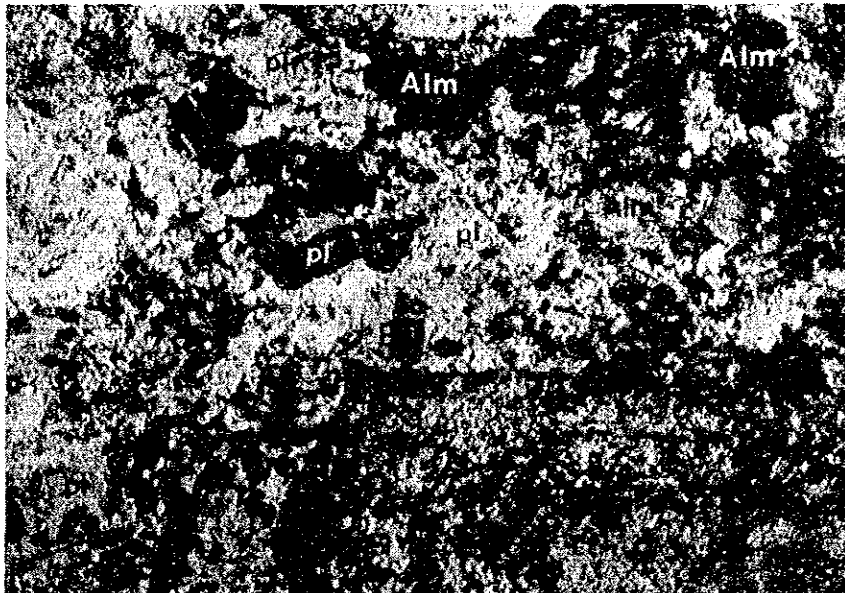
Locality: San Felipe


Rock Name: Monzonisyenite

PPL



XPL



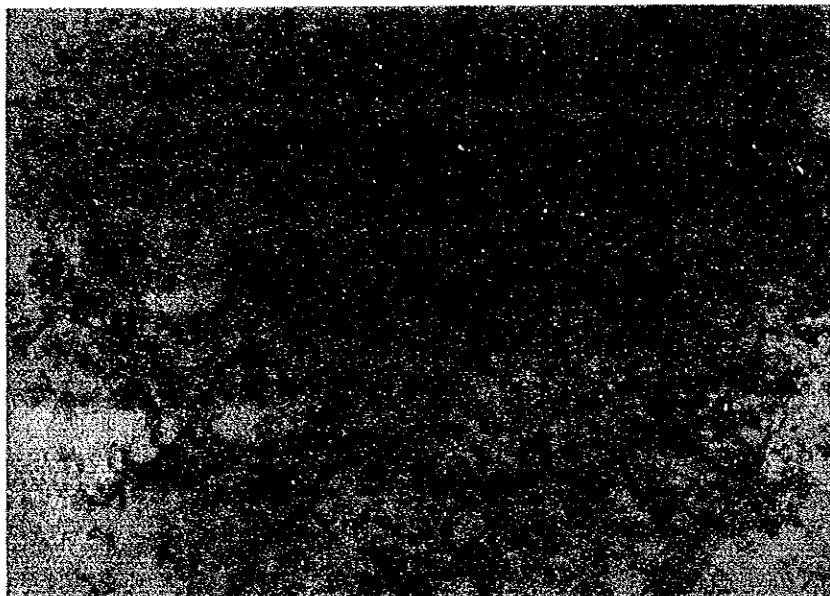
Scale 1mm 

Sample No. : K12501

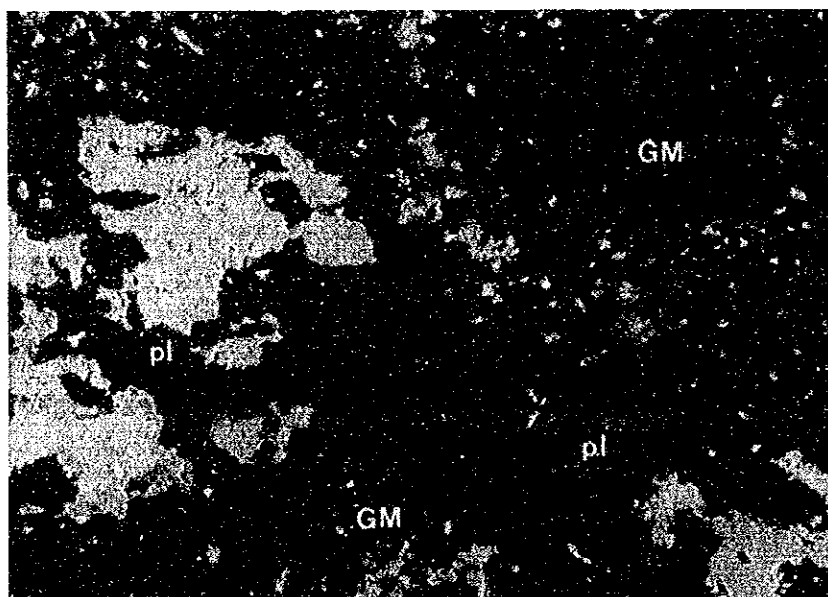
Locality : Chontali

Rock Name : Monzonite porphyry

PPL



XPL



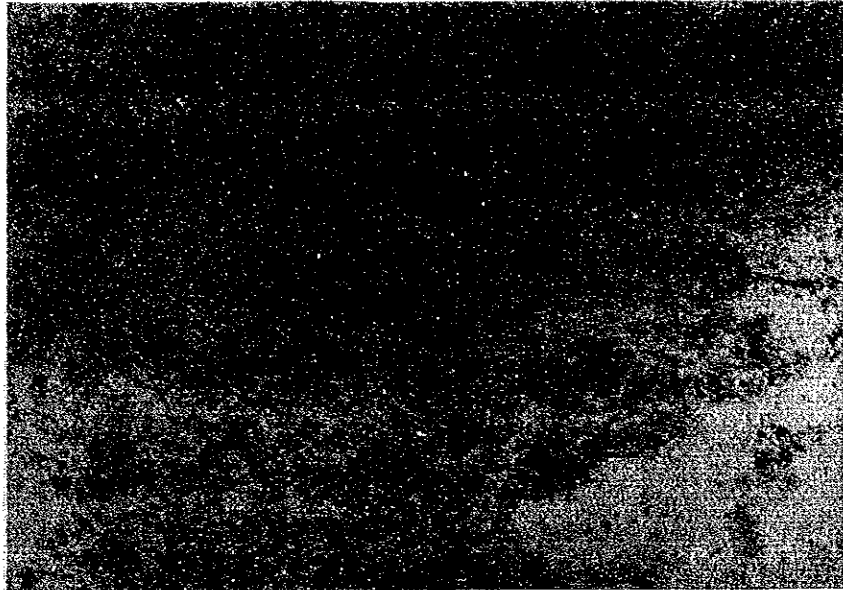
Scale 1mm 

Sample No. : H12405A

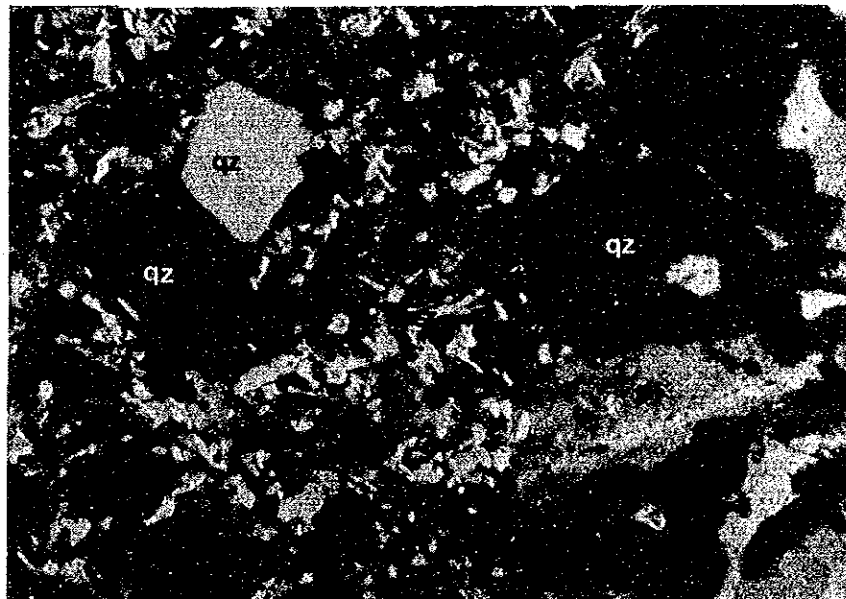
Locality : Chontali

Rock Name : Granite porphyry

PPL



XPL



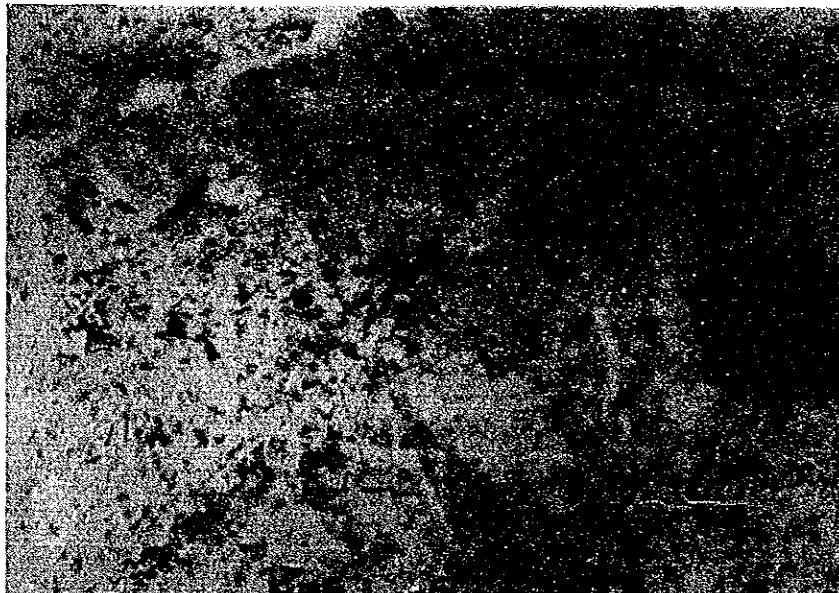
Scale 1mm 

Sample No. : H12404

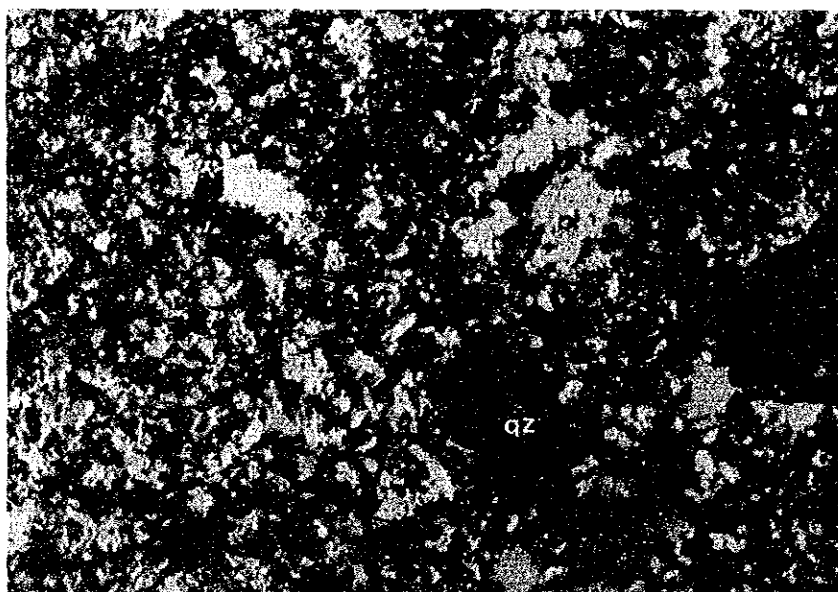
Locality : Chontali

Rock Name : Granophyre

PPL



XPL



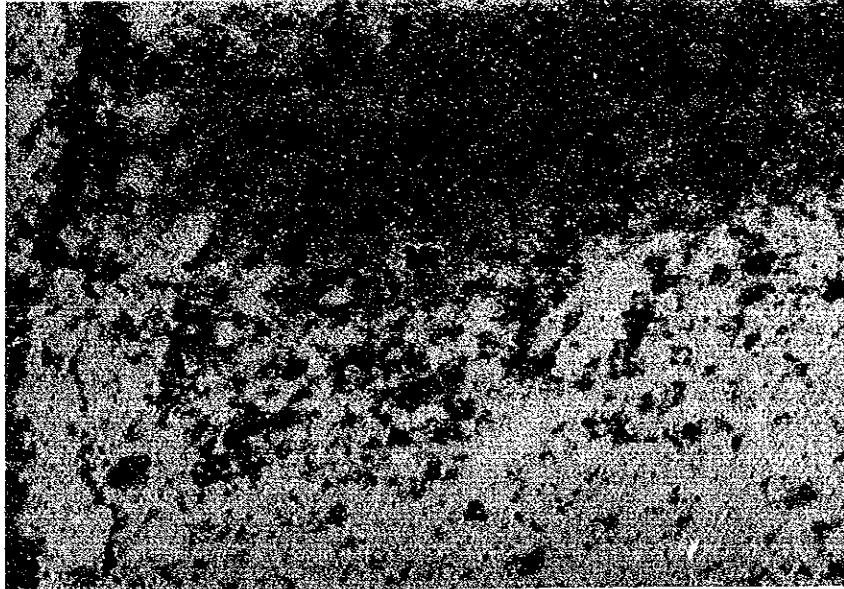
Scale 1mm 

Sample No. : H11703

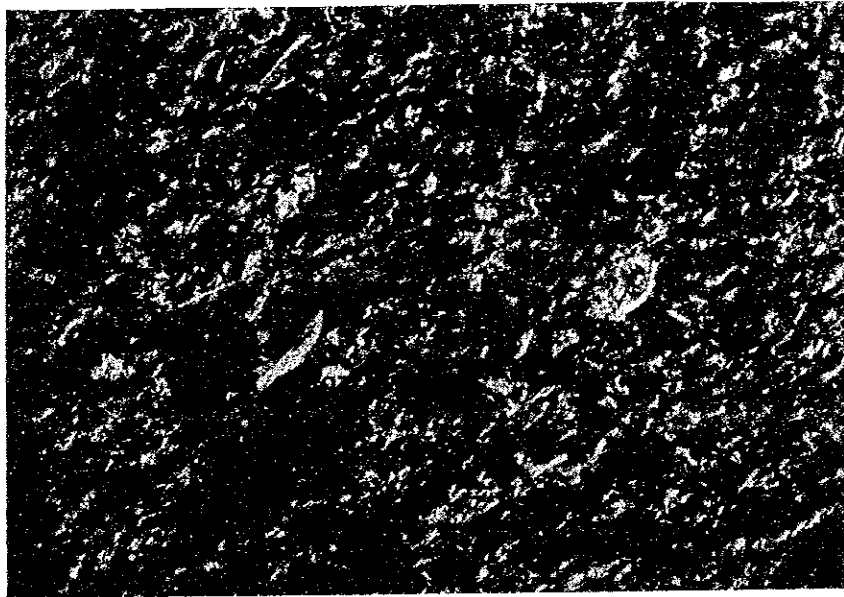
Locality : Jehuamarca


Rock Name : Rhyorite

PPL



XPL



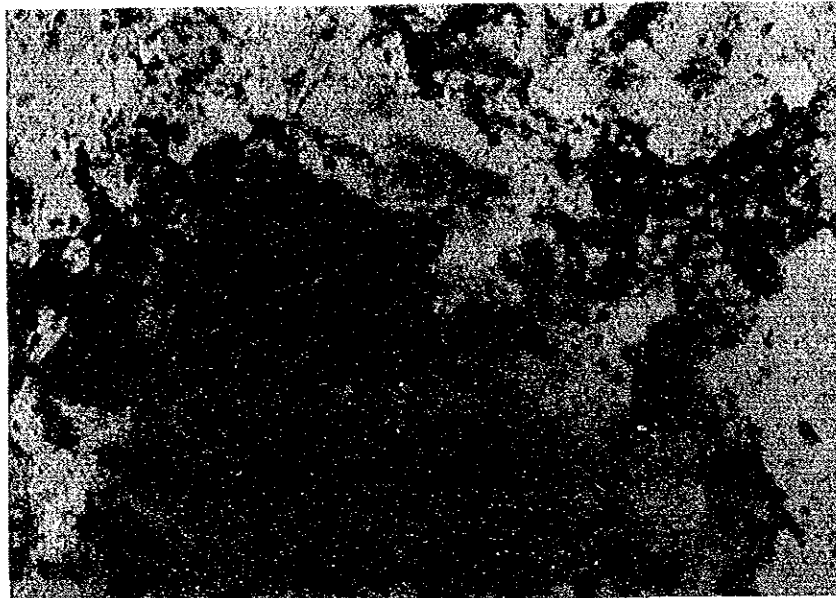
Scale 1mm 

Sample No. : M02503

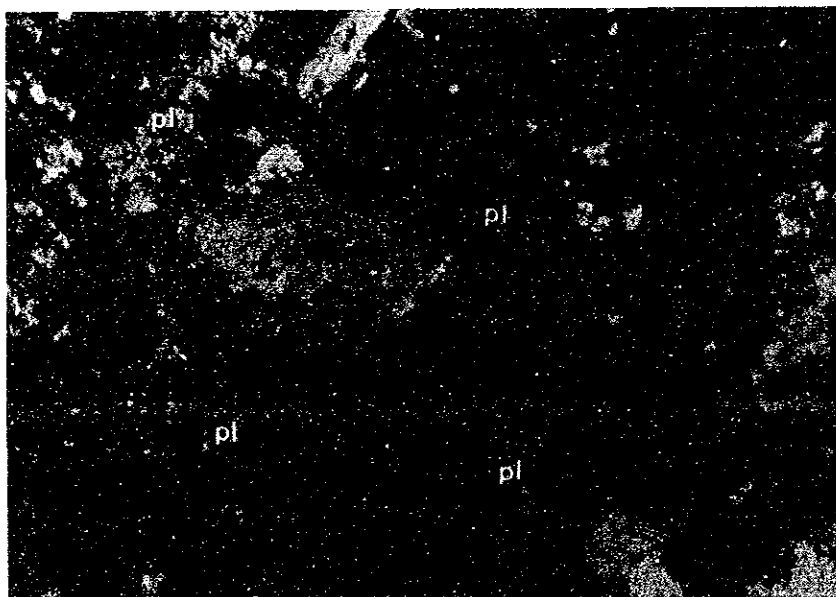
Locality : San Felipe

Rock Name : Andesite

PPL



XPL



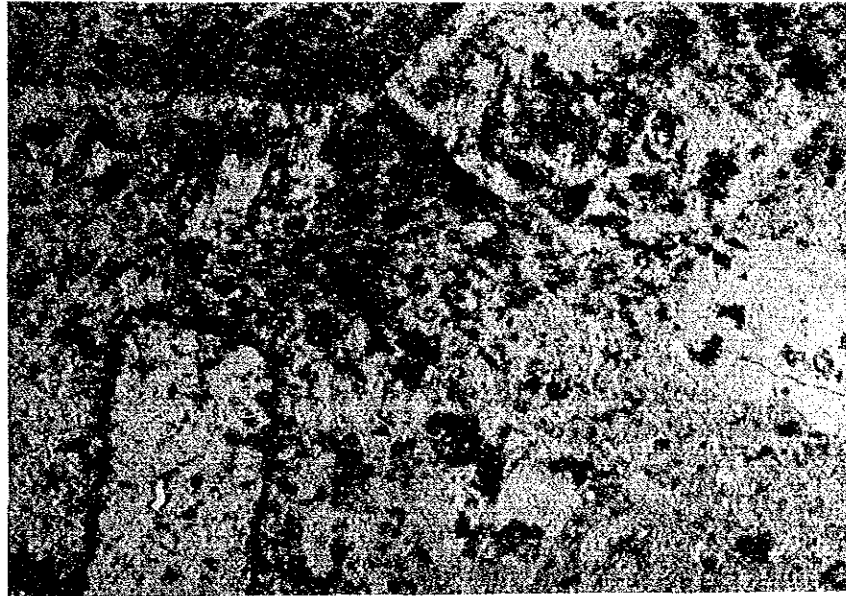
Scale 1mm 

Sample No.: K12307

Locality : Chontali

Rock Name : Andesite

PPL



XPL



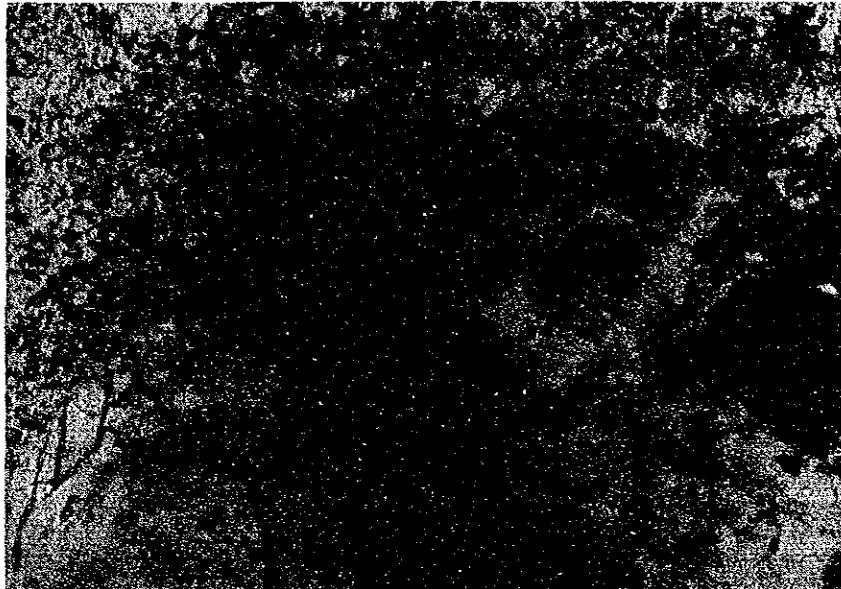
Scale 1mm 

Sample No. : M02403

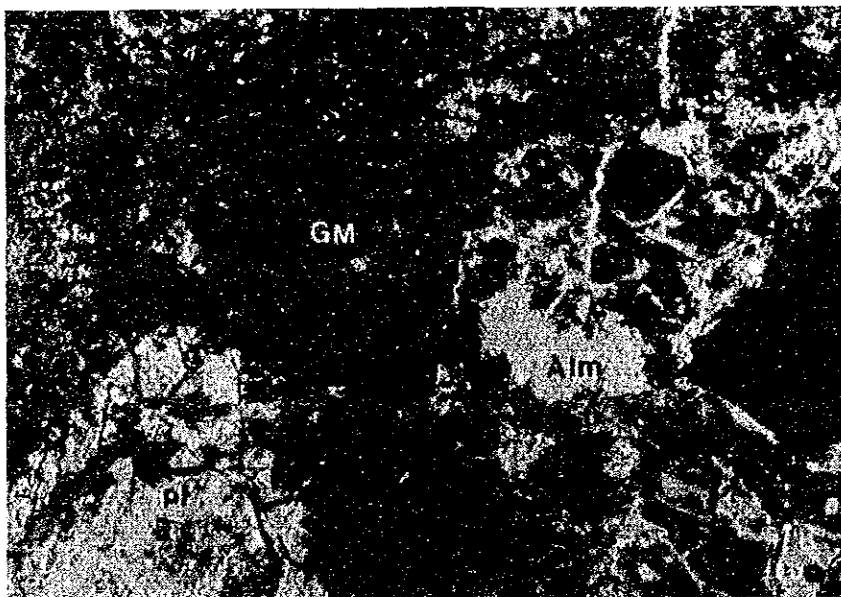
Locality : Palma

Rock Name : Dacite

PPL



XPL



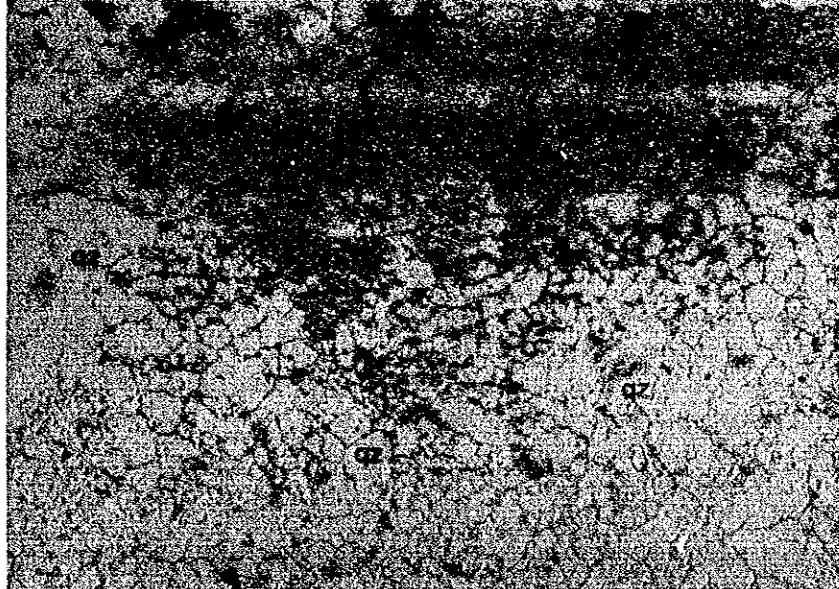
Scale 1mm 

Sample No. : K11803

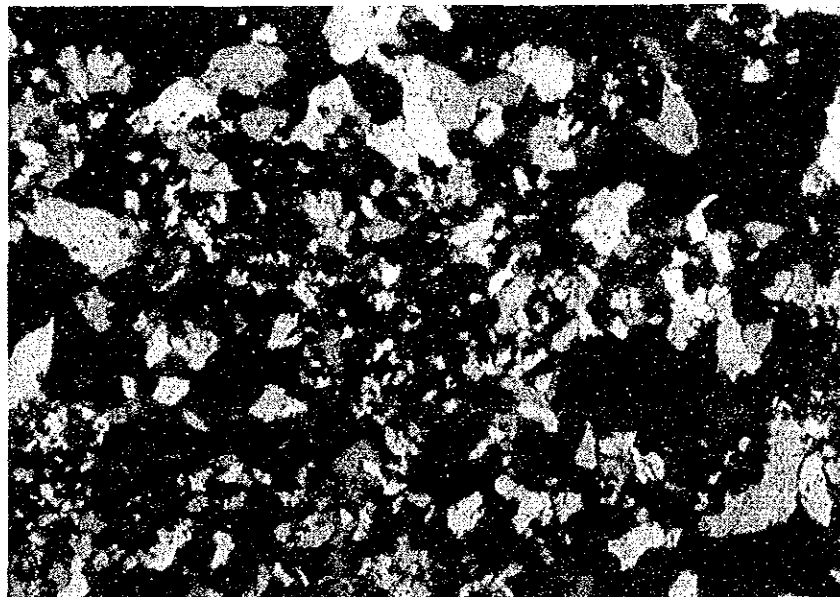
Locality : Jehuamarca

Rock Name : Siliceous Rock

PPL



XPL



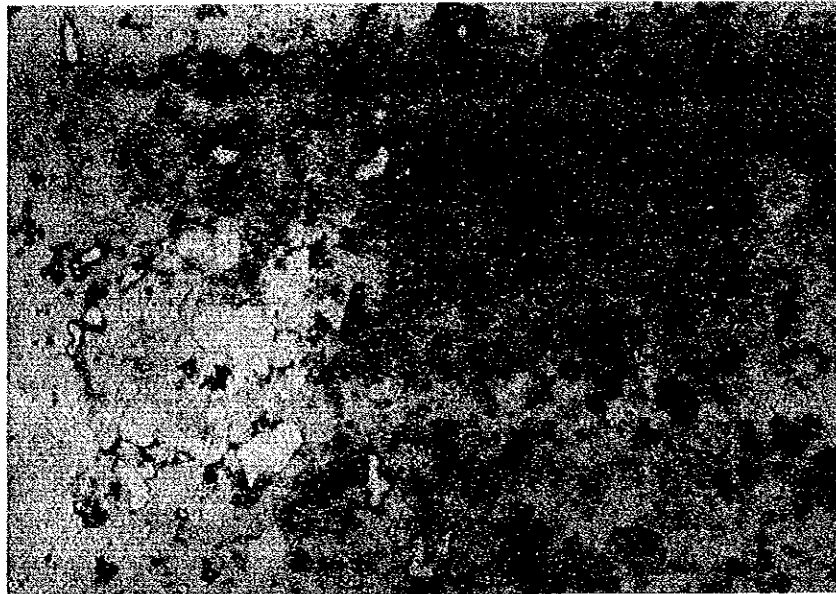
Scale 1mm 

Sample No. : H11902

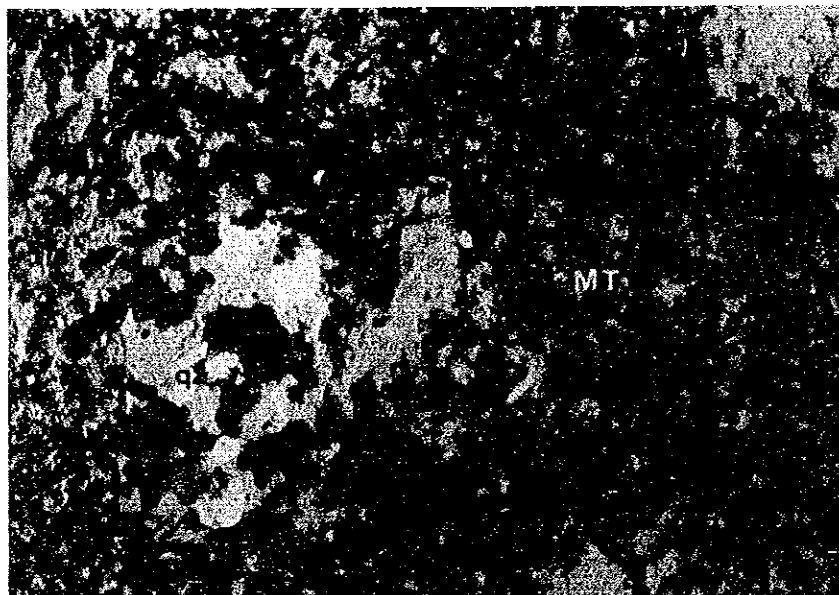
Locality : Jehuamarca

Rock Name : Welded tuff

PPL



XPL



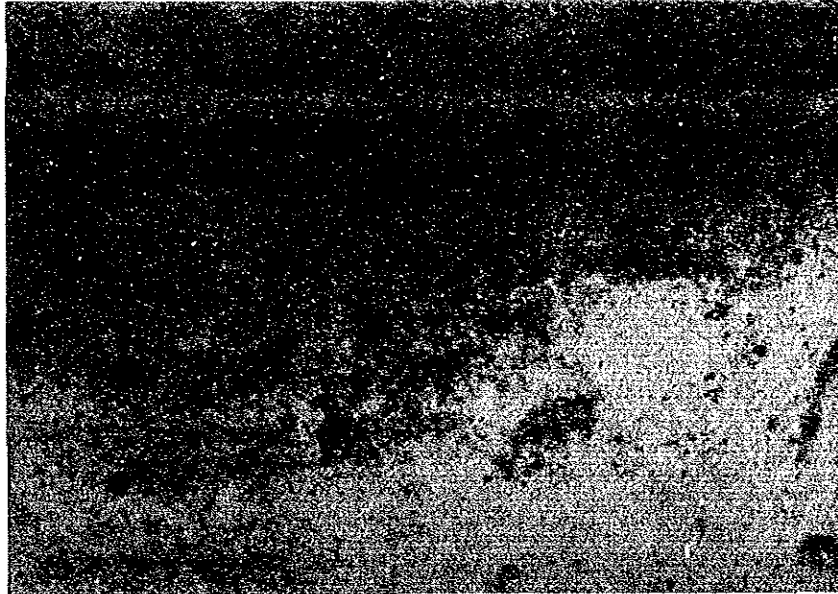
Scale 1mm 

Sample No. : K11906

Locality : Jehuamarca


Rock Name : Tuff

PPL



XPL



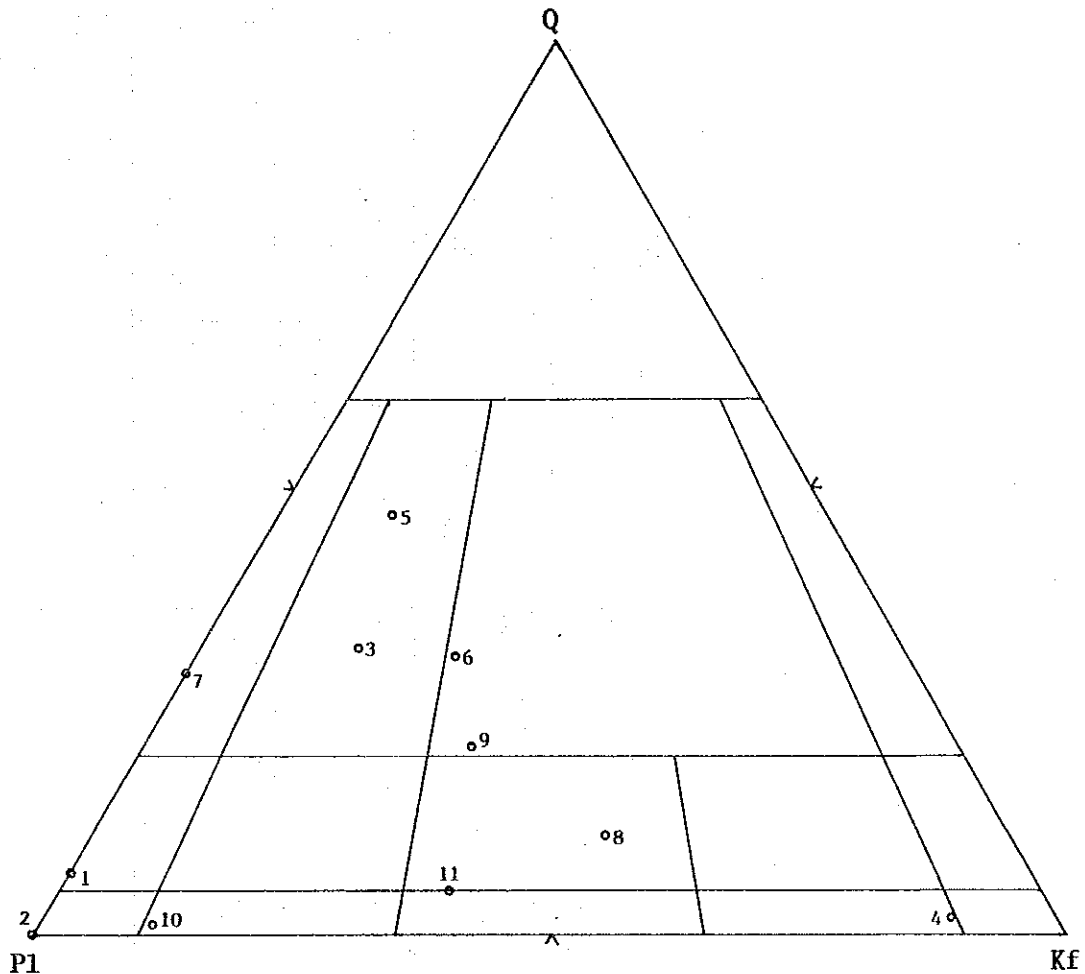
Scale 1mm 

Results of Whole-Rock Chemical Analysis

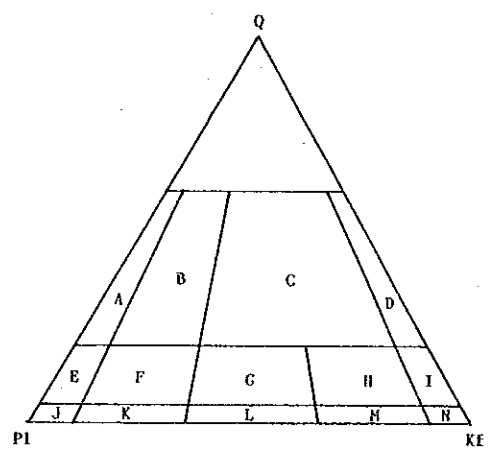
Apx.3

	(15)	(11)	(8)	(10)	(3)	(20)	(2)	(9)	(17)	(1)	(16)
	K12309	K02505	H12405B	H20303	H11005	M20603	H03008	H12418	K21201	H02503	K12501
SiO2	56.03	62.91	75.33	75.05	73.37	68.88	63.50	62.66	71.46	62.43	55.02
TiO2	0.69	0.35	0.17	0.14	0.22	0.37	0.44	0.66	0.20	0.44	0.42
Al2O3	16.94	16.31	13.30	13.09	13.60	14.40	17.24	15.56	14.76	16.52	16.69
Fe2O3	2.27	1.98	1.24	1.20	1.44	1.13	1.68	1.52	0.95	1.35	0.87
FeO	4.94	1.63	0.53	0.68	0.99	2.60	2.35	3.34	1.56	2.24	0.93
MnO	0.14	0.05	0.03	0.06	0.04	0.09	0.05	0.08	0.05	0.06	0.06
MgO	3.96	2.02	0.74	0.35	0.86	1.45	2.40	2.48	0.60	2.76	1.12
CaO	7.90	3.47	0.71	1.43	1.58	3.82	3.82	4.50	2.80	4.97	8.60
Na2O	3.02	5.35	6.28	3.77	5.63	3.17	4.78	3.01	4.28	5.01	7.91
K2O	2.67	2.51	1.78	4.74	2.45	3.58	2.30	4.57	3.46	2.16	1.65
P2O5	0.05	0.11	0.12	0.14	0.10	0.13	0.11	0.13	0.14	0.11	0.01
H2O+	0.18	2.80	0.73	0.28	0.68	1.14	1.63	0.43	0.93	2.80	7.35
H2O-	0.06	0.55	0.34	0.14	0.11	0.12	0.20	0.12	0.17	0.13	0.33
BaO	0.06	0.03	0.01	0.08	0.07	0.07	0.03	0.20	0.07	0.02	0.01
Total	98.91	100.07	101.31	101.15	101.14	100.95	100.53	99.26	101.43	101.00	100.97
Q	5.70	12.38	29.69	31.99	27.24	25.96	14.37	14.12	26.42	11.14	0.00
C	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00
or	15.78	14.83	10.52	28.01	14.48	21.16	13.59	27.01	20.45	12.76	9.75
ab	25.55	45.27	53.14	31.90	47.64	26.82	40.45	25.47	36.22	42.39	46.25
an	24.78	13.07	2.76	4.79	4.60	14.49	18.29	15.45	10.84	16.21	5.16
lc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ne	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.20
kp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ac	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
wo	5.93	1.45	0.00	0.64	1.13	1.57	0.00	2.67	0.95	3.25	15.64
en	9.86	5.03	1.84	0.87	2.14	3.61	5.98	6.18	1.49	6.87	2.79
fs	6.32	0.87	0.00	0.14	0.34	3.40	2.29	3.94	1.84	2.38	0.41
fo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
fa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
cs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
mt	3.29	2.87	1.31	1.74	2.09	1.64	2.44	2.20	1.38	1.96	1.26
hm	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
il	1.31	0.66	0.32	0.27	0.42	0.70	0.84	1.25	0.38	0.84	0.80
ru	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ap	0.12	0.26	0.28	0.33	0.24	0.31	0.26	0.31	0.33	0.26	0.02
FeO*/MgO	1.76	1.69	2.22	5.03	2.66	2.49	1.61	1.90	4.02	1.25	1.53
SI	23.81	15.20	7.08	3.30	7.66	12.27	17.99	16.79	5.58	20.62	9.04
D.I.	47.03	72.48	93.35	91.90	89.35	73.94	68.41	66.59	83.08	66.30	67.20

	(6)	(7)	(4)	(18)	(14)	(19)	(12)	(5)	(13)
	H12404	H12405A	H11703	M02503	K12307	M20403	K11803	H11902	K11906
SiO2	75.66	76.26	84.48	64.01	56.28	57.23	87.21	77.21	75.34
TiO2	0.16	0.16	0.19	0.60	0.60	0.71	0.08	0.20	0.37
Al2O3	13.07	13.28	9.17	16.00	16.32	16.97	3.37	13.28	13.36
Fe2O3	0.87	0.98	0.61	2.59	2.41	4.88	4.29	2.36	1.71
FeO	0.91	0.56	0.17	2.91	4.97	0.89	0.58	0.10	1.00
MnO	0.03	0.02	0.02	0.14	0.17	0.11	0.01	0.01	0.06
MgO	0.53	0.59	0.37	1.60	4.64	1.76	0.17	0.20	0.64
CaO	1.86	0.76	0.62	4.60	5.57	4.31	0.57	0.61	0.68
Na2O	4.47	5.91	0.22	4.70	3.29	3.80	0.21	0.18	0.19
K2O	2.70	1.96	3.04	2.31	2.32	3.76	1.82	3.78	4.33
P2O5	0.12	0.14	0.20	0.22	0.12	0.22	0.19	0.15	0.14
H2O+	0.98	0.74	1.76	1.25	3.64	4.58	2.87	2.24	2.68
H2O-	0.07	0.16	0.50	0.10	0.36	0.60	0.17	0.42	0.49
BaO	0.11	0.02	0.03	0.06	0.05	0.07	0.01	0.01	0.03
Total	101.54	101.54	101.38	101.09	100.74	99.89	101.55	100.75	101.02
Q	34.68	32.25	70.22	16.28	7.64	9.86	78.07	60.56	55.62
C	0.00	0.37	4.84	0.00	0.00	0.00	0.46	8.23	7.44
or	15.96	11.58	17.97	13.65	13.71	22.22	10.76	22.34	25.59
ab	37.82	50.01	1.86	39.77	27.84	32.15	1.78	1.52	1.61
an	7.62	2.90	1.84	15.74	22.91	18.14	1.62	1.80	2.52
ic	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ne	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
kp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ac	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
wo	0.43	0.00	0.00	2.41	1.69	0.81	0.00	0.00	0.00
en	1.32	1.47	0.92	3.99	11.56	4.38	0.42	0.50	1.59
fs	0.74	0.00	0.00	2.47	6.46	0.00	0.00	0.00	0.00
fo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
fa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
cs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
mt	1.26	1.41	0.06	3.76	3.49	1.17	1.67	0.00	2.35
hm	0.00	0.01	0.57	0.00	0.00	4.07	3.14	2.36	0.09
il	0.30	0.30	0.36	1.14	1.14	1.35	0.15	0.23	0.70
ru	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ap	0.28	0.33	0.47	0.52	0.28	0.52	0.45	0.36	0.33
FeO*/MgO	3.19	2.44	1.94	3.28	1.54	3.00	26.12	11.12	3.97
SI	5.64	5.96	8.51	11.55	26.68	12.05	2.56	3.13	8.31
D.I.	88.46	93.84	90.05	69.70	49.19	64.23	90.60	84.42	82.82



Field Name	Sample No.
Diorite Granodiorite	1 K12309
	2 K02505
	3 H12405B
Granite	4 H20303
	5 H11005
	6 M20603
	7 H03008
	8 H12418
Monzonite	9 K21201
	10 H02503
	11 K12501



- A tonalite
 - B granodiorite
 - C granite
 - D alkaline granite
 - E quartz diorite
 - F quartz monzoni-diorite
 - G quartz monzonite
 - H quartz syenite
 - I quartz alkaline syenite
 - J diorite
 - K monzoni-diorite
 - L monzonite
 - M syenite
 - N alkaline-syenite
- after IUGS (1973)

Apx.4 Results of Isotopic (K-Ar) Datings

Sample No	Locality	Rock Name	Material Analyzed	Isotopic Age (Ma)	⁴⁰ Ar * (scc/gm x 10 ⁻⁵)	% ⁴⁰ Ar *	% K	Notes
H11005	San Felipe	Granodiorite	Whole Rock	82.5 ± 4.1	.417 .430	81.8 80.3	1.30 1.28	
H02503	San Felipe	Monzoni Syenite	Whole Rock	78.0 ± 3.9	.221 .219	70.8 62.2	.71 .71	
K12309	Chontali	Quartz Diorite	Whole Rock	119. ± 6.	.644 .643	73.5 80.3	1.35 1.35	
H12418	Chontali	Quartz Monzonite	Whole Rock	106. ± 5.	1.56 1.54	93.8 92.1	3.64 3.66	
M20603	Palma	Adamellite	Whole Rock	47.6 ± 2.4	.463 .441	78.6 84.2	2.42 2.40	

ApX.6

Microscopic Observations of Polished Section

Sample No.	Rock Name	Locality	Geological Unit	Primary Mineral			Secondary Mineral		Remarks
				Mt	Py	Cu	He	Ge	
H10307	Skarn	San Felipe	Oy	⊙ 2.8/0.5	○ 0.8/0.3	△ 0.5	• 0.01	• 0.01	Apx. 7 Apx. 8
K10602	Silicified Monzonite	"	Mz		• 0.02			• 0.02	Apx. 8
M10103	Magnetite Skarn	"	Oy	⊙ 0.8/0.4					Apx. 8
H11701	Argillized Tuff	Jehuamarca	Po	△ 0.2	○ 0.4/0.2		• Mt→ 0.1	• 0.1	
M11801	Silicified Rock	"	Po		△ 0.1				Apx. 7 Apx. 8
H12301	Chloritized Andesite	Chontali	Oy		• 0.1			△ 0.05	
H12304	Andesite with Pyrite	"	"		• 1.0			• 0.02	Apx. 8
K12808	Silicified Rock(Vein)	"	"		• 0.2		△ Mt→ 0.2	• 0.01	Apx. 7 Apx. 8
V12419	Andesite with Pyrite	"	"		△ 0.2			• 0.01	Apx. 8
K20303	Silicified Rock with Py.Gr.Cu	Palma	"		△ 0.1			• 0.003	
K20802	Lapilli Tuff with Pyrite	"	"		△ 0.1			• 0.2	
H20504	Skarn with Pyrite	"	"	○ 0.4/0.2			△ Mt→ 0.05	• 0.01	
H20703	Epidote Skarn with Pyrite	"	"		• 0.02		• Mt→	• He→ 0.02	Apx. 7 Apx. 8
V20802	Andesite with Pyrite	"	"		○ 0.5/0.2			• 0.05	Apx. 7
J20302	Silicified Diorite with Pyrite	"	Di		△ 0.2			• 0.02	Apx. 8

Mt : magnetite

Py : pyrite

Cu : cubanite

He : hemalite

Ge : geothite

Comparative Quantity

⊙ most abundant

○ abundant

△ common

• rare

Grain Size

2.8/0.5 : max/mean

0.5 : mean

Mt→ : changed from Mt.

Oy : Oyatun Formation

Mz : Intrusive rock, monzonite

Po : Porculla Formation

Di : Intrusive rock, Diorite