

中國人民大學圖書館

經濟學系

100872

100872

100872

100872

JEN
702
G1
HM
LIBRARY

ボリヴィア共和国グランチョカヤ地域
資源開発協力基礎調査報告書

第 3 卷

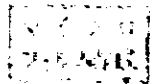
(第 3 年次)

昭和 57 年 3 月

金属鉱業事業団
国際協力事業団



国際協力事業団		
受入 月日	84. 8. 22	702
登録No.	13582	66.1
		MPN



は し が き

日本国政府はボリヴィア共和国政府の要請に応え、同国の南部に位置するグランチャョカヤ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等の鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は昭和56年度が第3年次にあたり、金属鉱業事業団は4名の調査団を編成して、昭和56年7月10日から昭和56年10月31日まで現地に派遣した。

現地調査はボリヴィア共和国政府関係機関、特に鉱山冶金省、ボリヴィア鉱山公社の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は第3年次の調査をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。

おわりに本調査の実施にあたって御協力をいただいたボリヴィア共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在ボリヴィア日本大使館及び関係各社の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

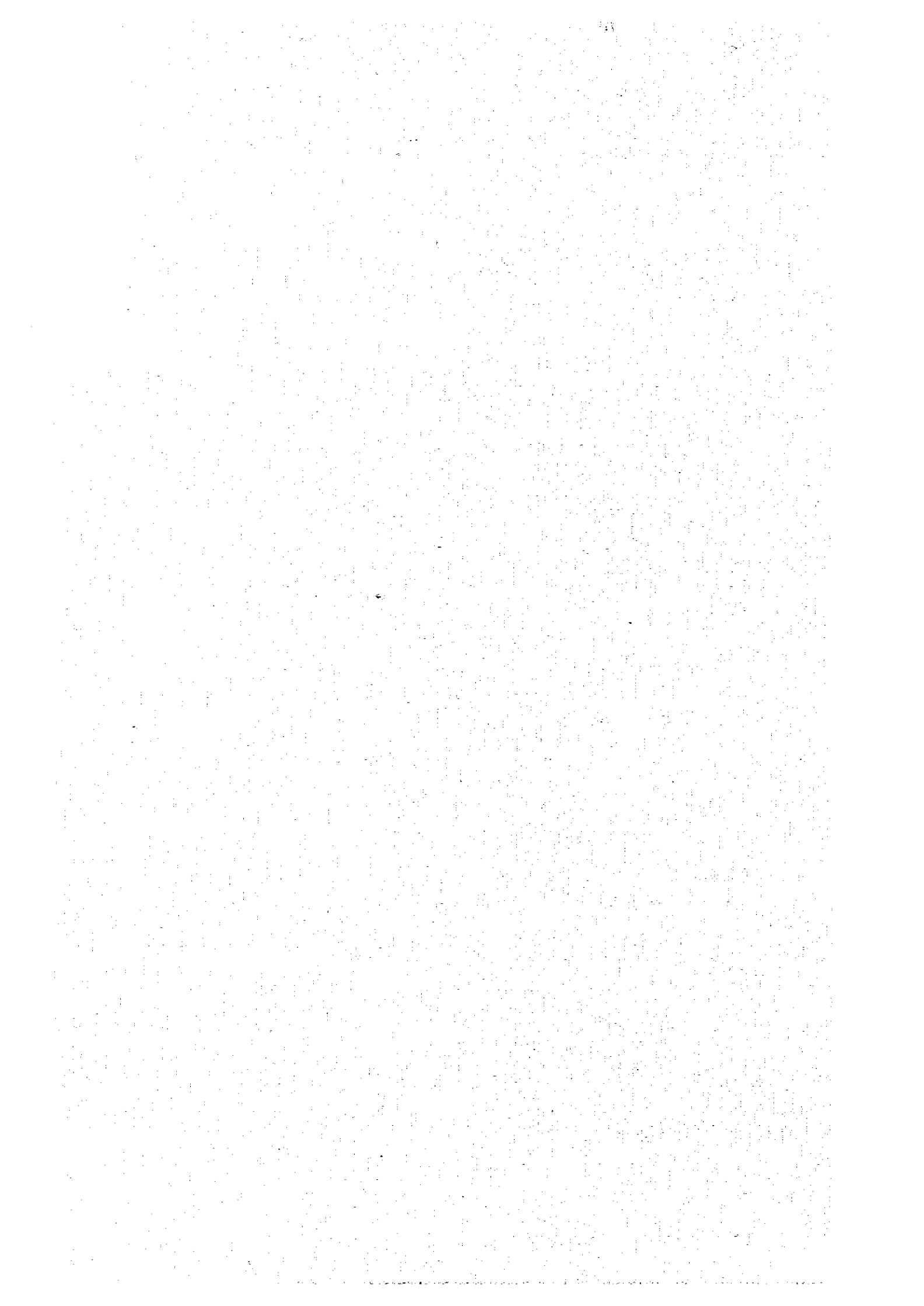
昭和57年2月

国際協力事業団

総裁 有 田 圭 輔

金属鉱業事業団

理事長 西 家 正 起



は し が き
総 合 目 次
要 約 及 び 結 論
位 置 図

I	ボーリング工事目次	I-1
	第1部 総 論	I-3
	第2部 ボーリング工事	I-15
II	地質調査目次	II-1
	第1部 総 論	II-5
	第2部 鉱床各論	II-19

参 照 文 献

参 考 添 付 資 料

地質図(1:50,000), 諸資料・写真

附 帯 資 料

ルートマップ, 岩石薄片及び鉱石研磨片, 岩石及び鉱石標本, 作業状況写真及び
撮影8%フィルム

LISTA DE FIGURAS

Fig. I-1	Plano general del área de investigación	
Fig. I-2	Plano de alcance del área de investigación	
Fig. I-3	Sistema de transporte de minerales de secciones Animas y Siete Suyos	
Fig. I-4	Columna geológica	
Fig. I-5	Perfil idealizado	
Fig. I-6	Mapa de ubicación de pozos y sus perfiles geológicos	
Fig. I-7	Dibujos de los partes mineralizados de testigos de MJ-4	
Fig. I-8	Dibujos de los partes mineralizados de testigos de MJ-5	
Fig. II-1	Plano general del área de investigación preliminar	
Fig. II-2	Zona de Santa Isabel	
Fig. II-3	Mina Mercedes	1 : 1,000
Fig. II-4	Mina San Agustín	"
Fig. II-5	Mina Santa Rosa	
Fig. II-6	Mina Bolívar	1 : 10,000
Fig. II-7	Mina Buena Vista	"
Fig. II-8	" "	(program de sondeo)
Fig. II-9	" "	1 : 200
Fig. II-10	" "	(socavón-1) 1 : 500
Fig. II-11	" "	(socavón-5) "
Fig. II-12	" "	(socavón-9) "
Fig. II-13	Mina Yoroco	1 : 10,000
Fig. II-14	Mina Trapiche	"
Fig. II-15	Mina Escala	1 : 4000
Fig. II-16	"	(socavón-C) 1 : 500
Fig. II-17	Mina San Antonio	

- Fig. II-18 Mina San Antonio (mesa de Plata Roja I) 1 : 500
Fig. II-19 Mina Amarillo (socavón) "
Fig. II-20 Mina Esmoraca 1 : 10.000
Fig. II-21 " 1 : 5000
Fig. II-22 Mina Villarruer 1 : 500

LISTA DE TABLAS

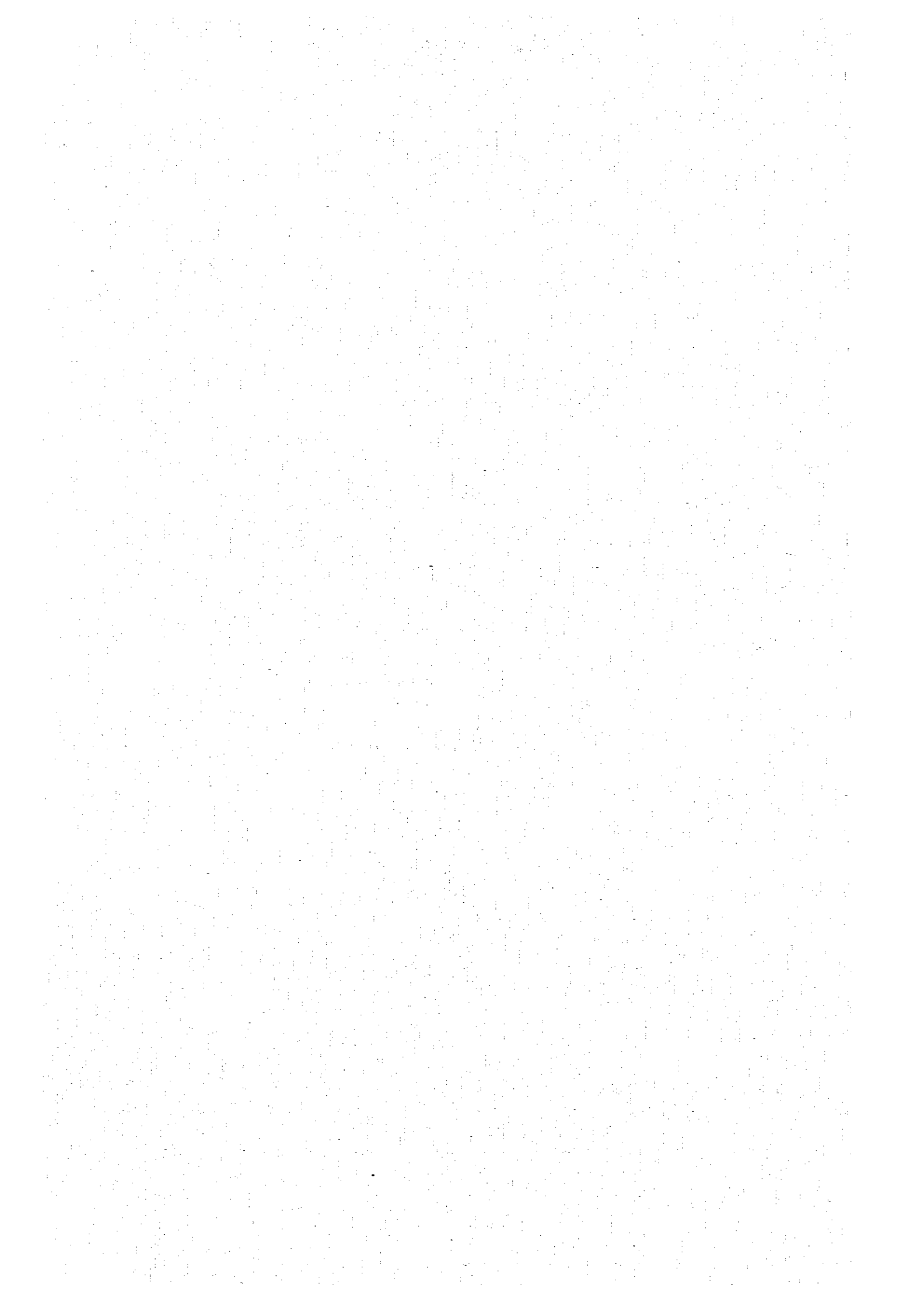
Tabla I-1	Lista de resultados de perforaciones
Tabla I-2	Lista de máquinas y materiales usados
Tabla I-3	Lista de consumo de materiales
Tabla I-4-1	Resultado de obras de sondeo de MJ-3
Tabla I-4-2	Resultado de obras de sondeo de MJ-4
Tabla I-4-3	Resultado de obras de sondeo de MJ-5
Tabla I-4-4	Resultado de obras de sondeo de MJ-6
Tabla I-5	Lista de trabajo de traslación de cada pozo
Tabla I-6-1	Datos resumidos de perforación de MJ-3
Tabla I-6-2	Datos resumidos de perforación de MJ-4
Tabla I-6-3	Datos resumidos de perforación de MJ-5
Tabla I-6-4	Datos resumidos de perforación de MJ-6
Tabla I-7	Lista de análisis de las horas trabajados por las obras de cada pozo
Tabla I-8	Lista de especificación de coronas de diamantes y cilindros escariadores (Números de veces de uso)
Tabla I-9	Lista de estado de consumo de las coronas de diamantes, el toricono y las cilindros escariadores
Tabla II-1	Lista de estratigrafía del área de Sur Lipez
Tabla II-2	Tiempo necesario para trasladar de la mina Escala a cada indicios del área de Sur Lipez
Tabla II-3	Lista de minas y indicios del área de Sur Lipez

LISTA DE PLANOS

Pl.-1	Mapa geológico de region de Sur Lípez (1)	1 : 50.000
Pl.-2	Mapa geológico de region de Sur Lípez (2)	1 : 50.000
Pl.-3	Mapa de investigación de Mina San Antonio	1 : 4000

LISTA DE APENDICE

A.-1	Lista de análisis químico de los minerales del área de Sur Lípez
A.-2	Lista de análisis químico del testigo de diamantina
A.-3	Resultado de observación microscópica de secciones pulidas
A.-4	Resultado de observación microscópica de secciones delgadas
A.-5	Fotografías microscópicas de secciones puldas y delgadas
A.-6	Análisis de rayos-X y sus cartas
A.-7	Columnas geológicas de taladro de sondeo
A.-8	Fotografías



要約及び結論

本調査はボリヴィア共和国Gran Chocaya (グランチャカヤ) 地域資源開発協力基礎調査の第三年次として実施された。本地域の調査は第1年次に地表地質概査・地質精査ならびに、一部で坑内調査を実施し、地質図を作成し、変質作用の実体を解明した。第2年次は、坑内地質精査・地表IP探査・ボーリング工事を実施した。その結果、地質調査により裂罅系の生成機構を含め、当鉱床の詳細な地質鉱床学的特性が解明された。またIP探査によりVeta Rosario (ロサリオ脈)、Veta Colorada (コロラダ脈)・Veta Burton (ブルトン脈)などの主要脈の延長部に異常帯を確認した。

本調査は、第1年次から継続した調査の最終段階として、鉱床賦存を確認することを目的とし、既知鉱床延長部に確認されたIP異常帯及び、Gran Chocaya 部落南部の変質帯においてボーリング(4孔・総掘進長1,455.5m)を実施した。

調査地域は、当国南部のアルティプラーノの東縁部に位置し、ボリヴィア国内でも有数の多金属鉱床地帯の一部を占める。

本地域の地質はオルドビス系・白亜系及び第三系からなる。地質構造は、オルドビス系と白亜系は北西-南東方向の軸をもつ褶曲構造を示すが、第三系はほぼ水平である。断層はその数が少なく、かつ規則的な方向性は認められない。

本地域の鉱床は、中新世最末期の石英安山岩の火成活動に関連して生成した北東-南西方向の多数の平行鉱脈群から構成される。これらの鉱脈群は、北東側からSiete Suyos (シエテスーヨス)、Animas (アニマス)及びInocentes (イノセンテス)と呼称されている。鉱脈を産する裂罅は北東-南西方向の横圧力によって形成された張力-剪断裂罅系に一致する。

鉱石鉱物は黄銅鉱・方鉛鉱・閃亜鉛鉱・錫鉱物・銀鉱物を主とし、その他、多種類の複雑な鉱物を伴っている。脈石鉱物は主として石英である。鉱床の母岩はオルドビス系・第三紀の石英安山岩及び同質の火砕岩であり、鉱脈は一般にオルドビス系中で優勢となる傾向を示す。これらの鉱床は構成鉱物の共生関係・組織・液体包有物の研究結果などからゼノサーマル型鉱床であると解釈されている。

ボーリング結果は次のように要約される。

MJ-3はVeta Burton及びVeta Coloradaの南西延長部のIP異常帯に対して実施されたが、当面の稼動又は、探鉱対象となり得る鉱脈を確認し得なかった。しかし、本孔は全

体が黄鉄鉱を主体とする顕著な鉄化作用と、これに伴う脱色・珪化・粘土化などの変質作用を被り顕微鏡下で黒雲母は完全に絹雲母に変質している。従って本孔に近接して鉄脈の賦存する可能性を強く暗示しており、IP異常を裏付けている。

MJ-4は、Veta Burton・Veta Coloradoの南西延長部のIP異常に対して実施されたものであり、深度723~728m間の幅50cm及び、284.7~285.1m間の幅40cmの含鉄・鉛・亜鉛鉄脈に着鉄した。品位は前者が、銅0.03%、鉛7.81%、亜鉛16.98%、銀350g/t、後者は銅0.01%、鉛1.60%、亜鉛17.91%、錳0.37%及び銀310g/tであり、両者とも当面の稼行対象となり得る品位ならびに規模である。本孔には前述の2鉄脈以外にも、小規模ではあるが、方鉛鉄・閃亜鉛鉄の細脈が随所に確認されており、鉄化作用の著しさを示している。一方、変質作用も脱色・珪化・粘土化が顕著で鏡下では絹雲母化が著しく、同じく鉄化作用の著しさ及びIP異常を裏付けている。

MJ-5はVeta Rosarioの南西延長部のIP異常に対して実施されたものであるが、後弱な黄鉄鉄鉄と小規模な脱色・粘土化作用が石英安山岩中に局部的に確認されたにとどまった。本孔の鉄化及び変質作用の程度からは、本孔付近には本格的な鉄脈の賦存する可能性は極めて低いものと判断され、Veta Rosarioは本地点で尖滅しているものと考えられる。本孔ではIP異常の直接原因が解明されなかったが、付近の地質状況から当IP異常は比較的浅部の変質帯を反映したのではないかと推定される。

MJ-6は、Gran Chocaya部落南部の地表に多数のトレンチ跡・旧坑の点在する変質帯に対して実施されたが、黄鉄鉄等の鉄化作用は全く認められなかった。地表から深度203.0mまでの石英安山岩質火砕岩は著しい粘土化作用を被っているがX線解析結果、他のボーリング孔と比較して石英が少なく、特に深度70m付近では絹雲母・黄鉄鉄が全く認められず、鉄化作用をほとんど被っていないことを示している。

以上のボーリング結果と、第1年次以降の各種調査結果を総合した結果は次のとおりである。

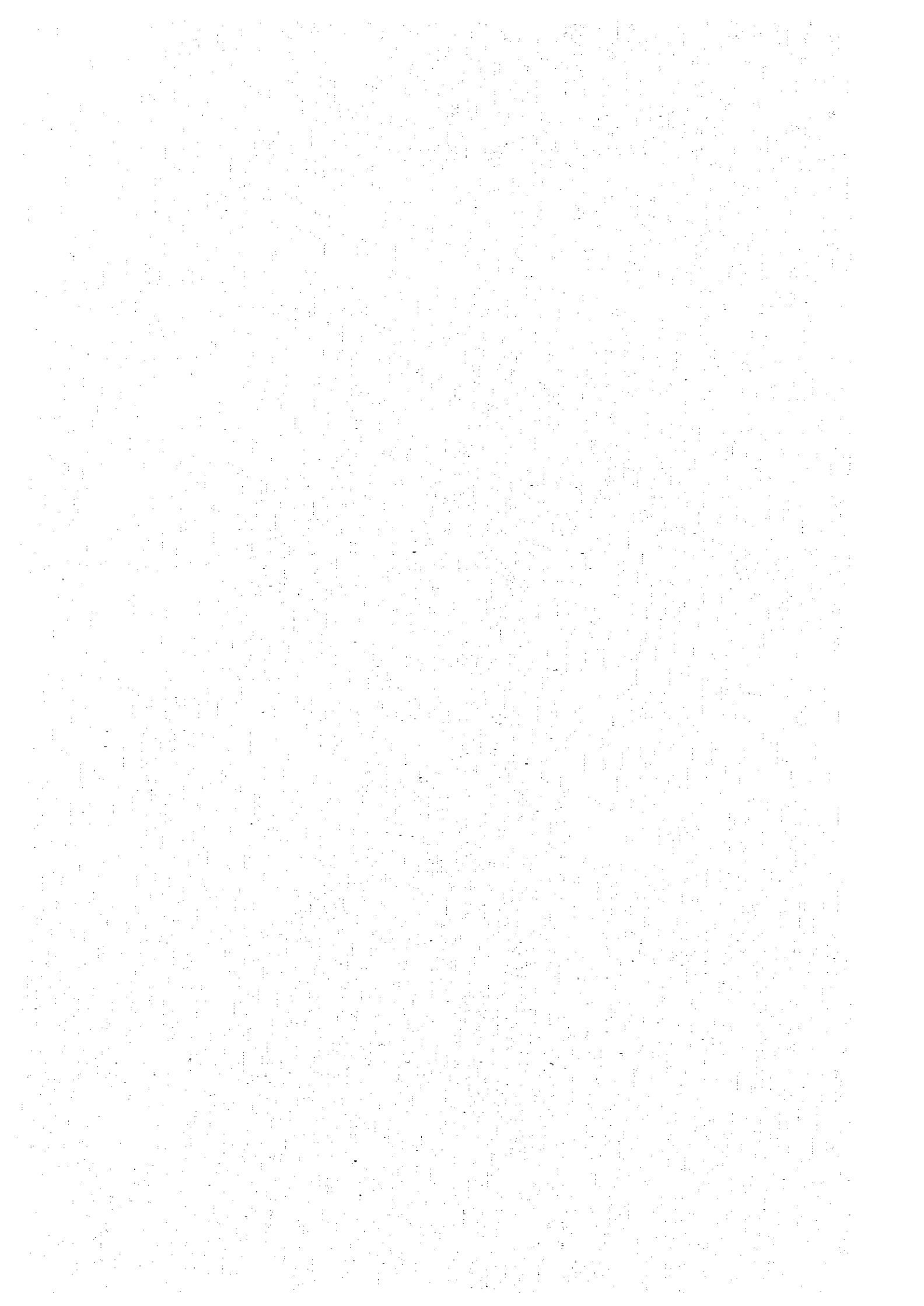
- (1) Veta BurtonまたはVeta Coloradoなどの主脈の鉄化帯の南西延長部は現在のAnimas鉄山302m地並の南西引立から、更に約1,500m連続することが明らかになった。
- (2) MJ-4では稼行対象になり得る規模と品位を有する2本の鉄脈が確認され、本孔を中心とする、Inocentes坑東部の探鉄範囲が大幅に拡大された。
- (3) MJ-5・MJ-6付近には、鉄化及び変質作用の解析結果から稼行対象となり得る規模の鉄脈の賦存する可能性は極めて低く、当面の探鉄対象地域から除外し得る。

以上の結果、Animas 鉱山南西部における今後の探鉱方針は次の点に要約される。

- (1) MJ-4 で確認した下部の鉱脈については、Animas 鉱山 302m 地並の Inocentes 坑向立入坑道から南東に立入坑道を掘さくし、着鉱後、鑿押し探鉱を実施する。
- (2) MJ-4 で確認した上部の鉱脈については、Inocentes 坑 132m 地並の南東向坑道を延長掘さくし着鉱後、鑿押し探鉱に切替える。
- (3) 上述、(1)、(2)の立入坑道により Animas 鉱山南西部の Veta Rosario と Veta Burton・Veta Colorada の間の約 400~500m 間の未探鉱地帯の探鉱を完了させる。
- (4) 上述、(1)、(2)の立入坑道の南東引立から坑内ボーリングを実施し、MJ-3、MJ-4 の南東地帯の探鉱を促進させる

Sur Lípez 地域の地質予備調査では 10 箇所 の 鉱 徴 地 が 概 査 され、各 鉱 徴 地 の 立 地 条件、地質鉱床学的条件を比較検討した結果、以下の理由で、San Antonio 鉱山の探鉱を最優先させるべきであると判断した。

- (1) 地理的に本地域の探鉱中心ならびに資材の中継基地である Escala 鉱山に近い。
- (2) 鉱山を中心として発達する変質帯は極めて大規模かつ優勢であり、更に東方の Cerro Amarillo を中心にして同程度の規模と質を有する変質帯が発達する。
- (3) スペイン植民地時代に、当時としては極めて大規模に採行された形跡がある。
- (4) 地表には最大脈幅 200cm にも及ぶ多数の露頭が認められ、Mesa de Plata (メサデプラタ) の通洞地並でも脈幅数 m に及ぶ鉱脈の採掘跡が存在する。
- (5) 鉱床は主脈の Sistema de Veta No. 1 を中心に多数の平行脈からなり、走向延長は 1000 m 前後で最大脈幅は数 m に達するものと推定される。
- (6) 鉱脈は地表下約 150m の Mesa de Plata の通洞地並で酸化鉱物を随伴するものの鉱石の主体は依然として酸化鉱であり、下部に初生硫化鉱帯が期待出来る。
- (7) 通洞地並以下も採掘された形跡はあるが、その規模・地質鉱床学的情報ならびに採掘を中止した理由が不明である。
- (8) 鉱石は含銀・鉛・亜鉛鉱で経済性が高い。



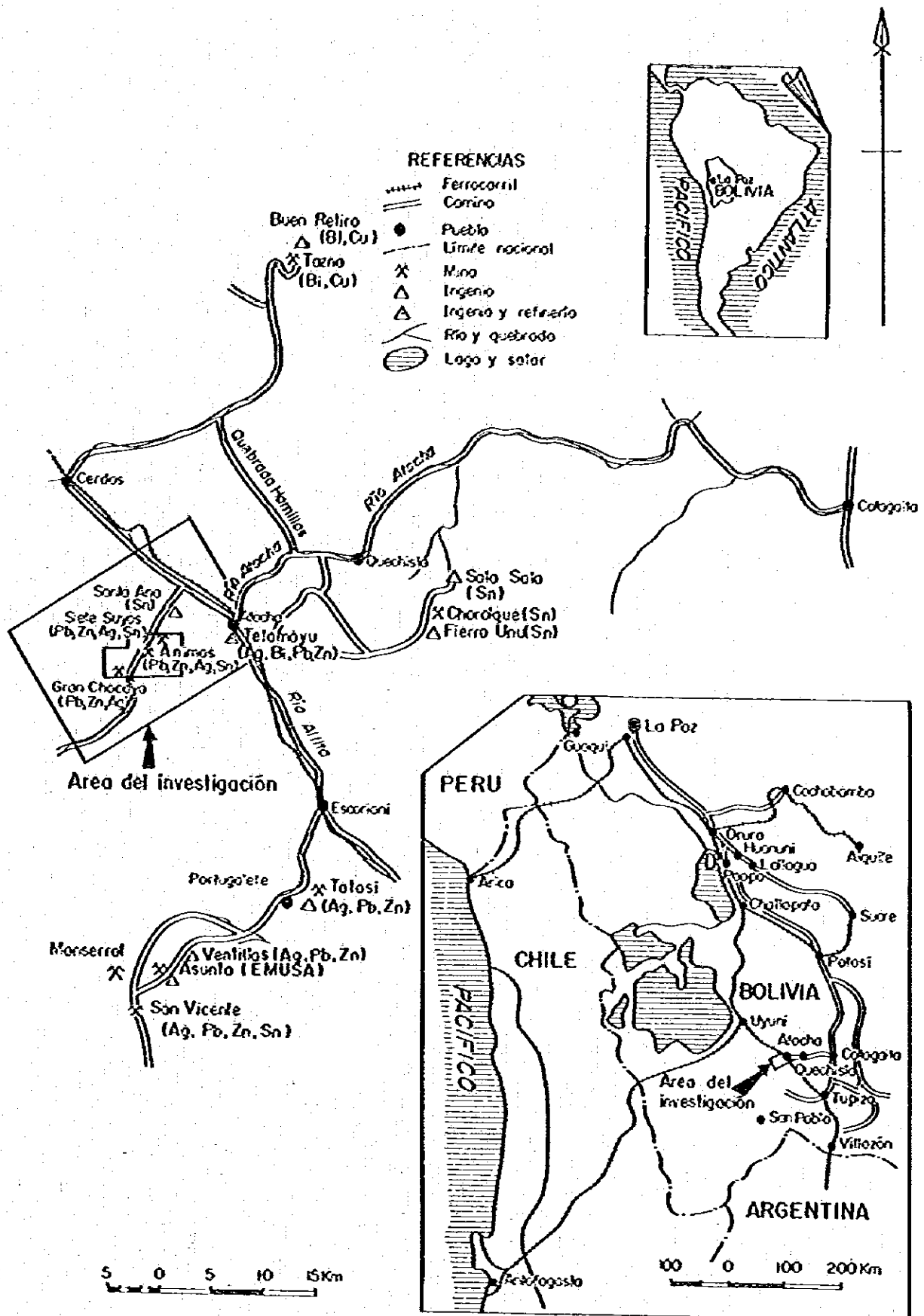
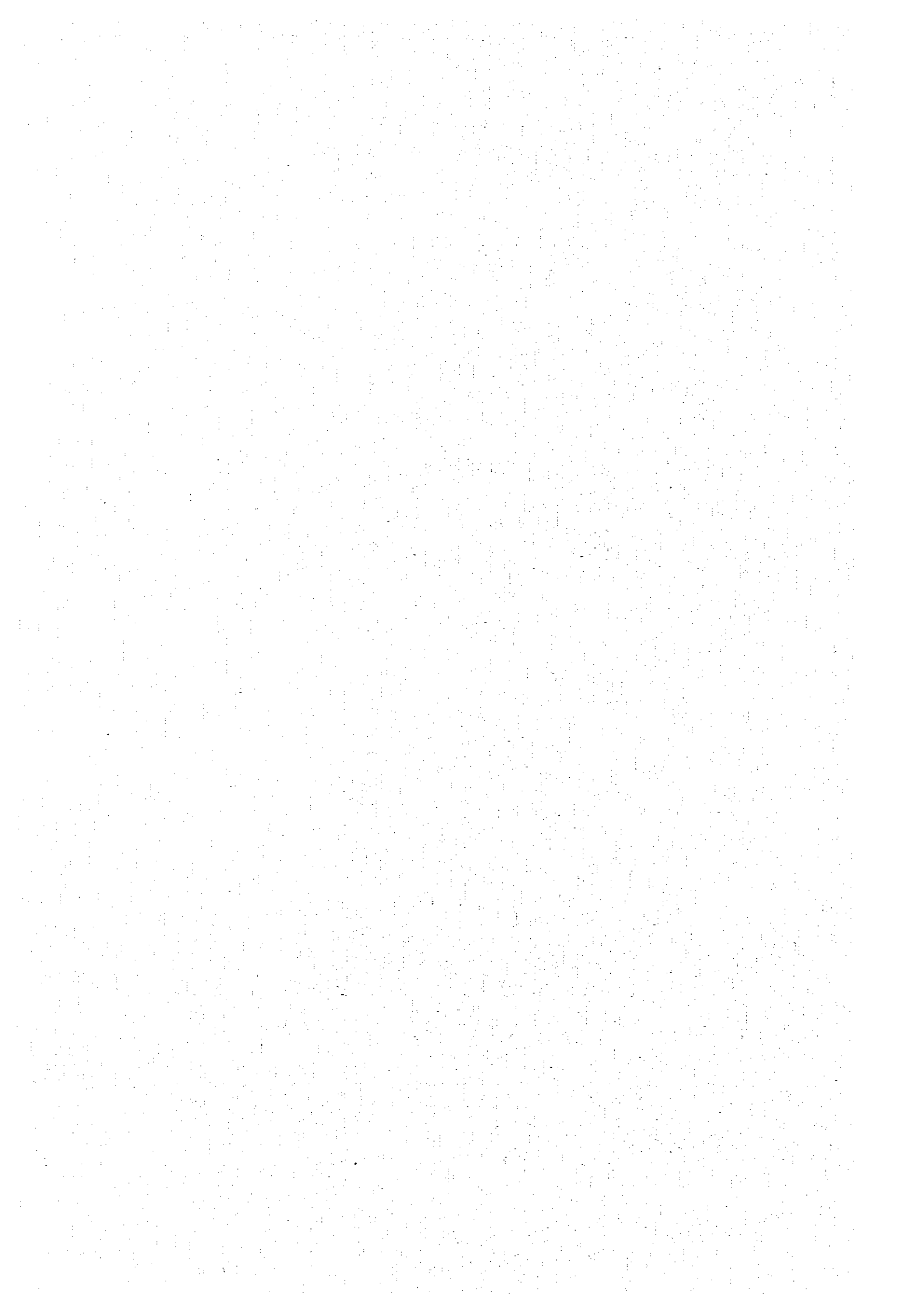
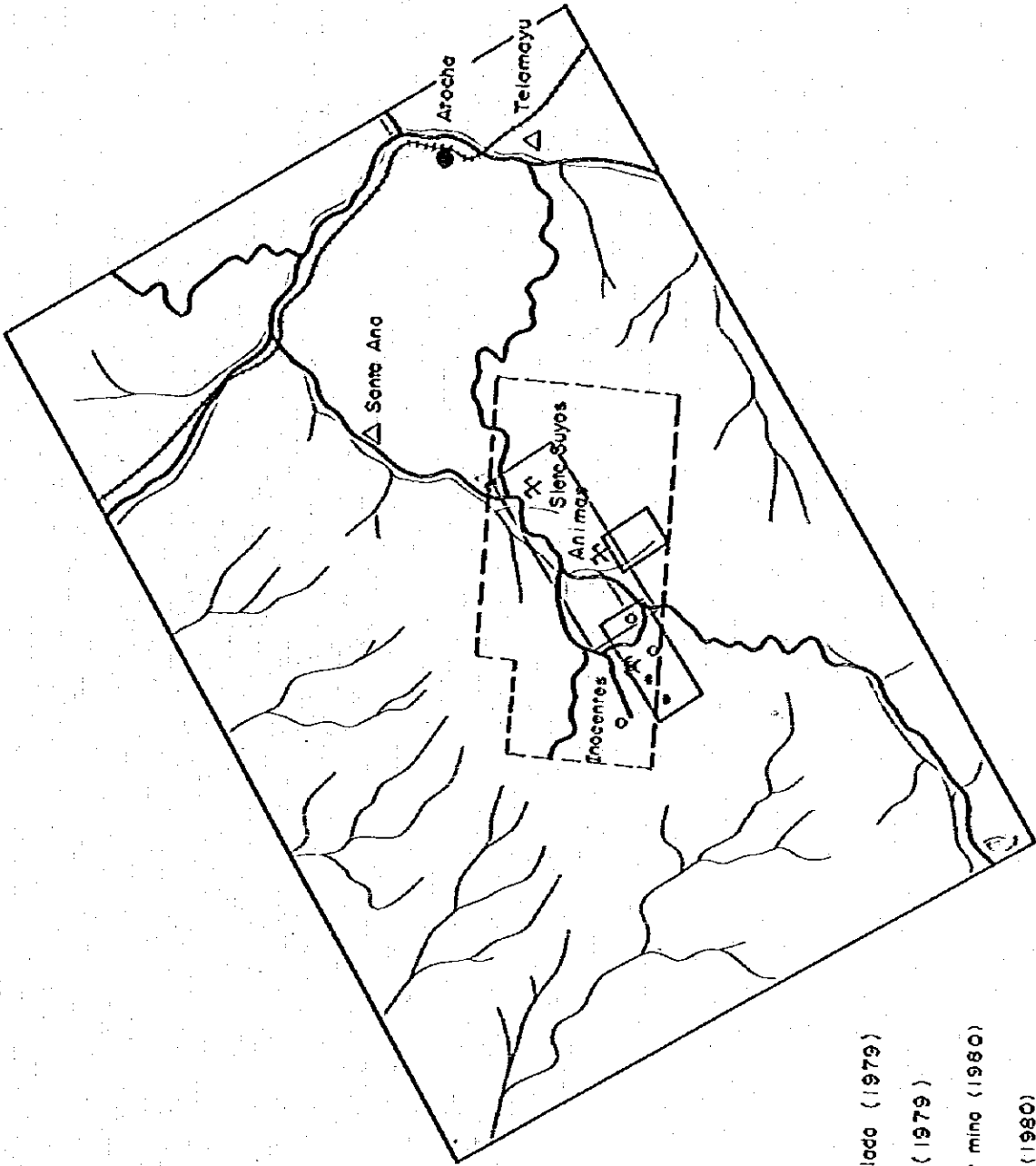


Fig. I-1 Plano general del área de investigación



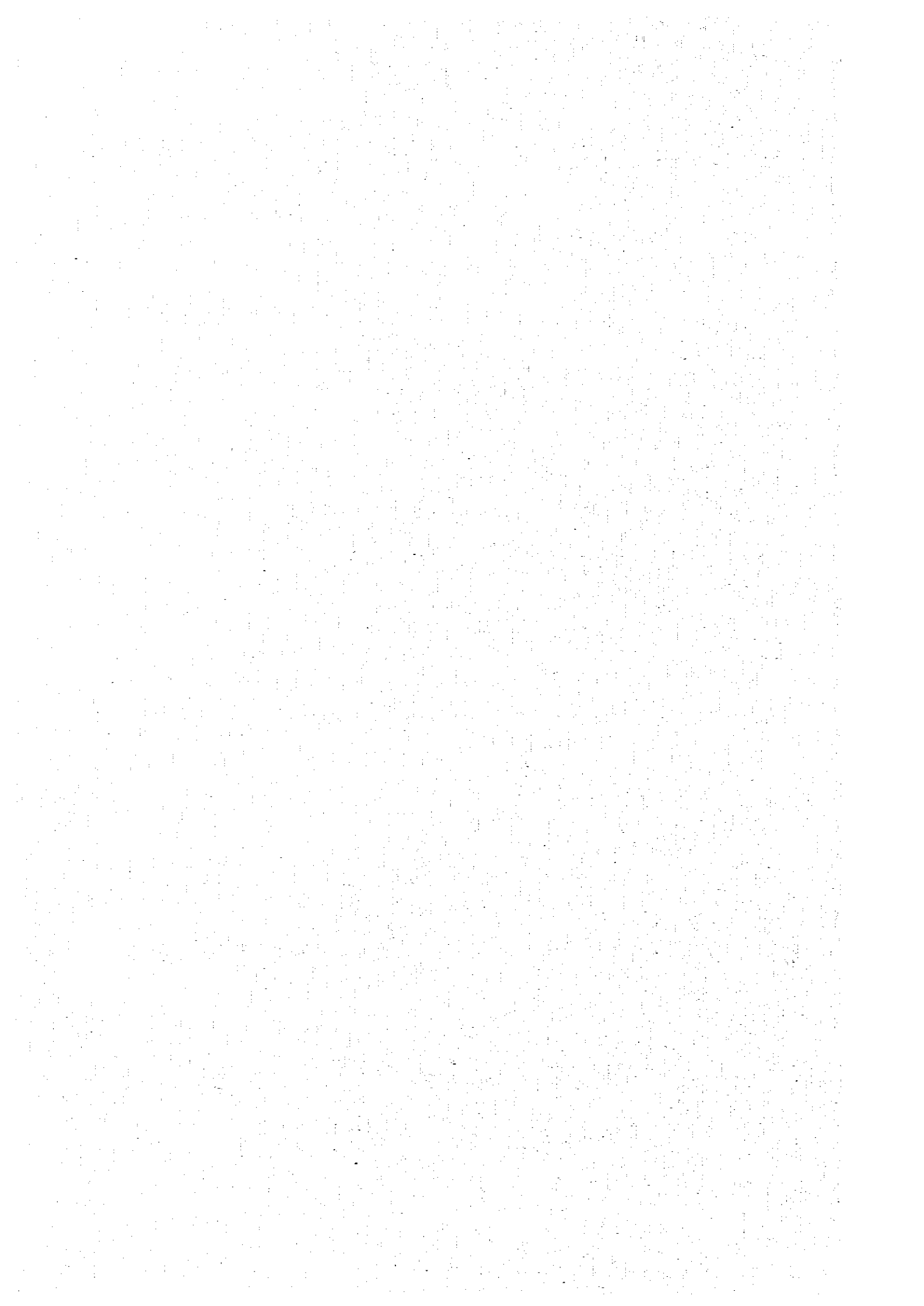


REFERENCIAS

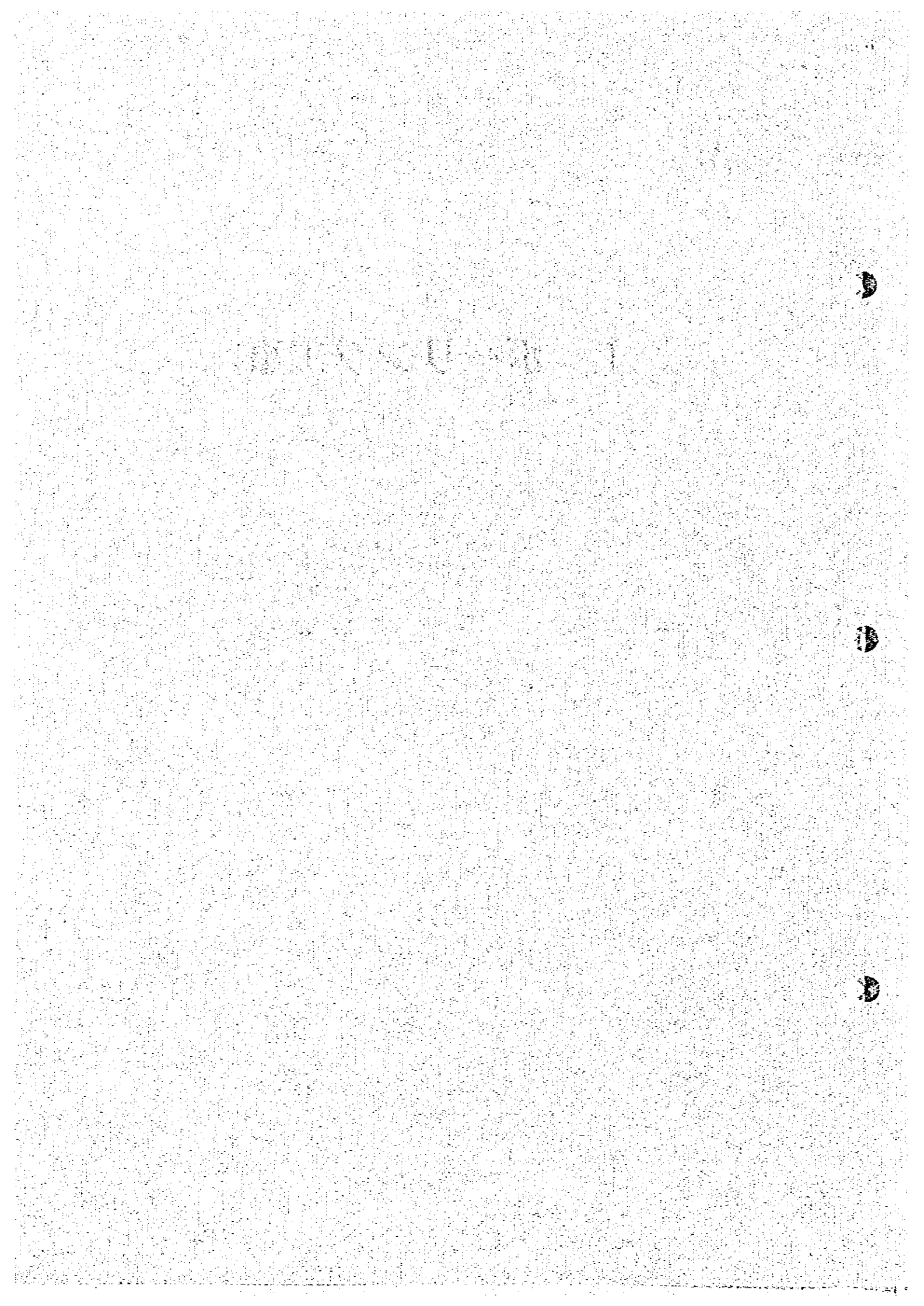
- Ferrocarril
- Río y quebrada
- Camino
- Pueblo
- Minc Ingenio
- Área de la investigación semi detallada (1979)
- Área de la investigación detallada (1979)
- Área de la investigación de interior mino (1980)
- Área de la prospección geofísica (1980)
- Ubicación de sondeo (1960)
- Ubicación de sondeo (1981)



Fig I-2 Plano de alcance del área de investigación



I ボーリング工事



ボーリング工事目次

第1部 総論

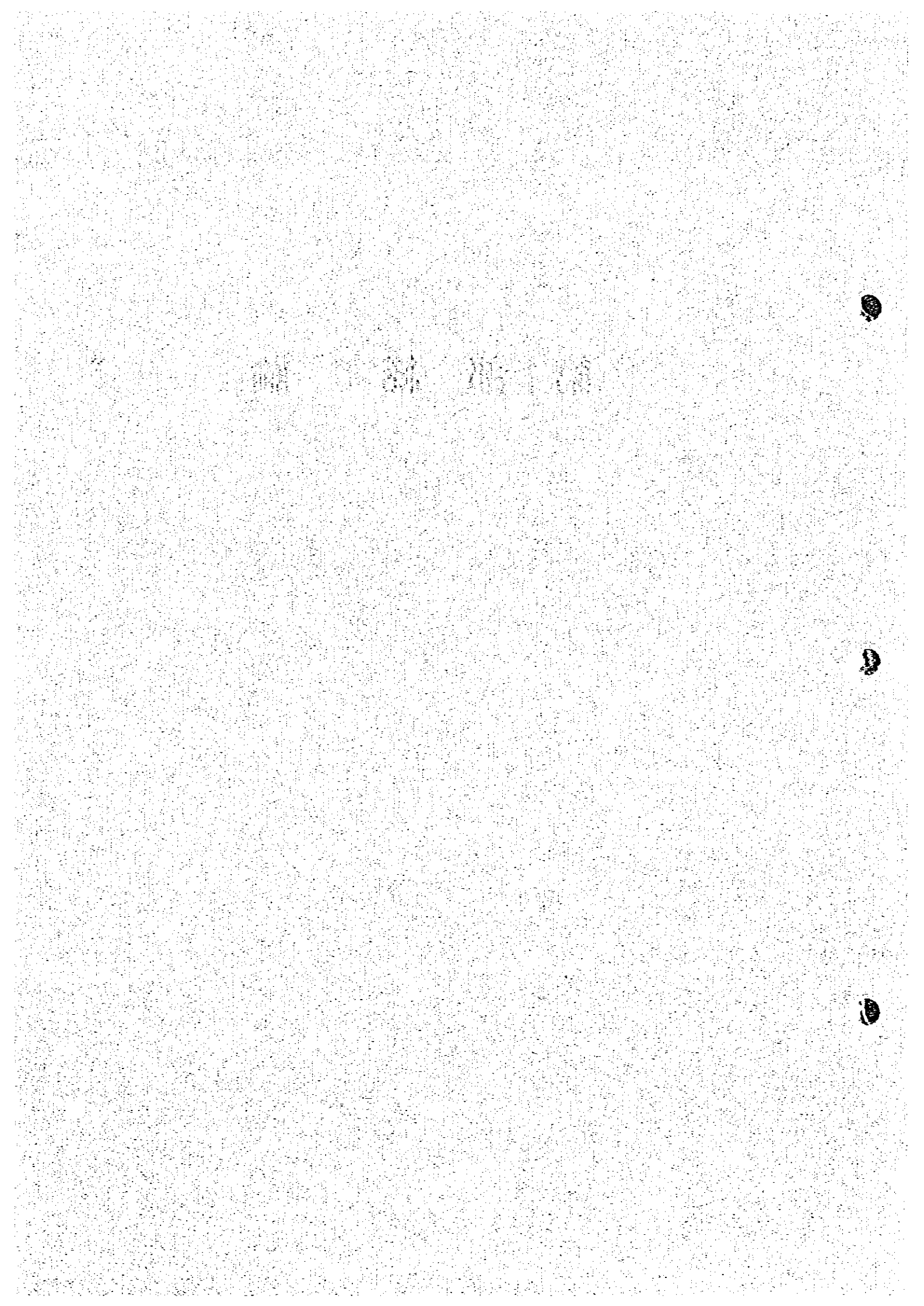
第1章 序論	1-3
1-1 調査の経緯及び、目的	1-3
1-2 調査作業の概要	1-3
1-3 調査団の編成	1-3
第2章 調査地域の一般概要	1-5
2-1 位置・交通	1-5
2-2 地形・気候	1-5
2-3 Animas, Siete Suyos 鉱山概要	1-6
第3章 地質概要	1-7
3-1 地質	1-7
3-2 地質構造	1-9
3-3 鉱床	1-10
第4章 調査の結論及び、将来への指針	1-13

第2部 ボーリング工事

第1章 ボーリング工事の概要	1-15
第2章 ボーリング工法及び使用機械	1-17
第3章 ボーリング作業	1-19
3-1 設営作業	1-19
3-2 移設作業	1-19
3-3 撤収作業	1-19
3-4 コアボーリング状況と泥水管処理	1-19

3-5	ボーリング用水	1-20
3-6	掘進状況	1-20
3-7	逸水対策	1-21
第4章 ボーリング地質		1-23
4-1	ボーリング位置の選定	1-23
4-2	ボーリング地質	1-24
4-3	ボーリング地質と鉱床の関係	1-28
4-4	ボーリング結果の評価	1-29

第1部 総論



第 1 章 序 論

1-1 調査の経緯及び目的

ポリヴィア共和国グランチョカヤ地域資源開発協力基礎調査の第2年次の調査結果に基づき、日本国政府は第3年次として、Animas 鉱山南西及びGran Chocaya 部落南部でボーリング工事を実施することとした。

本工事はAnimas 鉱山の主脈であるVeta Rosario・Veta Colorada 及びVeta Burtonの南西延長部での鉱床賦存の確認を目的とした。ボーリング実施地点は第2年次に実施された物理探査の異常帯及び、多数の旧坑ならびにトレンチ跡の存在する変質帯の発達が明確となったGran Chocaya 部落の南部である。

以上の調査と初年次及び第2年次の調査結果を総合して当鉱床の特性を把握し、次段階の探査活動の有益な指針としたい。

1-2 調査作業の概要

工事は日本人調査団員とポリヴィア鉱山公社より派遣された調査団員により友好裏に実施された。工事期間は、鉱山到着翌日の1981年7月18日から、同鉱山出発前日の同年10月23日までの98日間である。

調査期間中はQuechisla (ケチスラ) 鉱業所及びその傘下のAnimas, Santa Ana (サンタアナ), Telamayu (テラマユ) 等の各部門から工事資材、用水の調達、機修及び宿舎に関する多大な協力を得たことを明記し、感謝の意を表す。

1-3 調査団の編成

日本国側調査計画及び折衝

TADOKORO KYUZO

田 所 久 造

金属鉱業事業団

ISHIDA MAKOTO

石 田 真

" "

NAKAMURA KENJI

中 村 研 治

" "

日本国側調査団員

ISHIDA MAKOTO

石 田 真

金属鉱業事業団 (地質)

KITA ZENJI

北 善 次

" " (")

NAKAMURA KENJI

中 村 研 治

" " (")

ITO TOSHIYA

伊 藤 俊 弥

同和工営株式会社 (")

KAJIO MASANOBU

梶 尾 昌 延

" " (試 録)

SHIMIZU HISASHI

清 水 久 司

" " (")

FUJII KYUYA

藤 井 究 哉

" " (")

ボリヴィア共和国側調査団員

Ing. José Murillo

ボリヴィア鉱山公社オルロー地質局 (地質)

Ing. Carlos Soruco

" " (")

Ing. Plinio Velazco

" " (")

第2章 調査地域の一般概要

2-1 位置・交通

調査地域は、首都 La Paz (ラパス) 市の南々東、直距離約 520km の付近に位置し、行政上は Potosí (ポトシ) 州 Nor Chichas (ノルチチャス) 郡に属する。

La Paz から調査地域への交通は、鉄道と自動車による方法がある。鉄道の場合は、La Paz よりアルゼンチンとの国境の町 Villazón (ピリアソン) に達する La Paz-Villazón 線により調査地域に近い Atocha (アトチャ) まで約 1.5 時間、Atocha から自動車で約 30 分で調査地域中心部の Animas 鉱山に達する。

自動車による場合は、多様なルートがあるが、乾期には La Paz - Potosí - Cotagaita (コタガイタ) - Animas 経由で約 860km、2 日の行程が普通である。雨期には、各所で道路が水没寸断され、調査地への所要時間及び、ルートは一定せず、交通の途絶える場合も発生する。

2-2 地形・気候

調査地域は、ボリビア南部のアルティプラーノにあり、標高は約 3600m から地域中央部の Cerro Khumullani (セロクムラニ) の 4,703m に達する。調査地域のほぼ中央を Rio Chocaya (チョコヤ川) が北東に流下し、その浸食作用が進行して急峻な壮年期地形を呈する。Animas 鉱山を中心にして第三紀中新世に活動した石英安山岩よりなる標高約 4500~4700m に達する高峰が点在し、調査地域周辺部の堆積岩の分布する平坦な地域と対照的であり、地質と地形が密接な関係を示す。

調査地域は、南緯 21° に位置し、熱帯性気候に属すべき地域であるが、標高が高いため特異な気候となっている。すなわち、年間平均気温は 5~6℃ であるが、冬期の夜間気温は氷点下 25℃ まで下り、夏期でも氷点下に達する。日中の最高気温は冬期の 7 月で 15℃ 前後、夏期の 12 月で 25℃ 前後であるが、夜間には気温が下り、気温の日較差は 30℃ 前後にも達する。乾期と雨期の区別が明瞭で、雨期は 12 月から 3 月までで、年間降雨量がこの時期に集中するため、各所の道路が寸断され、道路網は麻痺状態となる。乾期にはほとんど降雨がなく乾燥が激しく、湿度は 0~30% 程度である。こうした本地域の厳しい気候条件は植生・住民生活に大きな影響を与えており、調査地域の大半は不毛の地となっている。

2-3 Animas, Siete Suyos 鉱山概要

Animas 及び Siete Suyos 鉱山は、COMIBOL が所有しており、組織的には

Quechisla 鉱業所 — Chocaya (チョコカヤ) 事業所 —

—	Animas 鉱山部
	Siete Suyos 鉱山部

の機構となっている。

両鉱山ともスペイン植民地時代に開発されたもので、その歴史も古く、極めて大規模な鉱床である。当鉱床の北東部は、Siete Suyos 鉱山部、南西部は Animas 鉱山部によって採掘されている。採掘深度は地表下 780 m にまで達しているが、深部での鉱況は依然として優勢である。特に Veta Burton は Animas 鉱山の主要脈であり、その出鉱量は全体の約 90% を占める。産出される粗鉱は 2 種類あり、このうち銀-鉛-亜鉛系の鉱石は Telamayu 選鉱場で、銀-錫-銅系の鉱石は Santa Ana の各選鉱場で処理される。

両鉱山からの月間産出粗鉱量は、1981 年現在 Telamayu 選鉱場への約 17,000 t (銀 325 g/t, 鉛 1.81%, 亜鉛 3.08%) 及び、Santa Ana 選鉱場への約 4,800 t (銀 160 g/t, 錫 0.35%, 銅 0.19%) の計 21,800 t である。両鉱山の全従業員は約 1,150 名でそのうちの約 60% が坑内従業員である。

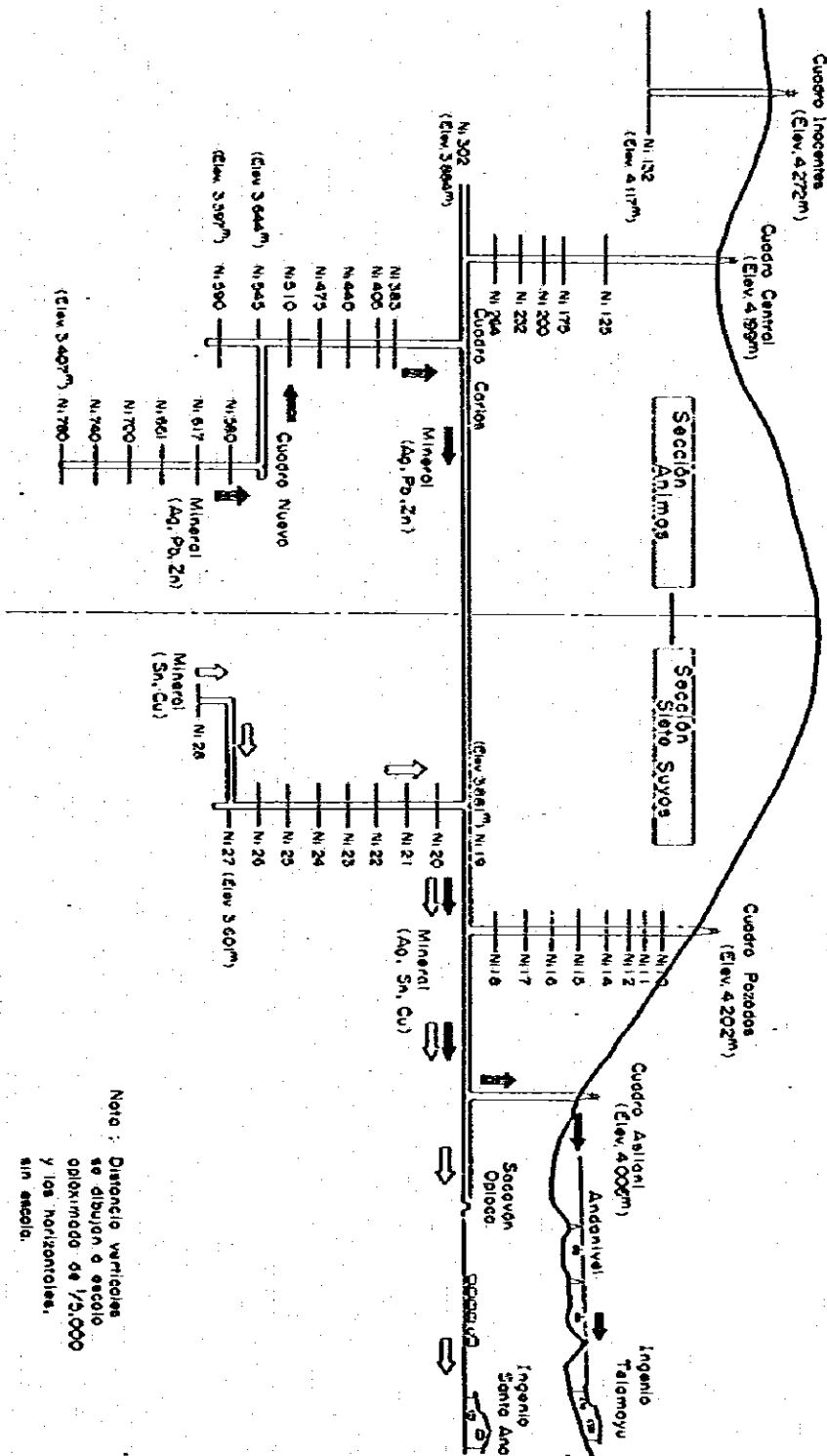
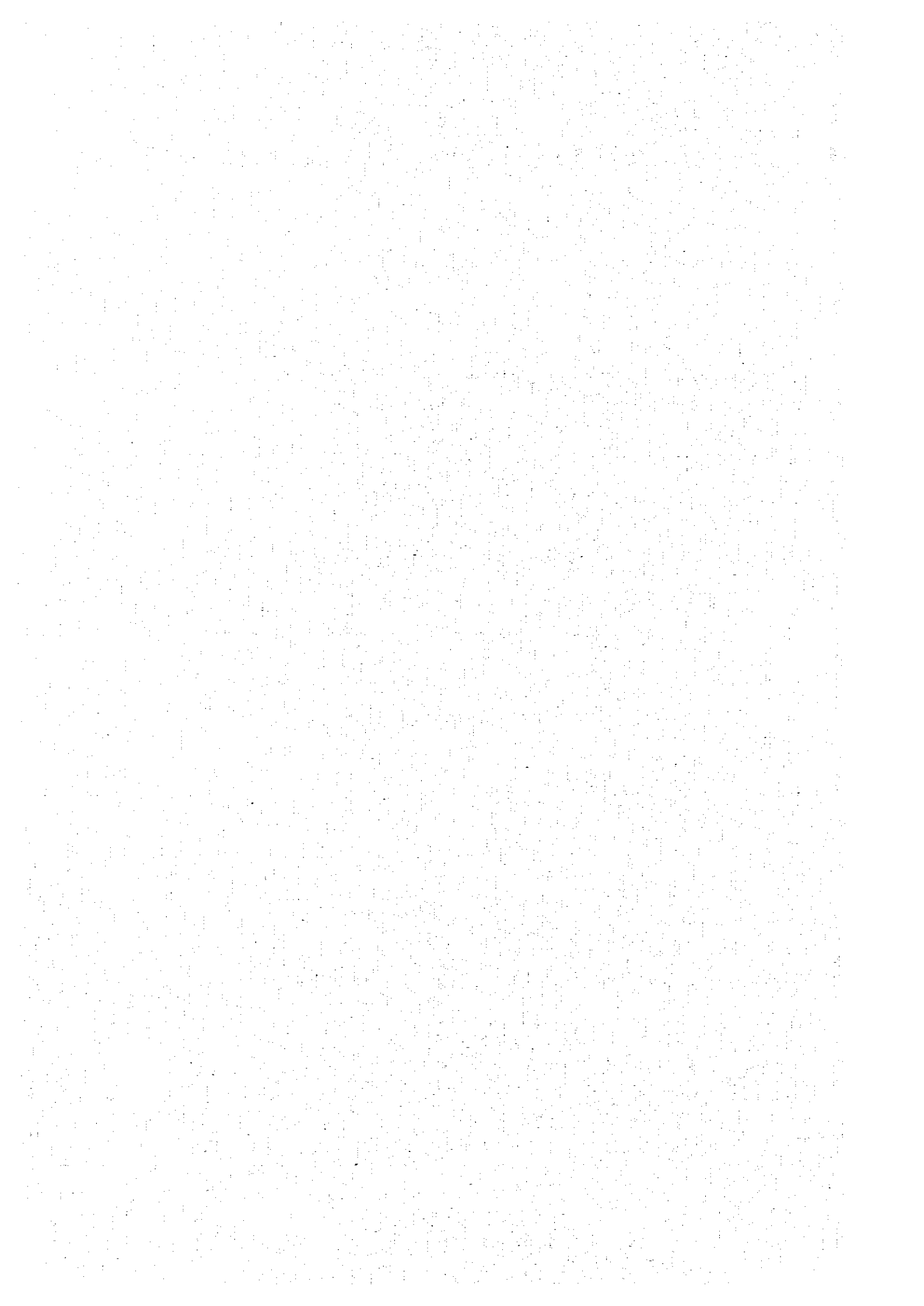


Fig.1-3 Sistema de transporte de minerales en secciones Animos y Siete Suyos

Nota: Distancias verticales se dibujaron a escala aproximada de 1/2,000 y los horizontales, sin escala.



第3章 地質概要

3-1 地質

調査地域は東アンデス山系一帯を形成する古生界とアルティプレーノに分布する第三系の境界付近に位置する。この境界付近には第三紀以降の活動とされている酸性の貫入岩及び噴出岩が点在する以外は、極めて単調な劣地向斜型堆積物及び第三紀後期の凝灰岩が分布するのみである。これらの酸性火山活動は、ボリヴィア国内の主要な鉱床地帯に発達し、錫・銀・鉛・亜鉛・アンチモン・ビスマスなどの鉱床生成に密接に関与している。

本地域は、古生代にはブラジル盾状地と西部アンデス山系との間に発達する東アンデス地向斜に属し、膨大な堆積物を堆積させた。特にオルドビス紀には海進が頂点に達し、当地域に発達するオルドビス系がその一部である。その後、数回の海進・海退を繰返しながら局地的に小規模な堆積物を堆積させたが、三疊紀末から白亜紀初期にかけてボリヴィア全土が陸化している。この時期までに、既存の堆積物は、タコニック・パリスカン及び前期アルプス造山運動を抜けた結果、激しい褶曲構造を示す。古第三紀に至り、東西アンデス山系が上昇し、両山系に挟まれたアルティプレーノ堆積盆地が形成された。

両山系に対して相対的に沈降する当盆地に約10,000mにおよぶ陸成第三紀堆積物が形成され、現在もなお本盆地の埋積が進行している。

本地域の地質はオルドビス系を基盤として白亜系及び第三系から構成されている。

オルドビス系：本地域のオルドビス系は、東及び南西部に広範囲に分布する。本系は下部のPeña Blanca (ベニャブランカ)部層と上部のPeña Azul (ベニャアスル)部層に大別され両部層とも激しい褶曲運動を受けている。Peña Blanca部層は暗黒～暗灰色の粘板岩と淡灰～灰色の細粒砂岩が10cm前後の厚さで互層し、美麗な縞状及びスランプ構造を示す。

Peña Azul粘板岩部層は劈開面の発達した弱い層理を示す黒色粘板岩を主体とする。本系の層厚は1,500m以上に及ぶが、火砕岩や礫岩などを全く挟みせず、単調な典型的劣地向斜型堆積物である。本系は上位の白亜系と断層及び傾斜不整合で接する。

白亜系：ボリヴィア国内での白亜系は、古生界の分布する地域に細長い地向斜を形成して発達する。本地域の白亜系は東部では南北方向に帯状に、西部ではドーム状分布を示すが、いずれも小規模である。本系は成層した陸成赤色砂岩層を主体とするが、上部で石灰岩の薄層を挟み込む。本系層からはMelanides sp., Epidermis de mamíferoなどの化石が産出して

おり、それらの鑑定結果と岩相から、本累層を同国内での El Molino (エルモリノ) 累層に対比した。上位の第三系とは傾斜不整合と一部漸移関係で接する。

第三系：Animas 鉱山を中心に広範囲に分布する本地域の第三系は下位より上位に向って Potoco (ポトコ) 累層・San Vicente (サンビセンテ) 累層・Quehua (ケウア) 累層、更に火成岩と火砕岩類が累重する。これらの第三系はすべて陸成層で各累層間はいずれも不整合で接する。火成岩以外はおおむね水平で、かつ明瞭な層理を示すが、Potoco 累層のみは急傾斜を示す。

Potoco 累層は調査地域の西方に帯状に小規模に分布する偽層の発達する成層した赤色～赤灰色砂岩及びシルト岩より構成される。本層を下位の El Molino 累層の赤色砂岩層と識別することは、かなり困難であるが、本層の方が El Molino 累層より固結度が低い。両者の関係は平行不整合ないし漸移関係である。

San Vicente 累層は調査地域西部に極めて小規模に分布する、不鮮明な層理を示す凝灰質赤色砂岩と赤色砂岩より構成され、下位の Potoco 累層とは基底礫岩を伴って傾斜不整合で接する。当累層から産出する広葉植物の cassia の化石から、本層を岩相の全く異なる塊状礫岩を主体とする San Vicente 累層に対比した。

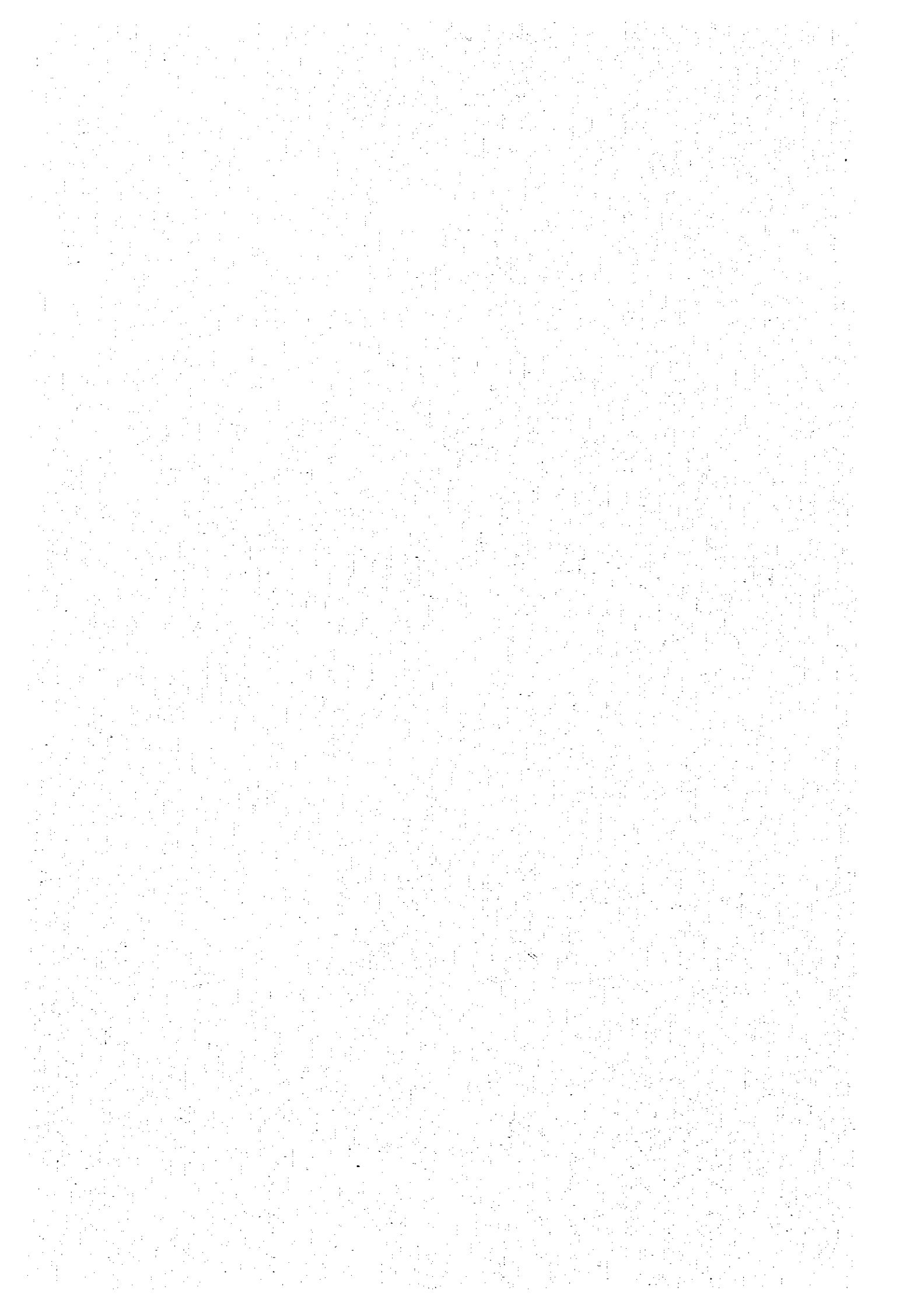
Quehua 累層は、調査地域をとりまいて広範囲に分布する岩相変化に富む火砕岩である。本累層は局部的にレンズ状赤色砂岩薄層を挟在する以外は、すべて凝灰質で稜成作用が進行せず、極めて軟質な岩石である。しかし、岩相は極めて多様で軽石凝灰岩・軽石質凝灰岩・火山礫凝灰岩・火山豆石凝灰岩等から構成される。

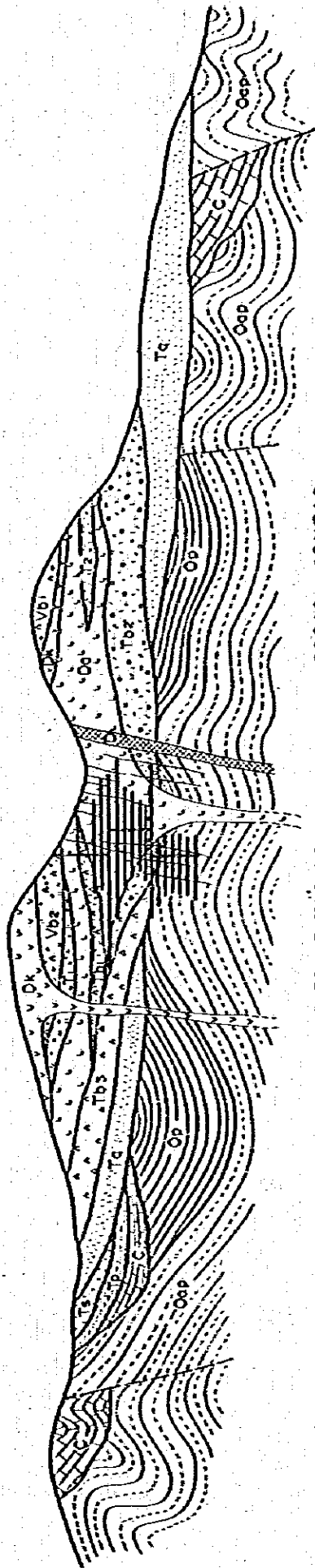
火成岩及び火砕岩は、Animas 鉱山を中心に広範囲に発達する一連の黒雲母・角閃石・石英安山岩質岩石である。気化作用はすべて本岩の分布地域内に限られ、本地域もボリビア国内の他の代表的な多金属鉱床地帯と同様に、本陸性火成活動が鉱床生成と密接に関連することを示している。

火成岩は、局部的に緻密堅硬で柱状節理を有する貫入岩岩相も観察されるが、大半は流理構造や自破砕構造を示す熔岩相からなり、前後2回の活動が認められる。前期の熔岩を Animas 石英安山岩熔岩、後期のものを Cerro Khumullani 石英安山岩熔岩と呼称している。これら前後2回の火山活動に伴い、各々の熔岩を中心として、その周縁部に局部的に数ユニットの石英安山岩質火砕岩が発達する。これらの岩石は多量の黒雲母・角閃石・石英などの結晶又は、結晶片を含有し、岩相・分布・層準などの相違から Inocentes 凝灰岩・Rancho Candela-

Edad		Parte Sur y Suroeste del área de estudio (Río Angosto ~ Est. Vito Vito ~ Gran Chocayo)					Parte central del área de estudio (Animas ~ Siete Suyos)				
		Unidades	Columna	Actividad Ignea	Mineralización y alteración	Descripción	Unidades	Columna	Actividad Ignea	Mineralización y alteración	Descripción
CENOZOICO	CUATERNARIO	Aluviones, terrazas, etc									Brecha volcánica de Cerro Petellón
		Lavas y rocas piroclásticas	Dacita de Cerro Khumullasi (S. Pyrif) (11500 ^m)			Mineralización de área de Gran Chocayo (Ag, Pb, Zn)	Rocas efusivas de dacita con color gris pardo cálcica bien desarrollada y con la parte autobrechada	Lavas y rocas piroclásticas	Dacita de Cerro Khumullasi (150-100 ^m)		Mineralización del área de Siete Suyos ~ Animas
	Brecha volcánica de Belén Negro Pazo (1-200 ^m)			Alteración oxidada y Alteración fuerte (Barquearizal)		Toba esencialmente dura y compacta con estratificación ligera, color gris y gris verdoso y poros de gas	Brecha volcánica de Belén Negro Pazo (200 ^m)			Alteración oxidada y Alteración fuerte (Barquearizal)	Dura y compacta con estratificación ligera, color gris y gris verdoso y poros de gas
	Dacita de Animas					Rocas efusivas de dacita con color gris y gris verdoso	Dacita de Animas (1250 ^m)				Rocas efusivas de dacita con color gris y gris verdoso
	Toba brecha de Gran Chocayo (1-200 ^m)					Toba dura y compacta con brecha con parte porfírica	Toba brecha de Gran Chocayo (1-200 ^m)				Toba dura y compacta con brecha con brechas accesorias de dacita y rocas sedimentarias sedimentarias
	Toba brecha de Incaentes (1130 ^m)					Toba brecha con brechas occidentales, poca estratificación y color blanco a gris	Toba lapilli de Rancho Condellaria (1400 ^m)				Toba brecha con brechas occidentales masivas sin estratificación y de color blanco a gris
	Mioceno Superior	Formación Quehua			Tobas y areniscas rosadas con clara estratificación y bien clasificadas, y toba lapilli y tobas brechas	Formación Quehua			Toba blanca y blanca areniscas tobáceas de grano medio a grueso con cuarzo y biotita fresca		
		Formación San Vicente			Areniscas tobáceas y arenitas gris						
		Formación Patate			Areniscas rojas de grano medio a fino y limolitas						
	Eoceno ?	Formación El Molino			Areniscas rojas oscuras de grano medio a fino						
				Calizas, limolitas blancas y areniscas rojas fosilíferas							
MESOZOICO	CRETACICO			Pizarra predominantemente con los porles fálticos							
				Disposición alternante de areniscas gris oscuras a gris y oscuras, y pizarras verdosas a oscuras							
PALEOZOICO	ORDOVICICO	Miembro de pizarras de Peño Azul (11000 ^m)		Ordoevítico no diferenciado	Miembro de pizarras de Peño Azul		Ordoevítico no diferenciado	Miembro de pizarras de Peño Azul	Disposición alternante de areniscas gris oscuras a gris oscuras y pizarras verdosas a oscuras		
		Miembro de disposición alternante de areniscas y pizarras de Peño Blanco (11500 ^m)			Miembro de disposición alternante de areniscas y pizarras de Peño Blanco (11700 ^m)						

Fig. I-4 Columna geológica



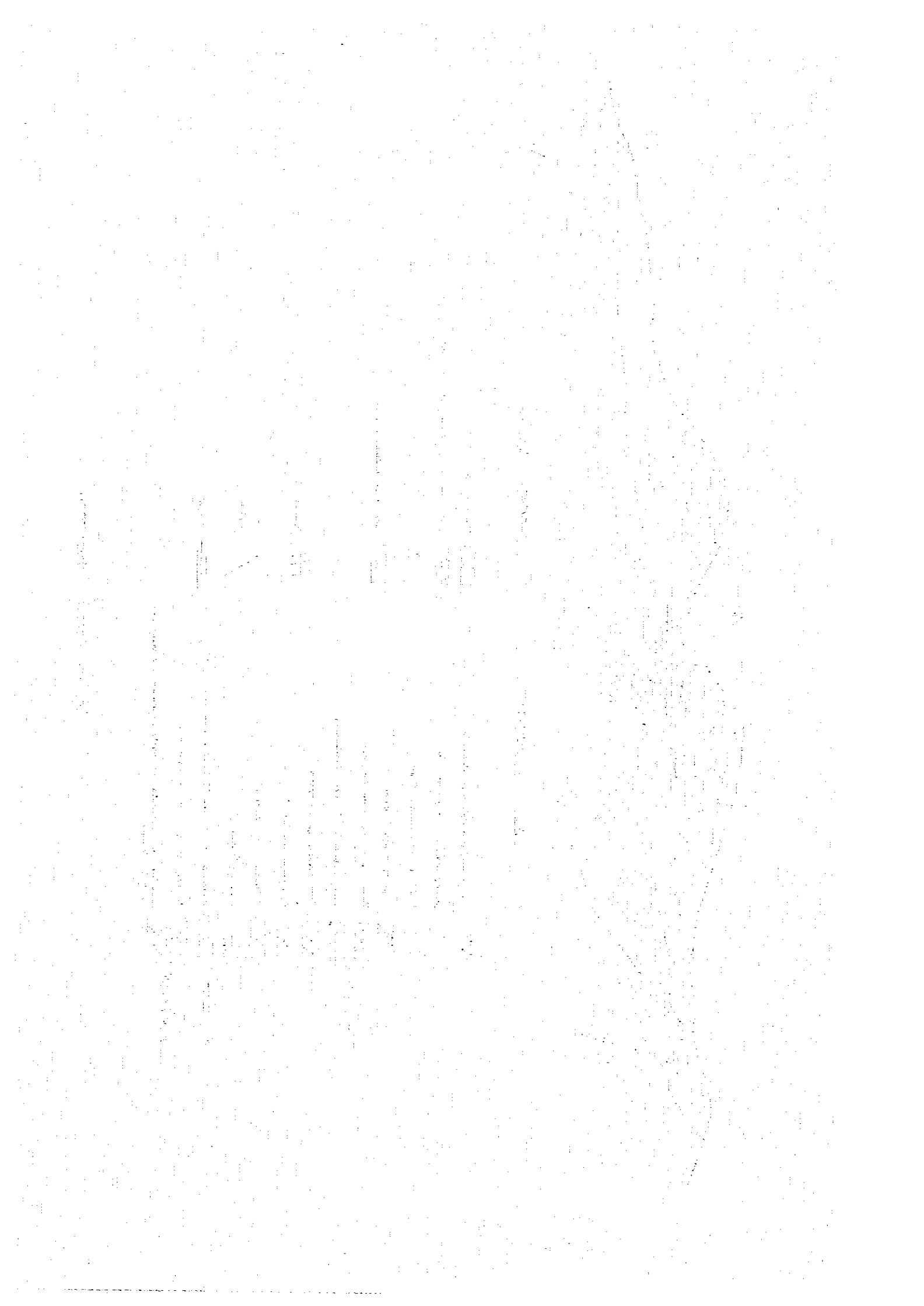


ROCAS SEDIMENTARIAS

ROCAS IGNEAS

<p>TERCIARIO</p> <p>Brecha volcánica de Cerro Peballón</p> <p>Brecha volcánica de Bañal Loma</p> <p>Toba de Cerro Negro Peze</p> <p>Toba de Rancho Lupjaro</p> <p>Toba brecha de Gran Chocayo</p> <p>Toba Lapilli de Rancho Condalaría</p> <p>Toba brecha de Inocentes</p> <p>Formación Quechua</p> <p>Formación San Vicente</p> <p>Formación Potasa</p> <p>Formación El Molino (Galizas y areniscas rojas)</p> <p>Miembro de pirritas de Pango Anzi</p> <p>Miembro de disposición alternante de areniscas y pizarras de Pango Blanco</p>	<p>Dique de escaño</p> <p>Dacito de Cerro Khumullani (Lóvos)</p> <p>Dacito de Animas (Lóvos)</p>
<p>CRETACIO</p> <p>ORDOVICICO</p>	<p>Vetas</p> <p>Falla</p> <p>Socavón</p>

Fig.1-5 Perfil idealizado



ria (ランチョカンデラリア) 火山礫凝灰岩・Gran Chocaya 凝灰角礫岩・Cerro Negro Pozo (セロネグロポソ) 凝灰岩及び、Rancho Lupijara (ランチョルビハラ) 凝灰岩と呼称されている。一連の火成活動の時期は、石英安山岩熔岩のK-Ar法による絶対年代測定結果、 $11.7 \pm 0.6 \text{ m.y.} \sim 121 \pm 0.6 \text{ m.y.}$ を示し中新世最末期に対応する。

鉞床母岩を形成する岩石はオルドビス紀の粘板岩・砂岩及びその互層と、これらの上位に新層、一部不整合で接する第三紀の凝灰角礫岩・火山礫凝灰岩・凝灰岩及び石英安山岩である。鉞化帯内での第三系はすべて激しい脱色・鉞化変質作用を受けて、灰白～白色化し、一部の火砕岩は火成岩との肉眼的識別が困難な場合もある。

3-2 地質構造

本地域の地質構造は、主に褶曲構造としてオルドビス系と白亜系に明瞭に反央されているが、第三紀以降の各地層はおおむね水平であり、一部の火成岩分布地域内の小断層の存在以外は、構造運動を受けていない。

白亜紀以前の地層は、パリスカン・ネバダ及びアルプスの各造山運動を受けた結果、著しい褶曲構造を示す。

これらの褶曲軸の方向は断層によりブロック化された地域ごとに多様である。しかしAnimas 鉞山を中心にして東西20km前後の範囲内では、褶曲軸の方向はほぼ北西-南東系と解釈され、特に鉞床地帯では、この構造が安定し波長、数100m以下のほぼ垂直な軸面を有する等斜褶曲構造を示す。

断層としては、南北系と北東-南西系ないし東西系のものが調査地域外に近接して認められるが、これらは全て鉞床地帯内では第三系に被覆され詳細は不明である。

しかし、広域的に断層運動を考察すると、本地域西方を東アンデス山系の骨格を成す第一級のSan Vicente 断層が南北に横断しており、当地域も基本的には南北系の断層に支配されているものと推定される。

坑内での褶曲構造はオルドビス系に普遍的であり、卓越する褶曲軸の方向は、北西-南東系で、波長、数100m以下の等斜褶曲で、軸面は垂直に近い。北西-南東系以外の褶曲構造が局所的に観察されるが、いずれも断層運動により小ブロック化された特異な場所に限定される。

また、この主要褶曲軸と直交する方向にも極めて緩傾斜の褶曲構造が認められるが、その詳細は不明である。

坑内で断層は随所に観察され、その規模も多様であるが、垂直断層以外はおおむね正断層であ

り、逆断層は確認されていない。これらの走向は北西-南東、北東-南西、東-西及び南-北系と多様であるが、このうち南-北系は極めて稀で、他の3系統の断層が同程度の頻度で発達している。しかし、これらのうち、断層破砕帯を伴う落差の大きい本格的断層はオールドビス系と第三系を画するものが主体であり、302m地並の随所で観察される。その方向は北西-南東系、北東-南西系及び、東-西系であり、卓越した特定の方向性は認められない。但し、302m地並のオールドビス系内の北東向主要運搬坑道では、北西-南東系の破砕帯を伴う断層が顕著であり、調査地域内では主要褶曲軸に平行な断層が優勢なのかもしれない。

断層落差については、Veta Rafael (ラファエル脈) 北西の Falla Basofia (バソフィア断層) が、オールドビス系と第三系間で上下方向に約80m、また700m地並の Veta Inca II で水平方向に約50mの転位が坑道により確認されているのみである。しかし、オールドビス系と第三系間に発達する断層以外は、その連続性及び転位量も極めて小さく、小規模な断層であろうと推定している。また断層運動と鉬化時期の関係は、鉬脈に切られる断層・鉬化作用を伴う断層・鉬脈を切る断層等と多様であり、断層運動が前鉬化作用期から後鉬化作用期にわたって活動した事を示している。

3-3 鉬床

調査地域はボリビア共和国南西部の東アンデス山系の西端に位置し、ほぼ南北に延びる広大な多金属鉬脈鉬床地帯のほぼ中央部を占め、付近には多数の殺行鉬山及び鉬徴地が知られている。これらの鉬床はいずれも成因的に第三紀の石英安山岩の火成活動に密接に関連して形成されたゼノサーマル型鉬床と解釈されている。

Chocaya 鉬山は、スペイン植民地時代から殺行された歴史の古い鉬山であり、Animas 鉬山を中心にその北東延長に Siete Suyos 鉬山、南西部に Inocentes 坑が位置し、鉬床帯の規模は北東-南西の走向方向に約6km、これと直交する方向に約3kmに及び、垂直方向には地表下780mまで開発され、鉬況はなお優勢である。

鉬脈を産出する裂隙の形成は、本地域の基盤をなすオールドビス系中の主要褶曲軸に直交する北東-南西方向の横圧力によるものと解明された。

殺行対象金属は銀・錫・亜鉛・鉛・銅などであり、産出鉬物の種類とその組合せが多様であり、更に鉬物組成の複雑さが本鉬床の特徴である。

鉬床母岩は上部で第三紀の主として石英安山岩、下部でオールドビス系であり、鉬況はオールド

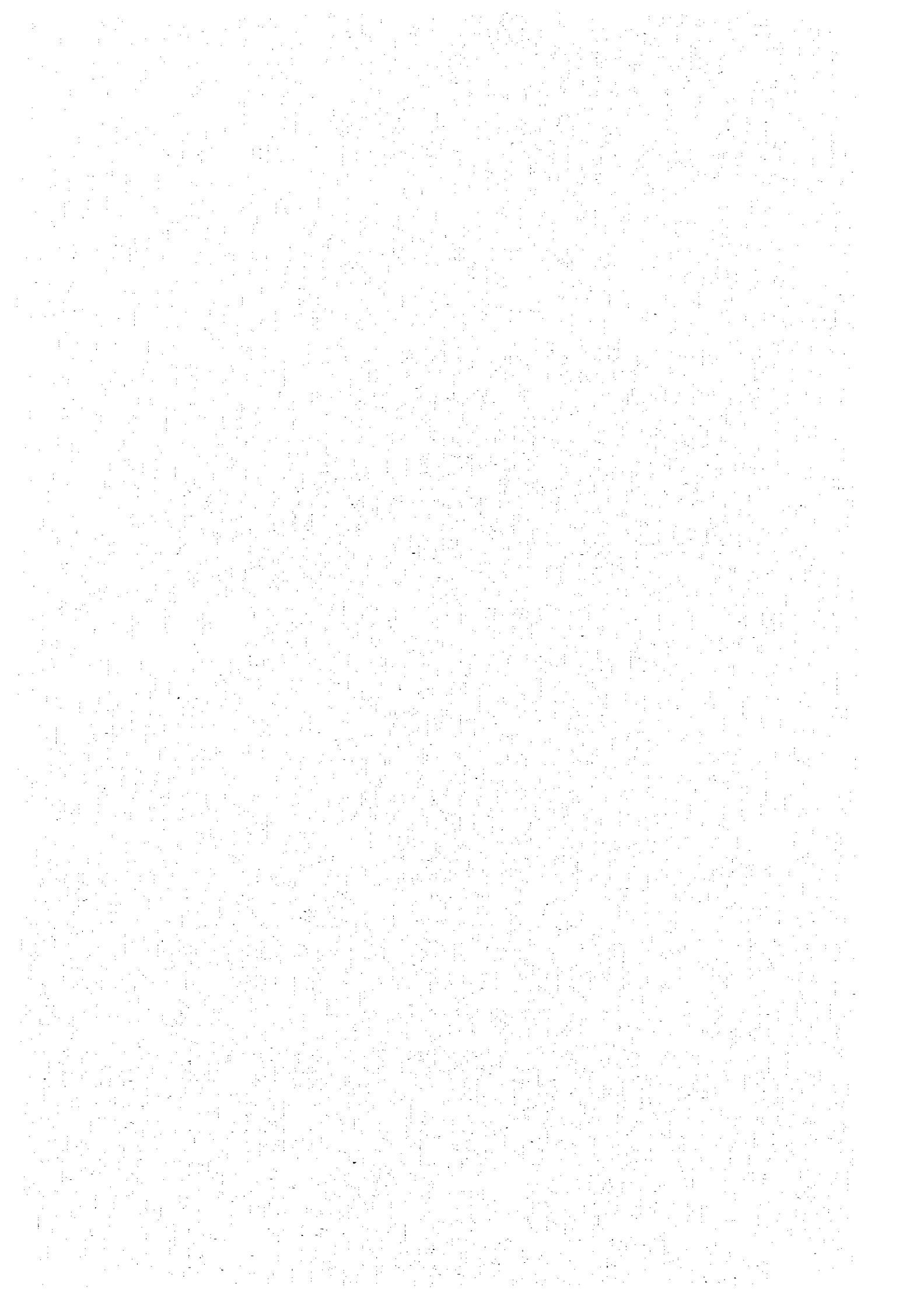
ビス系中で多少優勢となる傾向を示す。鉱脈の走向は、ほぼ北東-南西系であるが、傾斜は北西と南東に落ち2系統が存在し、各々多数の平行脈から構成される。

鉱脈の規模は、最大のVeta Coloradoで走向方向に約2,000mに及び、傾斜方向にはVeta BurtonとVeta Inca Yが地表下780mまで開発され鉱況は依然として優勢である。脈幅は各鉱脈間で顕著な差が認められ、同一鉱脈内でも膨縮が激しく変化に富み、最大脈幅は2m以上にも達する。

Animas 鉱山ではVeta Burtonが主要脈であり、高品位で全出鉱量の約90%を占めている。

地表では鉱床賦存地帯を中心に北東-南西方向に大規模な脱色変質帯や無数の旧坑・トレンチ跡が点在するが、鉱脈の露頭は存在せず、当鉱床は潜頭鉱床といえる。

当鉱床は、その規模も大きく、かつ経済性の高い銀・錫に富んでおり、当鉱山の発展は、Quechisla 鉱業所及び本地域の発展に大きく貢献するものと期待されている。



第4章 調査の結論及び将来への指針

Gran Chocaya 地域の資源開発協力基礎調査の第3年次の工事として、ボーリング工事総掘進長 1,455.5m, 4孔が実施された。

ボーリング位置は第1年次・第2年次の調査結果に基づき選定された。MJ-3及びMJ-4は Animas 鉱山の主脈の Veta Burton・Veta Colorada の南西延長部の IP 異常帯に、同じく MJ-5 は Veta Rosario の南西延長上の IP 異常帯に対して実施された。MJ-6 は Animas 鉱山の北東-南西方向に発達する大変質帯の南西端に近い Gran Chocaya 部落南部で実施された。なお、本地点には多数の旧坑・トレンチ跡が点在している。

これら4孔のボーリング結果から次の結論を得た。

- (1) Veta Burton・Veta Colorada 等の主脈の鉱化帯の南西延長部は、Animas 鉱山の 302m 地並の南西引立から、更に約 1,500m 連続することが明らかになった。
 - (2) MJ-4 では稼行対象になり得る規模と品位を有する2本の鉱脈が確認され、本孔を中心とする Inocentes 坑東部の探鉱範囲が大幅に拡大された。
 - (3) MJ-5 及び MJ-6 付近には、鉱化・変質作用の解析結果、稼行対象となり得る規模の鉱脈の賦存する可能性は極めて低く、当面の探鉱対象地域から除外し得る。
- また、以上の結果に対する探鉱指針は次の通りである。
- (a) MJ-4 で確認した下部の鉱脈については、Animas 鉱山 302m 地並の Inocentes 向立入坑道から南東に立入坑道を掘さくし、着鉱後、鑿押し探鉱を実施する。
 - (b) MJ-4 で確認した上部の鉱脈については、Inocentes 坑 132m 地並の南東向坑道を延長掘さくし着鉱後、鑿押し探鉱に切替える。
 - (c) 上述(1)、(2)の立入坑道により、Animas 鉱山南西部の Veta Rosario と Veta Burton・Veta Colorada 間の 400~500m 間の未探鉱地帯の探鉱を完了させる。
 - (d) 上述(1)、(2)の立入坑道の引立から坑内試鑿を実施し、MJ-3、MJ-4 の南東地区の探鉱を促進させる。

