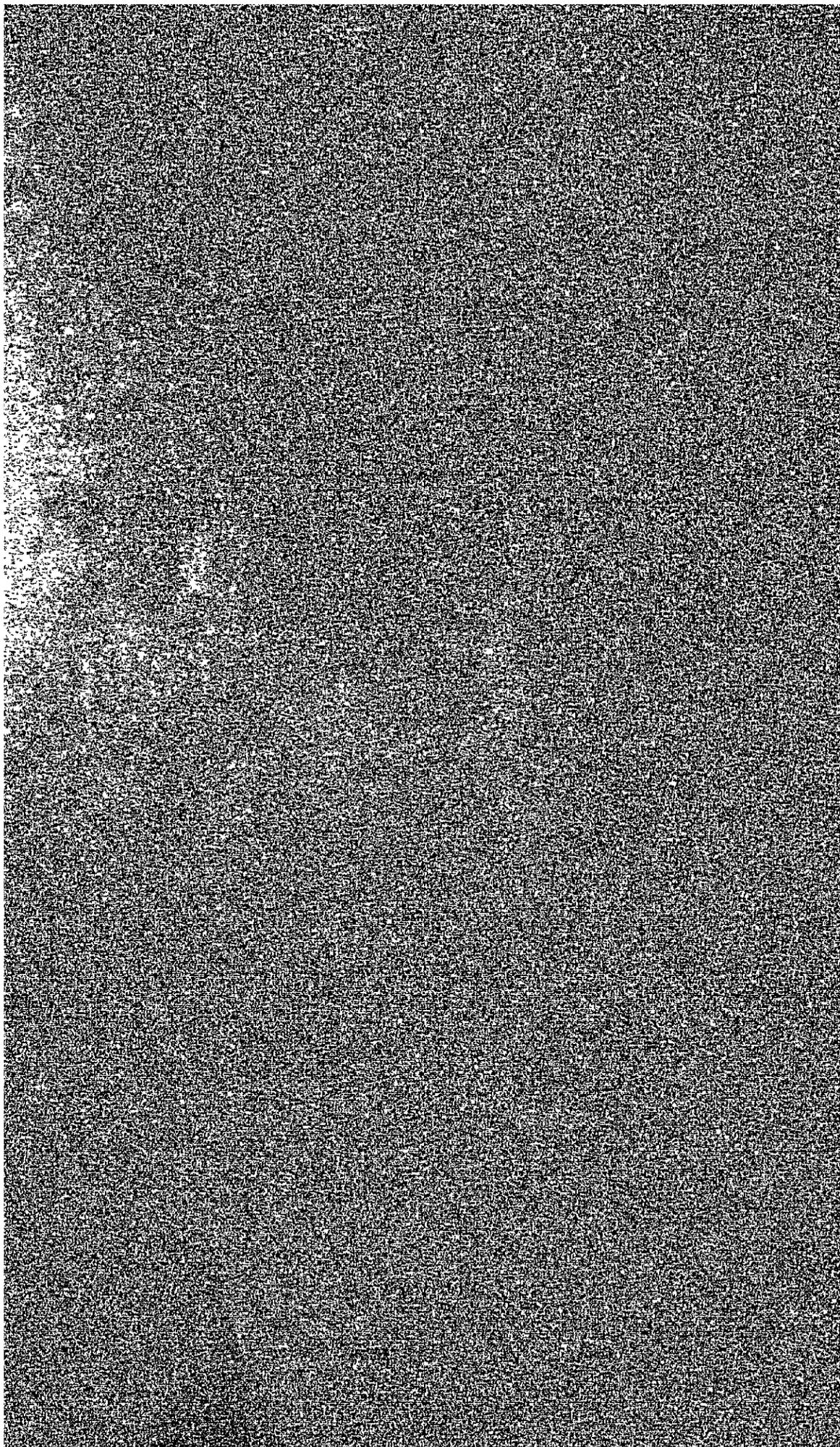


2章 ベントナイトプロジェクトの計画内容



2章 ベントナイトプロジェクトの計画内容

この章では、プロジェクトと生産計画の基本部分について述べる。

1節 プロジェクト計画の基本部分

ベントナイトを採掘し、改質ベントナイトを製造して販売をするプロジェクトのフィージビリティスタディの内容は、つぎのとおりである。

1) ベントナイトの特性の把握と用途の検討

2) ベントナイト鉱量の把握

3) ベントナイト採掘の基本計画立案

4) ベントナイト製造の基本計画立案

5) 鉱山開発と製造プラント建設にともなうインフラストラクチャの検討

6) プロジェクトの経済性評価

1-1 ベントナイトの特性の把握と用途の検討

グアテマラ国内のベントナイト用途は、石けんと洗剤の混合材用が主であり、その他、殺虫剤、ペンキ、ゴム、プラスチック等の混合材としても少量使われているが、工業、あるいは土木用としての用途が未開発であるため、ドリリングマッド用のベントナイトなどはアメリカからの輸入に頼っている。

したがって、ベントナイトの特性を把握した上で、用途と需要を具体的に結び付けてプロジェクトを検討することが基本である。

ロス・シミアンドスのベントナイトを分析した結果、Na交換活性化処理をじて改質したベントナイトは優れた物性を示し、鋳物生型砂用粘結材、一般ポーリング用、あるいは土木工事用泥水、農薬および肥料のキャリアー、塗料、あるいはインキ、化粧品等の増粘材、その他の用途に適する特性をもっていることが明らかになった。

1-2 ベントナイト鉱量の把握

ロス・シミアンドス地区のベントナイト鉱量は、この調査の結果

90万T以上であると期待できる。

採掘や製造の基本計画は90万Tをベースとして立案する。また、その区域の品質と鉱量計算の精度を高め、さらに、90万T以上の鉱量を得るために採鉱計画を立案する。

1-3 ベントナイト採掘の基本計画

基本計画として、採掘対象区域、採掘方法、運搬方法、主要機械、主要設備等を立案し、採掘と運搬に必要な投資と費用を想定する。

1-4 ベントナイト製造の基本計画

基本計画として、製造方法、主要機械、主要設備等を立案し製造・運搬に必要な投資と費用を想定する。

1-5 インフラストラクチャの検討

鉱山と製造プラントの操業のために必要なインフラストラクチャを立案し、必要な投資と費用を想定する。

1-6 経済性評価

鉱山～製造プラント～販売にわたるプロジェクトの財務および経済分析を行なって経済性を評価する。

2節 ベントナイト生産計画の基本部分(表2-1, 2-2)

生産計画の基本事項はつぎのとおりである。

1) 1978年～1980年のグアテマラの需要状況をベースとして第1段階生産期間を設け、さらに、第2、第3段階の生産期間へと移行し、増産する。

2) ベントナイトの特性分析結果にもとづいて新規需要を開発し、販売する。すなわち、ほぼ現在の市場に見合う生産量を前提としてプロジェクトをスタートさせ、新規用途の販売拡張後に2段階の増産を計画する。

3) 段階的生産期間をつぎのように設定する。

第1段階操業期は、操業第1年度から第6年度の6年間とする。

第2段階操業期は、操業第7年度から第12年度の6年間とする。

第3段階操業期は、操業第13年度から(第23年度)計画最終年の11年間とする。

4) 段階的生産計画の生産量をつぎのように設定する。

第1段階操業期

製造プラントへの給鉱量 1日当り55T

製品生産量 " 42t

第2段階操業期

製造プラントへの給鉱量 1日当り110T

製品生産量 " 83t

第3段階操業期

製造プラントへの給鉱量 1日当り180T

製品生産量 " 139t

5) 操業時間

鉱山は8時から16時までの1シフト8時間勤務、実働6時間とする。

製造プラントは8時から22時までの2シフト14時間勤務、実働12時間とする。

製造プラントは自動運転化され、1日の連続運転時間は第1～第2段階操業期間を11時間、第3段階操業期間を12時間とする。

プラントからの製品出荷は8時から16時までの1シフトとする。

表 2 - 1 鉦山操業日数・生産量

操業時間 8 h/日・シフト

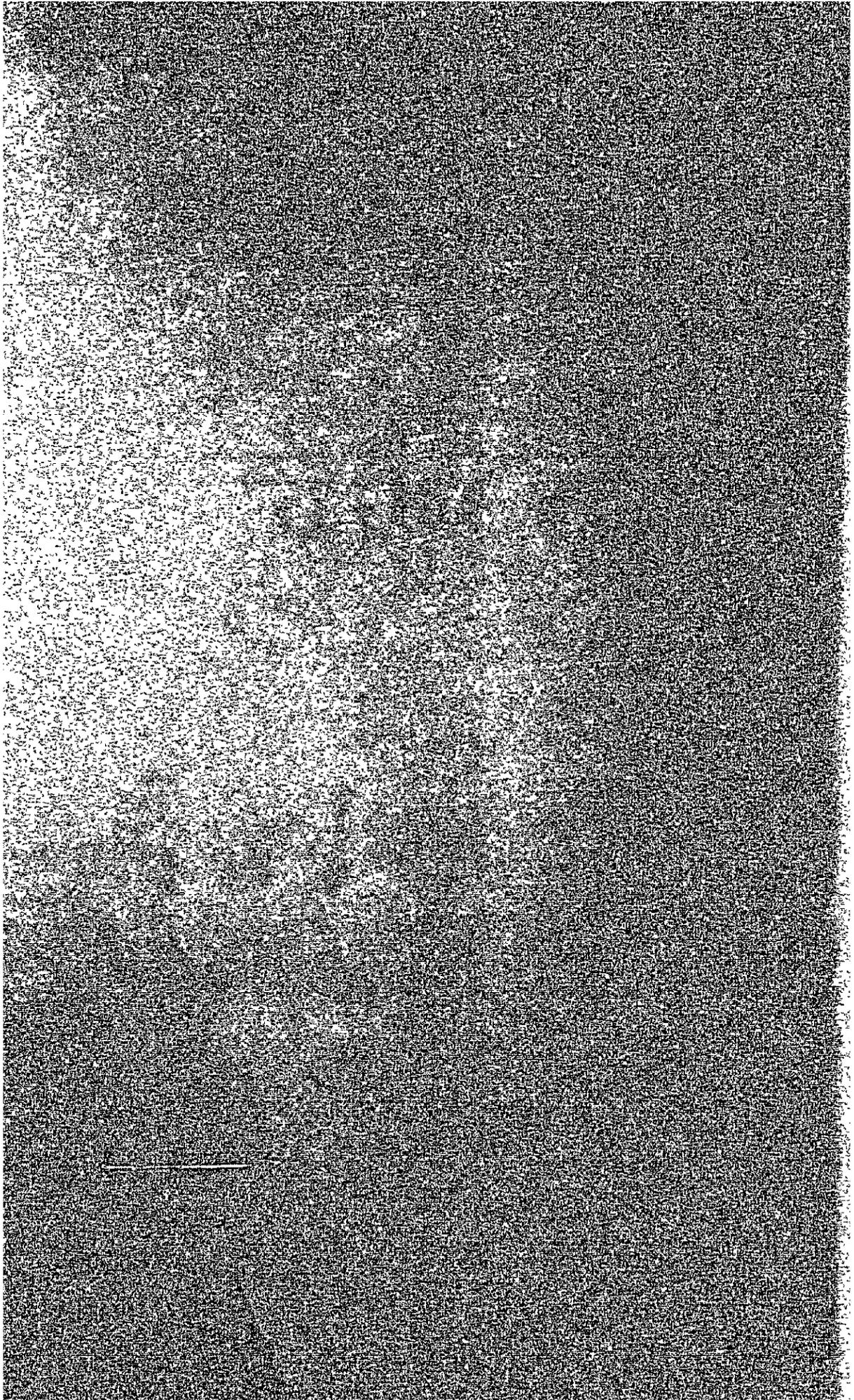
		各 段 階 操 業 期		
		1	2	3
オーバーバー デン除去	1ヶ月操業日数	平均 25	25	25
	年間操業月数	4	4	4
	" 日数	100	100	100
	平均除去量	0.48 : 1 (シフト)	0.48 : 1	0.48 : 1
ベントナイト 採掘	1ヶ月操業日数	平均 25	25	25
	年間操業月数	8	8	8
	" 日数	200	200	200
	採掘量 T/日	83	165	270
	" T/月	2,075	4,125	6,750
	" T/年	16,600	33,000	54,000
	給 鉦	1ヶ月操業日数	平均 25	25
	年間操業月数	12	12	12
	" 日数	300	300	300
	給鉦量 T/日	55	110	180
	" T/月	1,375	2,750	4,500
	" T/年	16,500	33,000	54,000

表 2 - 2 製造プラント操業日数・生産量

操業時間 14 h/日・2シフト

		各段階操業期		
		1	2	3
プラント	給 鉄 5 T/h・ユニット	1	2	3
	1 日 運 転 時 間	11	11	12
	1 ヶ月操業日数	平均 25	25	25
	年間操業月数	12	12	12
	" 日 数	300	300	300
	生産量 t/日	42	83	139
	" t/月	1,050	2,075	3,475
	" t/年	12,600	24,900	41,700

3章 ベントナイト



3章 ペントナイト

ペントナイトは、粘土鉱物の一種で、層状構造を有する。

この章では、ロス・シミエントスのペントナイト鉱床の状態、ペントナイトの特性と用途、あるいは市場等について述べる。

1節 ペントナイト鉱床

1-1 地形

ロス・シミエントス村はチキムラ県の南西にあり、チキムラ市の南西約1.6kmに位置している。

この村の北西約2.5kmのところをサンホセ川が北東に流れ、深い谷を形成している。左岸の地形は急傾斜の起伏を繰り返して北方へ連続しており、右岸の急～中傾斜地形はロス・シミエントス村の北西約1kmのところまで連続し、そこからロス・シミエントス村までの間で徐々に緩傾斜となっている。

さらに、ロス・シミエントス村から南東側は傾斜が逆方向に変わり、緩傾斜である。

この地形の変化は地質および地質構造を反映している。

1-2 地質 (Fig 3-1, 3-2, 3-3)

サンホセ川の右岸で地形が急傾斜から緩傾斜に徐々に変わる附近にはホコタン断層がほぼ東西に走っている。

チキムラ県の地質はこの断層の南北で変化し、断層の北側では主として片岩類(古生界?)・石灰岩(白亜紀)・チキムラ複合貫入岩類などの基盤岩類が、南側には第三系のエル・リンコン層・ロス・シミエントス流紋岩・エンカルナシオン玄武岩が分布している (Fig 3-3) が、ここではペントナイト鉱床に関係するホコタン断層の南側の地質について述べる。

1) エル・リンコン層

エル・リンコン層は、グアテマラ共和国東部地域、資源開発協力基礎調査報告書(国際協力事業団・金属鉱業事業団:1981: 以下JICA-MMAJ 報告書<1981>と記す)によって命名された地層

名である。

ホコタン断層に接してその南側に分布し、下限を同断層によって切られているために全体の層厚は明らかではないが、厚さ350m以上に達するものと考えられている。

この地層は、ロス・シメントス村内のベントナイト鉱床に直接関係していない。

主として礫岩・火山礫凝灰岩・凝灰岩から成り、一部で泥岩～シルト岩・砂岩・石灰岩質岩・流紋岩溶岩を挟んでいる。

礫岩は片岩類に由来する礫を凝灰質～砂質物で膠結したもので、一般に層理に乏しく塊状を呈するとされている。

泥岩～シルト岩は連続性に乏しいレンズ状を成し、ホコタン断層から南へ水平に200～300mの範囲内で断続している。

この地層は一般に東西性の走向を示し、南に10°～70°傾斜しているが、20°～40°程度であることが多い。

2) ロス・シメントス流紋岩

ロス・シメントス流紋岩は、JICA-MMAJ報告書<1981>によって命名された。

ロス・シメントス流紋岩は、下位のエル・リンコン層から整合・漸移し、後述のエンカルナシオン玄武岩に不整合関係で覆われる。

この岩石は主として縞状の微細な流理構造を呈する黒雲母含有流紋岩・暗灰色の真珠岩から成り、一部で流紋岩質の凝灰岩～火山礫凝灰岩を挟有する。

層厚はこの調査地区で65mが確認されているが、JICA-MMAJ報告書<1981>では層厚の変化が激しく最大約100mに達するとされている。

黒雲母含有流紋岩は、この調査地区の北東～北西部に広く、南西部には小規模に分布している。

広く白色化変質作用を受けているが、比較的変質の弱いものが村中心部の北西方の930m山の南東斜面(Fig.3-4)に分布している。

一般に変質作用を受けたものは流理構造が失われ、白色、塊状を

呈するが、P 9・P 1 8およびP 1 5の西側では流理構造を残しているものがみられる。

調査地区の南西部では緑がかった白色を呈し、角礫化構造を残しており、P 3あるいはP 5付近の転石およびD G M Hが実施した垂直ボーリングB A - 2で1 3 mにわたってこの構造が確認される。

また、上述の9 3 0 m山の南西側の道路では流紋岩中に真珠岩が挟在するのが認められ、P 1 2の北方でも1 0 m以上の巾で認められ、P 1 2の北方でも1 0 m以上の巾で認められる。

上記の小規模な真珠岩とは別に、調査地区の南西部と北部に真珠岩のやや広い分布域があり、南西部では最大3 0 m以上、北部では2 0 m以上の層厚を有する。

これらは主に流紋岩の下部に認められ、流紋岩の下部急冷相であることを示している。著しい流理構造を呈するものと塊状を呈するものがあり、前者は真珠岩の分布域の東部に分布し、変質作用を強く受け、後者は西部に分布し、比較的新鮮である。

調査地区の流紋岩類の流理構造はN E系・N W系・E W系を示し、 $30^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 南または北に傾斜しているが、走向・傾斜の変化が著しい。

そのため各々の露頭の走向・傾斜から一般地質構造を推定することは難しいが、走向・傾斜の方向性は真珠岩が分布するP 1 4 - P 1 5 - P 1 1の北西側道路に背斜構造を、流紋岩が分布しているP 1 1 - P 1 6付近に向斜構造の存在を示している。

これは真珠岩を流紋岩の下部急冷相と考えた時の地質構造と調和している。

このことからP 1 ~ P 4およびこの北西側にかけても盛り上り構造が推定される。

以上の構造帯の中で、真珠岩の変質の有無（強弱）と流紋岩中の

破碎構造などから、P1-P9-P15付近に断層が推定されるが、変移の方向と量は不明である。

ベントナイト化作用はこの断層付近とその東側に及んでいる。

この推定される断層が、県道1号線の東側以東で北東方向に屈曲するホコタン断層の南西延長上にあたり、両者の走向が一致していること、広域的なベントナイト鉱床の配列方向が、ホコタン断層の走向（東-西）と平行していることから、この推定される断層は成因的にホコタン断層に関連した断層と考えられる。

3) エンカルナシオン玄武岩

エンカルナシオン玄武岩はJICA-MMAJ報告書<1981>によって命名された。

この岩石は調査地区でロス・シミアントス流紋岩を、地区外ではエル・リンコン層を直接不整合関係で覆っている。

主として玄武岩質の溶岩から成り、黒色緻密堅硬で板状節理が発達している。

ロス・シミアントス村以南に、南東方向に非常に緩く傾斜した地形を呈して分布しているが、節理は必ずしも地形と調和していない。

節理に沿って風化作用が進行し、淡緑灰色を呈して玉ねぎ構造を有し、一部で礫岩状に見えることがある。

数枚の同質凝灰岩層が挟在し、下限にともなわれる場合には粘土化を比較的強く受け、その他の場合には弱い粘土化を受けている。

P13付近では玄武岩中の割れ目を充填した粘土および玉髓が認められ、後者は地表調査中にも良く観察された。

DGMHのボーリング調査によれば、エンカルナシオン玄武岩の層厚は最大30.05m以上に達し、ロス・シミアントス流紋岩との不整合面は緩傾斜 $\sim 20^\circ$ 以上の傾斜を示す。

地表調査ではBB3とBB4ボーリング間の道路で、走向 $N20^\circ$

E・傾斜 85° Eの断層とこれに沿う巾約40cmの断層角礫帯が確認され、ホコタン断層に関連した断層の存在の可能性を強くしている。

1-3 鉞床

1) 成因 (Fig 3-4)

ロス・シミエントス地区のペントナイト鉞床には次のような特徴がみられる。

- (1) 調査地区周辺のペントナイト帯は約5kmにわたって、ほぼ東西の方向に、ホコタン断層に平行して断続配列している。
- (2) ロス・シミエントス村の鉞床(以後ロス・シミエントス鉞床と記す)はこの中央付近に位置し、前項で述べたように県道1号線以東におけるホコタン断層の構造に関連すると思われる方向性を
- (3) 変質流紋岩中に角礫化構造が残っている。
- (4) エンカルナシオン玄武岩中に(2)の方向性をもっている断層角礫帯が認められる。
- (5) ペントナイト化作用は、ロス・シミエントス流紋岩とエンカルナシオン玄武岩の不整合面に沿って、主として流紋岩側に強く及び、玄武岩にも認められる。

以上のことから、ロス・シミエントス鉞床の成因は次のように考えられる。

- ① 広域的にはホコタン断層の東西性の構造に影響されて、それぞれのペントナイト帯付近に断層帯が生じ、
- ② 局所的には、ロス・シミエントス村付近では県道1号線以東におけるホコタン断層の構造に類似した断層が形成された。
- ③ この断層は玄武岩に大きな変形を与えていないので、ロス・シミエントス流紋岩の活動後、主としてエンカルナシオン玄武岩の活動前に生じたと思われる。
- ④ しかし断層はエンカルナシオン玄武岩の活動後もわずかに再

動し、この玄武岩にも同系の割れ目が小規模に生じた。

⑤ これと前後して、あるいはその後の火成活動に関連した熱水変質作用によってロス・シメントス鉱床が形成され、

⑥ この場合エンカルナシオン玄武岩は帽岩の働きをした。

このようにして形成されたロス・シメントス鉱床は調査地区周辺で知られているベントナイト鉱床の中で最大の規模を有し、巾200m、延長1100mに達している。(Fig 3-4)

2) ベントナイトの区分(肉眼観察)(Fig 3-5)

ロス・シメントス鉱床のベントナイトは肉眼観察と指で触れたときの感触の差で、つぎの3つに区分される。

- (1) 白色～クリーム色を呈し、チーズ状のもの
- (2) 白色を呈するが、指にざらつきを感じないもの
- (3) 淡褐色～淡黄色を呈し、玄武岩類が変質したもの

(1)は針で表面をこすったときに、滑って抵抗を感じない。

この種のベントナイトの近辺には必ず真珠岩が分布し、このベントナイト中に真珠岩の流理構造が残されたままの角礫が認められることが多い。

P 1では上部から下部に次のような変化がみられる。(Fig 3-5)

① 直径20cm以上に角礫化した真珠岩の基質部が、肉眼観察と指で触れたときのざらつきからやや質が低いと考えられる淡褐色のベントナイトから成るのに対して、角礫は新鮮なまま流理構造を残したもの、流理に沿って白色のベントナイト化したもの、ほとんどベントナイト化しているがわずかに真珠岩の構造を残しているもの、典型的なチーズ状のものから成る。

② 全く角礫構造が認められず、塊状の典型的なチーズ状ベントナイト

(2)は針でこすったときに抵抗感があり、かすかに高い音を発する。

主に調査地区の西部に広く分布し、村の中心に散在する露頭ではこの種のベントナイトが認められる。

粘土化の弱い変質岩は白色・塊状を呈して原岩の構造をほとんど残していないが、P15の西側に比較的新鮮な黒雲母含有流紋岩が分布していること、P9およびP18で流理構造が見られる流紋岩が残存していること、粘土中に真珠岩の構造がほとんど認められないことなどから、(2)の原岩は黒雲母含有流紋岩と考えられる。

(3)は流紋岩類源のベントナイトとはその色で区別できる。

主としてエンカルナシオン玄武岩の下底に近いロス・シミアントス流紋岩がベントナイト化されているが、一部で玄武岩にも変質作用が及び、P13付近では玄武岩の割れ目を充填した粘土および玉髓が認められる。

以上のベントナイトのうち、この調査では品質と規模の観点から経済価値が高いと考えられる(1)のタイプを対象にして鉱山開発の基本計画を立案する。

3) 開発対象鉱床 (Fig 3-6, 3-7, 3-8, 3-9) (表3-1, 3-2)

開発の対象になるベントナイト鉱床(以後対象鉱床と記す)は、調査地区の南西部にあり、P1, P2, P4を中心とする北西-南東120m, 南西-北東360mの規模を有し、鉱床露頭の最高部は標高890mである。

周辺で探鉱したボーリングには、ベントナイト鉱床の底部まで達したものが無いので、鉱床底部は露頭調査の結果と着鉱したボーリングコアの鉱質から推定した。

これによれば、P9, P5, P3は鉱床帯の底部付近に相当すると考えられ、それらは標高870mの等高線に沿ってほぼ水平に配列している。

また、ボーリング調査で対象鉱床の中心付近では、鉱床の底部は標高860mより深くなることが明らかになったが鉱床の底部

は一般に緩傾斜で、855～870mの標高にあり、南西側に深くなると推定した。

中でもBB1ボーリングの結果からP2付近の下部を最深部とした(Fig 3-6, Fig 3-7)。

これらを基に計画ピットの外形(Fig 3-8)とレベル別、ペントナイトとオーバーバーデンの面積を求めFig 3-9, 表3-1に示した。さらに、等高線法によって5m毎のレベル間の鉱量とオーバーバーデンの量を求め、表3-2に示した。

ペントナイトの比重としては一般に用いられる2を、玄武岩については2.5を用いた。

その結果、鉱量は450,400 m^3 , 900,800Tであり、オーバーバーデンは316,260 m^3 , 790,650Tである。

表3-1 レベル別採掘場面積

レベル	採掘場面積		
	ペントナイト m^2	オーバーバーデン m^2	合計 m^2
900m	—	2,452	—
895	—	8,948	—
890	656	11,956	12,612
885	4,252	13,748	18,000
880	14,452	11,628	26,080
875	24,652	5,336	29,988
870	23,988	3,360	27,348
865	14,348	3,572	17,920
860	7,640	1,932	9,572
855	840	640	1,480
合計	90,828	63,572	143,000

表 3 - 2 レベル別鉍量およびオーバーバーデン

レ ベ ル m	鉍量およびオーバーバーデン						合 計 T
	ペントナイトm ³	オーバーバーデン m ³	合 計 m ³	ペントナイトT	オーバーバーデン m ³	合 計 T	
~ 900	—	6,130	6,130	—	15,325	15,325	
900~895	—	28,500	28,500	—	71,250	71,250	
895~890	—	52,260	52,260	—	130,650	130,650	
890~885	12,270	64,260	76,530	24,540	160,650	185,190	
885~880	46,760	63,440	110,200	93,520	158,600	252,120	
880~875	97,760	42,410	140,170	195,520	106,025	301,545	
875~870	121,600	21,740	143,340	243,200	54,350	297,550	
870~865	95,840	17,330	113,170	191,680	43,325	235,005	
865~860	54,970	13,760	68,730	109,940	34,400	144,340	
860~855	21,200	6,430	27,630	42,400	16,075	58,475	
合 計	450,400	316,260	679,770	900,800	790,650	1,691,450	

1-4 探鉱 (Fig 3-4, 3-10, 3-11, 3-12, 3-13, 3-14)

ロス・シメントス鉱床は露頭が各所にあるために、その存在は早くから住民に知られていた。

1979年以来JICAおよびMMAJによって行われている「グアテマラ共和国東部地域 資源開発協力調査」の一環として、1980年度に準精査された3調査地区のうちの一つである「チキムラ地区 (A-3)」にロス・シメントスのベントナイト鉱床が包含され、初めてその概要が明らかにされた。

1981年には、ベントナイトプロジェクト調査とDGMHによるボーリング探鉱が並行して行なわれた。

ボーリング調査は、原則として南西-北東方向200m、北西-南東方向100mの11本のグリッドボーリング (Fig 3-4, Fig 3-10) である。

このプロジェクトでは、ロス・シメントス村を含む南西-北東1100m、北西-南東800mにわたって地形測量・露頭調査・地質調査・サンプル採取等を行なった。

基線測量にはトランシットを使い、その他測量にはトランシットコンパスを使用した。

露頭調査は肉眼によるベントナイトの分類を主目的とした。(Fig 3-11, 3-12)

地質調査は分類したベントナイトと原岩の関係、および鉱床と地質構造の関係を解明することを目的とした。

さらに、ベントナイトの特性を分析するためのサンプル84ヶを採取した。(Fig 3-13)

調査結果にもとづいて前項に述べた鉱量を試算したが、鉱床の底部の標高に推定値を用い、品位は全鉱量を均一なものに仮定したので、今後鉱床の規模と品質毎の鉱画を明確にするために、次のような探鉱が必要であ

る。

- 1) 鉱床の規模を把握するために、鉱床の底部の標高を明らかにし、ストリップング※可能な玄武岩の下位のペントナイトの分布範囲を明らかにすることが必要である。

このために B 1 9 C ボーリングの位置を中心として N 2 5 ° W - S 2 5 ° E 方向に巾 8 0 m, B 1 9 C ボーリングより N 6 5 ° E 側に 2 4 0 m の範囲で 4 0 m 間隔程度のグリッドボーリングを 2 4 本実施する。

さらに P 4 のサンプル番号 1 の位置から N 2 0 ° E 方向に 1 2 0 m, S 7 0 ° E 方向に 8 0 m の範囲で、4 0 m 間隔程度のグリッドボーリング 1 2 本を実施する。(Fig 3 - 1 4)

深度は鉱床底部まで貫くために 3 0 ~ 5 0 m を要する。

- 2) 品質毎の鉱画を明確にするためには第 1 段階として P 1 ・ P 2 ・ P 4 でサンプル採取を水平方向に 5 ~ 1 0 m 間隔で行ない、サンプルはそれぞれの位置で上下方向に 0.5 ~ 1.0 m 間隔にとった。

さらに深部の品質確認のために、サンプル採取を目的としたボーリングを P 1 ・ P 2 ・ P 4 でそれぞれ 1 ~ 2 本実施する。

ボーリング位置は P 1 ではサンプル番号 7 ・ 9 ・ 1 0 付近、P 2 ではサンプル番号 3 ・ 4 ・ 6 付近、P 4 ではサンプル番号 1 ・ 5 および B B 2 ボーリング位置周辺で選定する。

以上のサンプル採取と分析結果によって付加価値の高いペントナイトの分布状況を明らかにし、第 2 段階として鉱量計算のための精密ボーリングを実施する。

このボーリングは付加価値の高いペントナイトの延長方向に 5 ~ 1 0 m 間隔程度で行なう。

必要本数は第 1 段階探鉱結果にもとづいて決定されるものであるが、P 1 ・ P 2 ・ P 3 の各ピットでそれぞれ 1 0 ~ 2 0 本程度と考えられる。

※ 経済的に

ペントナイト鉱床の品質を肉眼観察で判断することは困難である。
したがって、採掘にあっては、原鉱品質管理のために選択採掘が
可能となる精度のボーリング探鉱と分析が必要である。

また、開発対象区域外であるP15のサンプルは、試験の結果非
常に良い値を示したが、周辺の露頭サンプルは必ずしもP15のも
のほど良好ではないので、再調査が必要である。

※ 6章・4節 品質管理参照

Fig.3 -1 GEOLOGICAL MAP

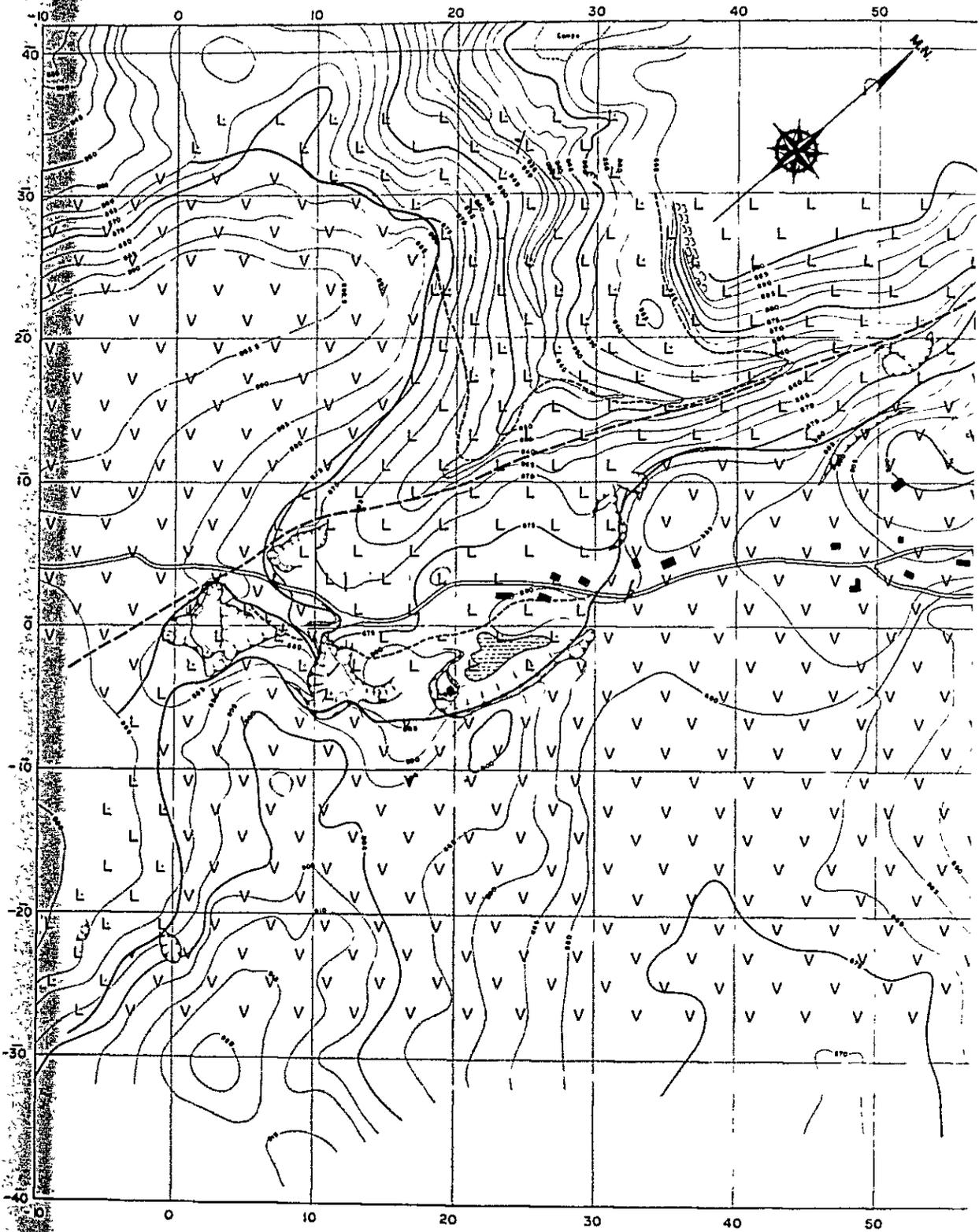
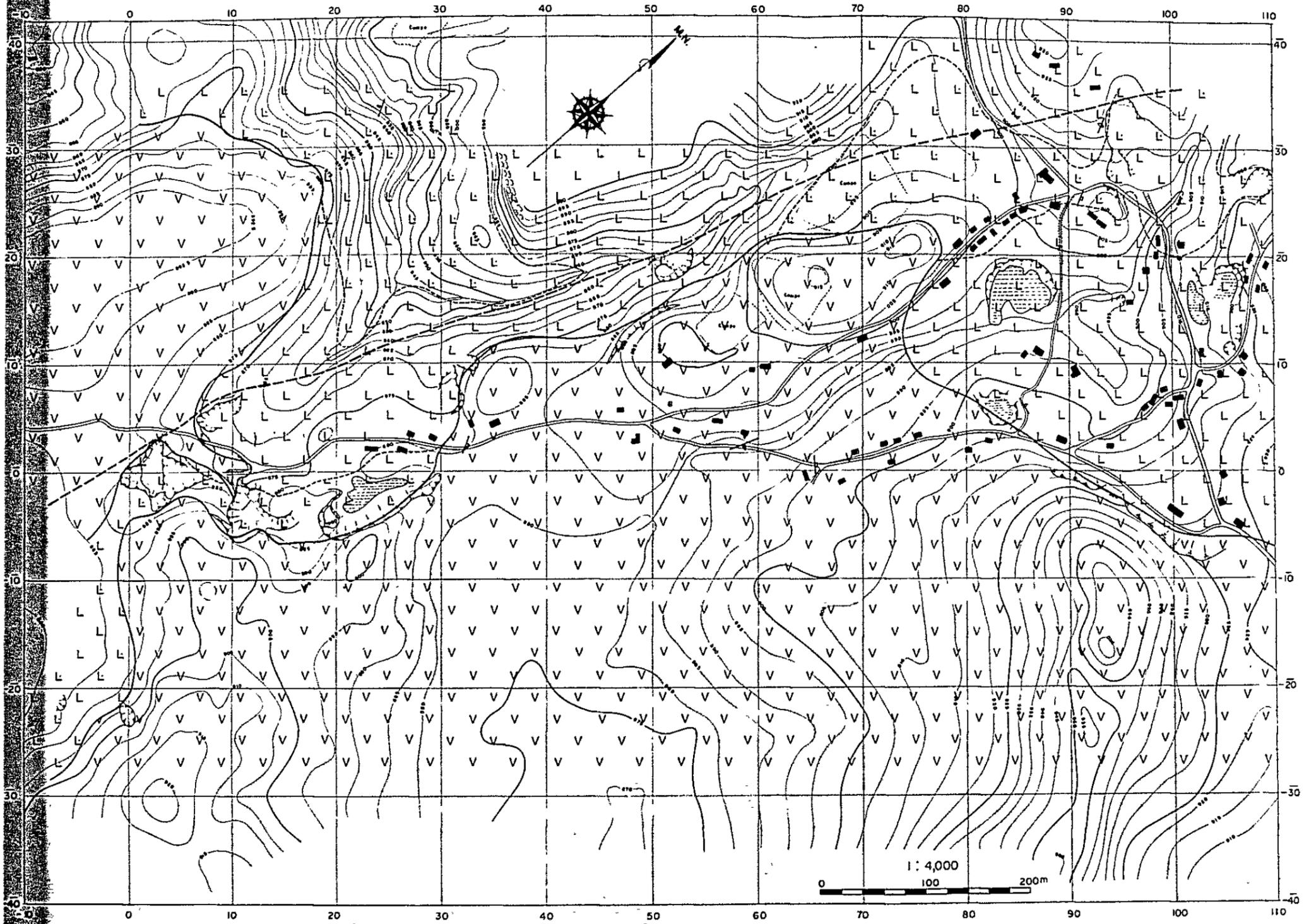


Fig. 3-1 GEOLOGICAL MAP



Legend

- Encarnación basalt  Basalt lava
- Los Cimientos rhyolite  Rhyolite lava
-  Banded perlite
-  Inferred fault
-  Fault
-  Dip and strike
-  Joint
-  Flow structure
-  Argillized fault

Fig. 3-2 GEOLOGICAL CROSS SECTION

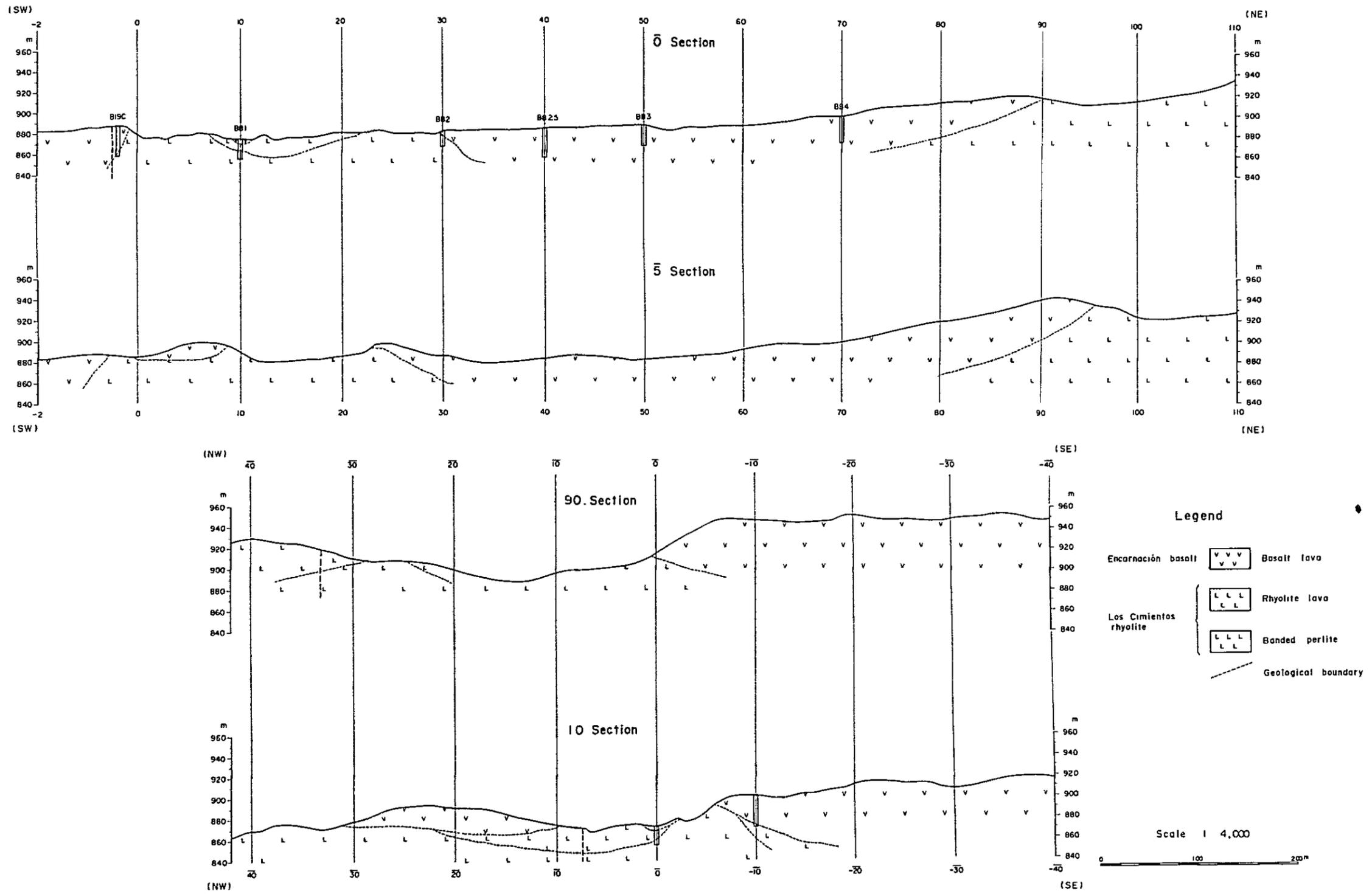


Fig. 3 - 3 COLUMNA GEOLOGICA ESQUEMATICA,
AREA DE A-3(CHIQUIMULA)

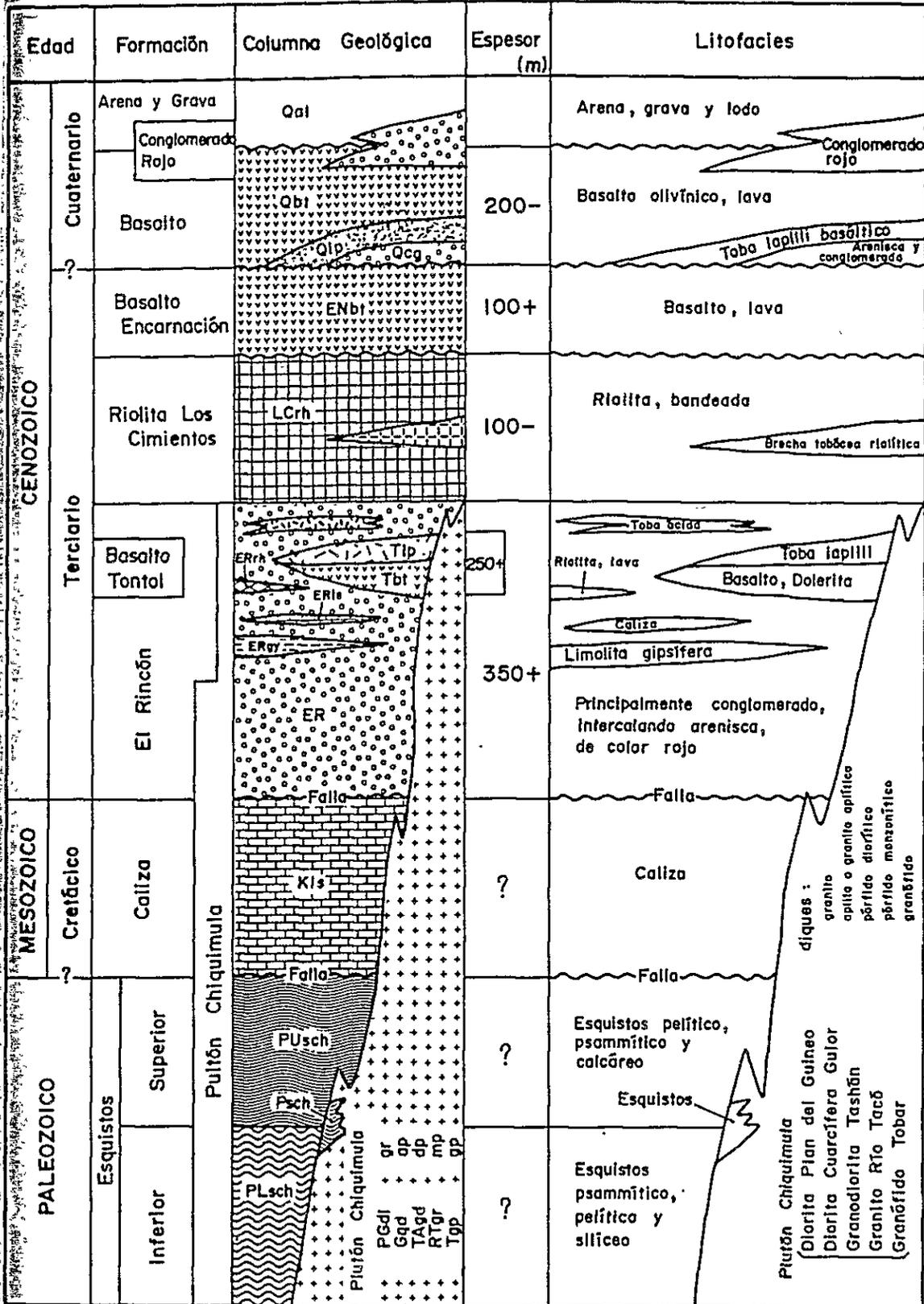
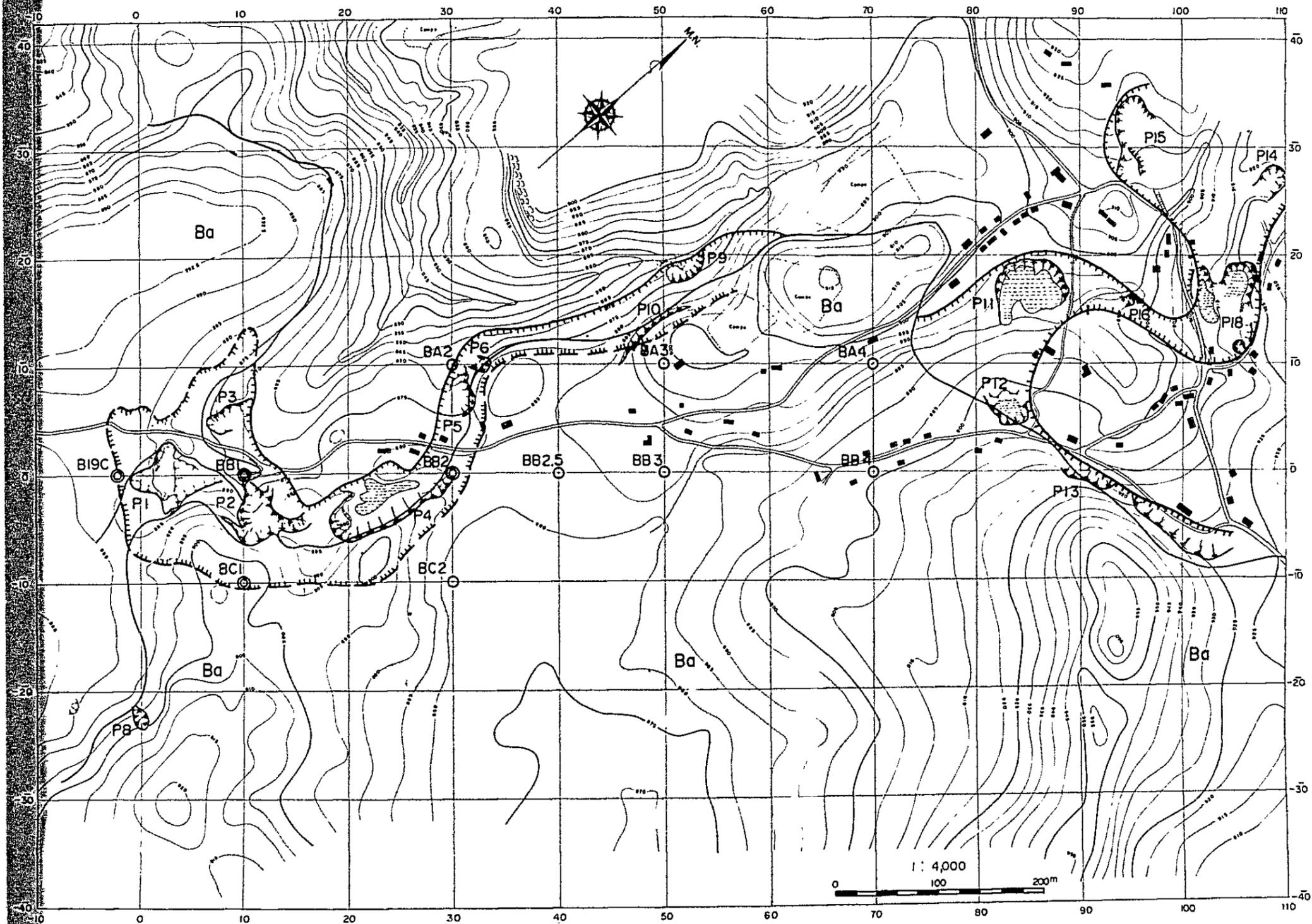


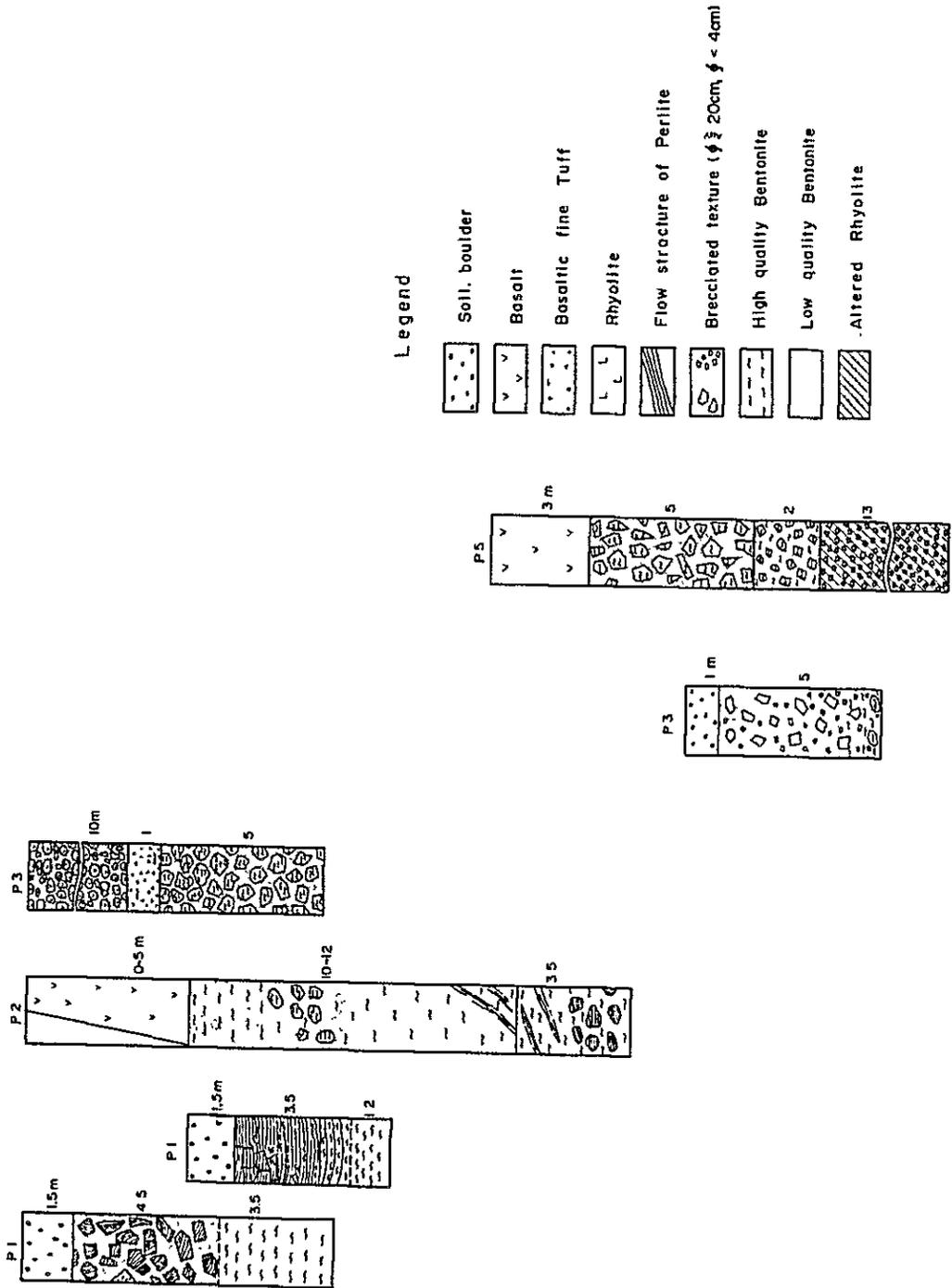
Fig. 3-4 LOCATION MAP OF THE BENTONITE ZONE, OUT CROPS AND BORES



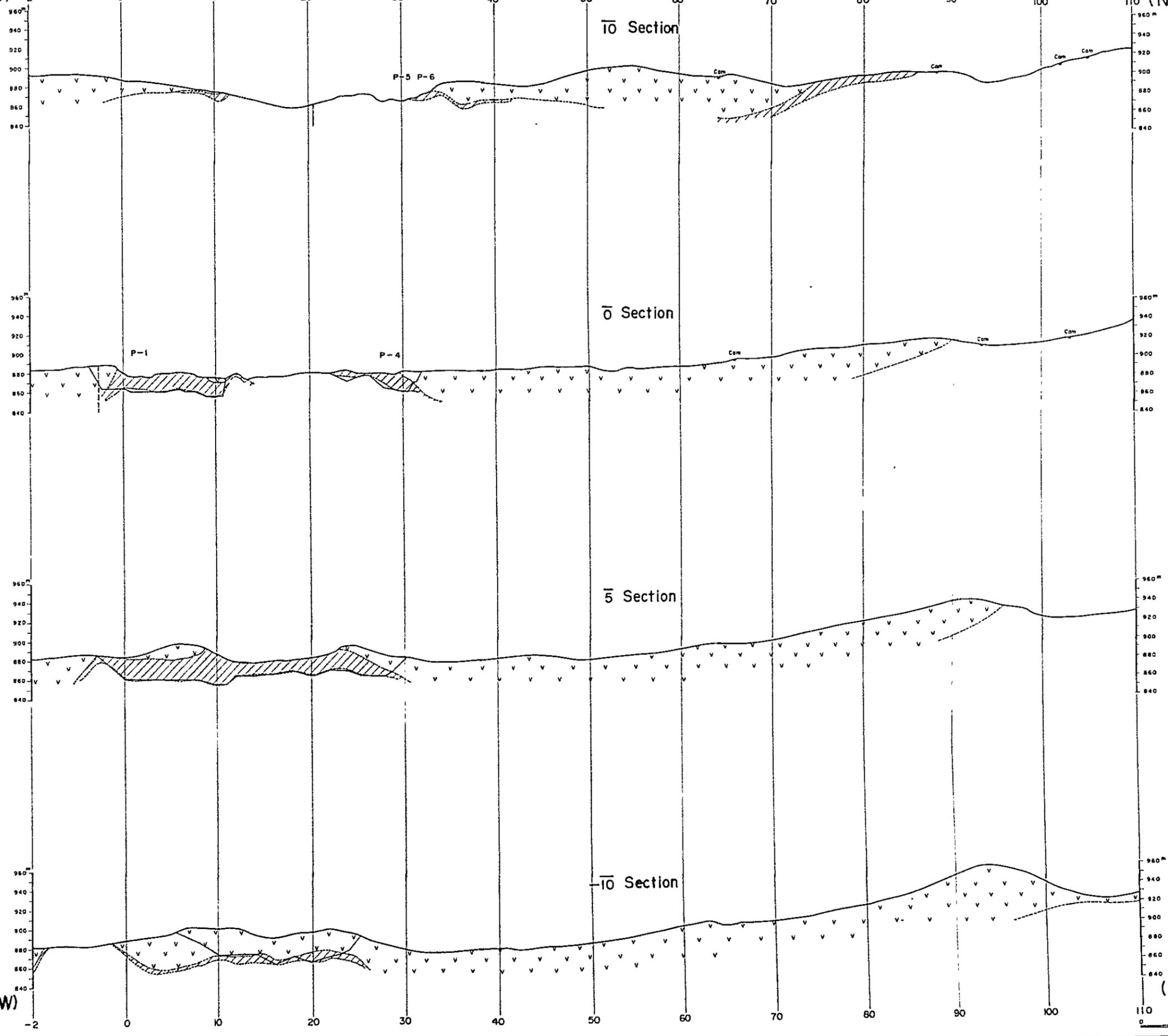
Legend

-  Bentonite zone
-  Outcrop of bentonite and its number
-  Point and number of sampled bore
-  Point and number of unsampled bore

Fig. 3-5 SKETCHES OF THE OUT CROPS OF THE BENTONITE



(SW) -2 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 (NE)

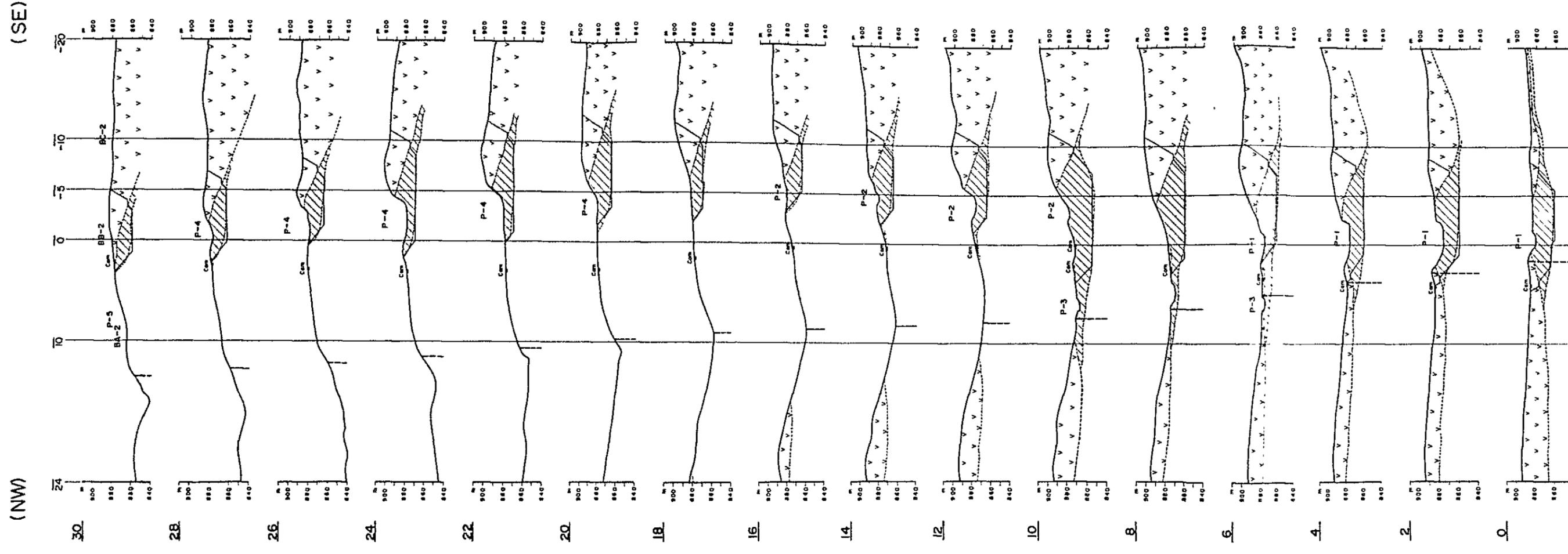


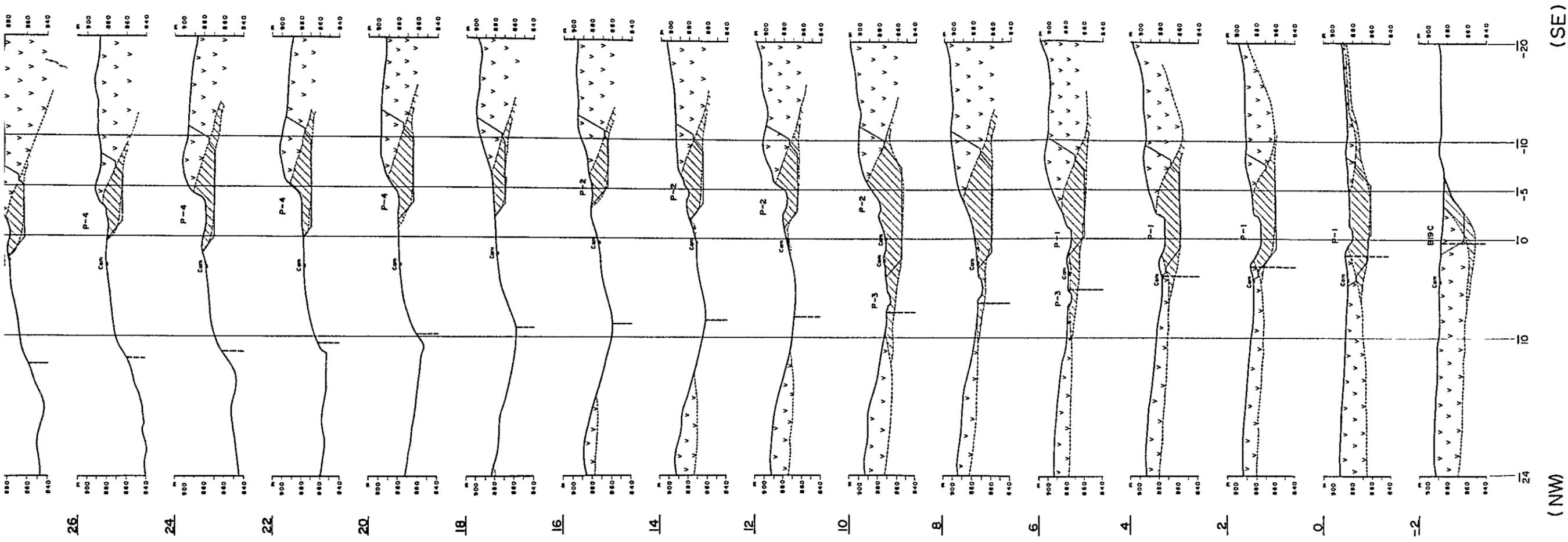
Legend

-  Basalt
-  Rhyolite
-  Bentonite
-  Open pit
-  Road

(NE)
Scale 1:4,000

Fig. 3-7 CROSS SECTIONS OF THE DEPOSIT (NW-SE)





Scale 1 4,000



Fig. 3-8 FORM OF THE OPEN PIT (5 M AT INTERVALS)

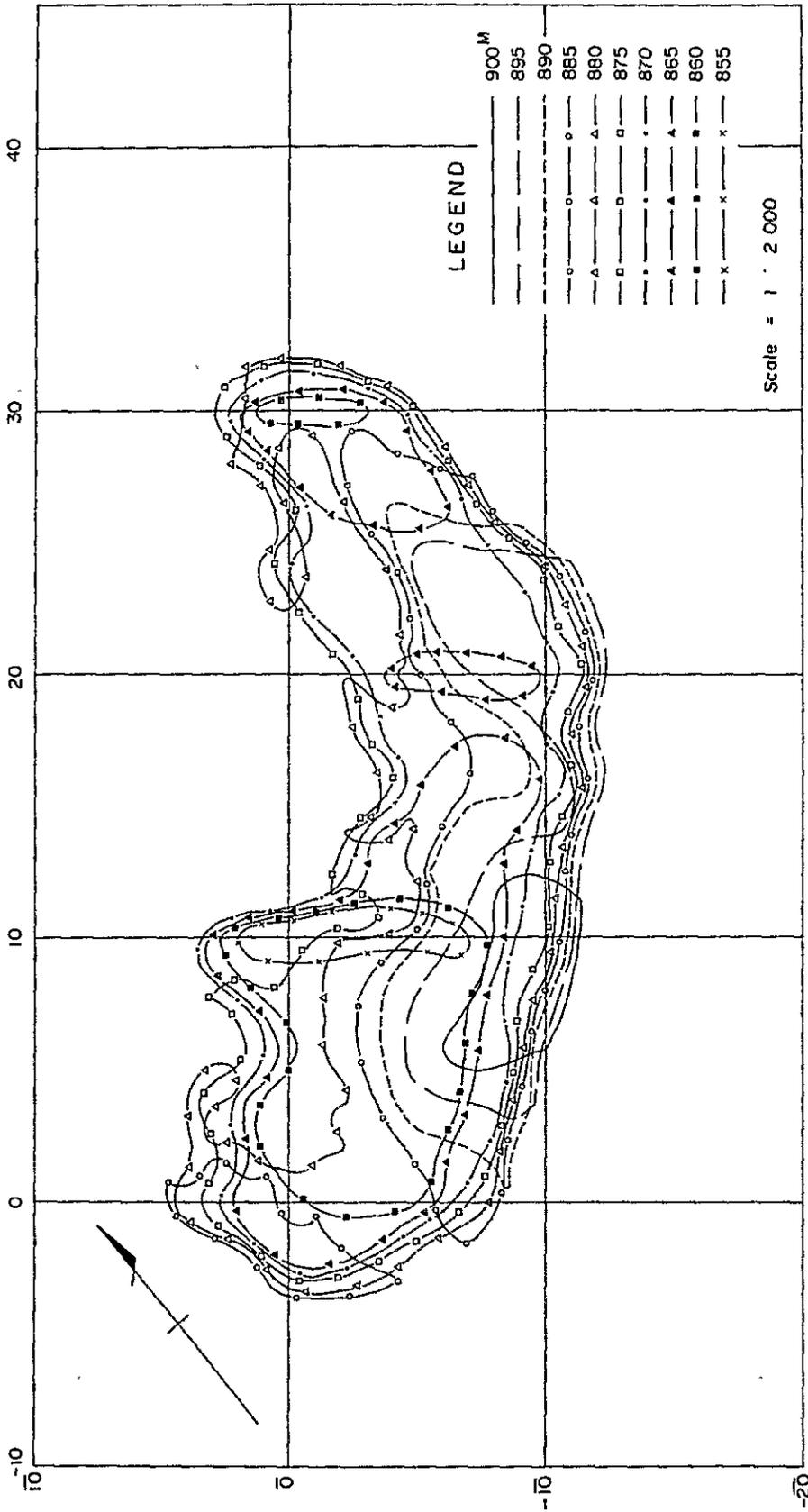
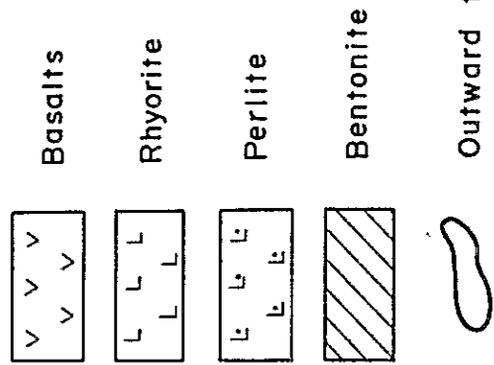
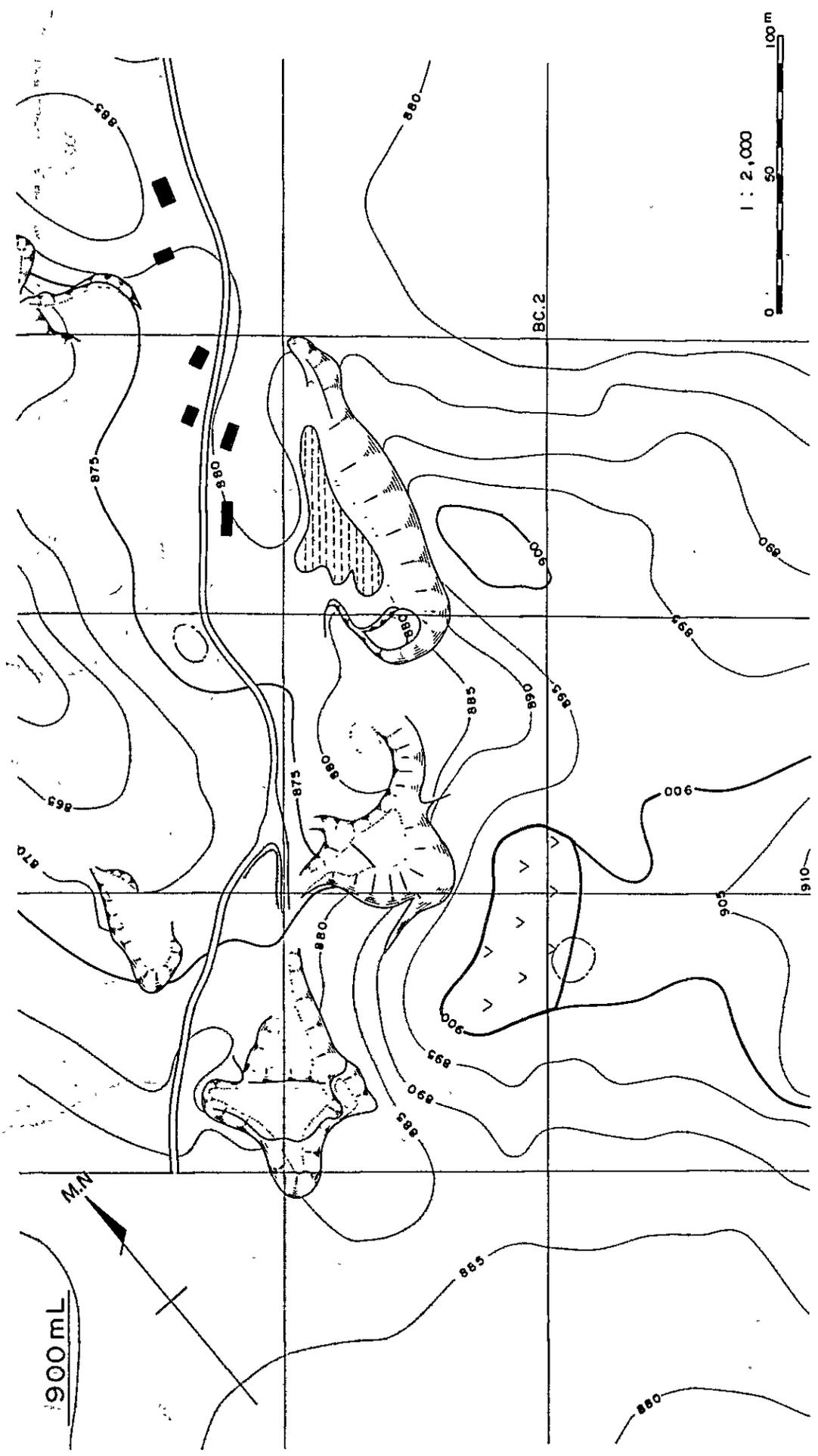
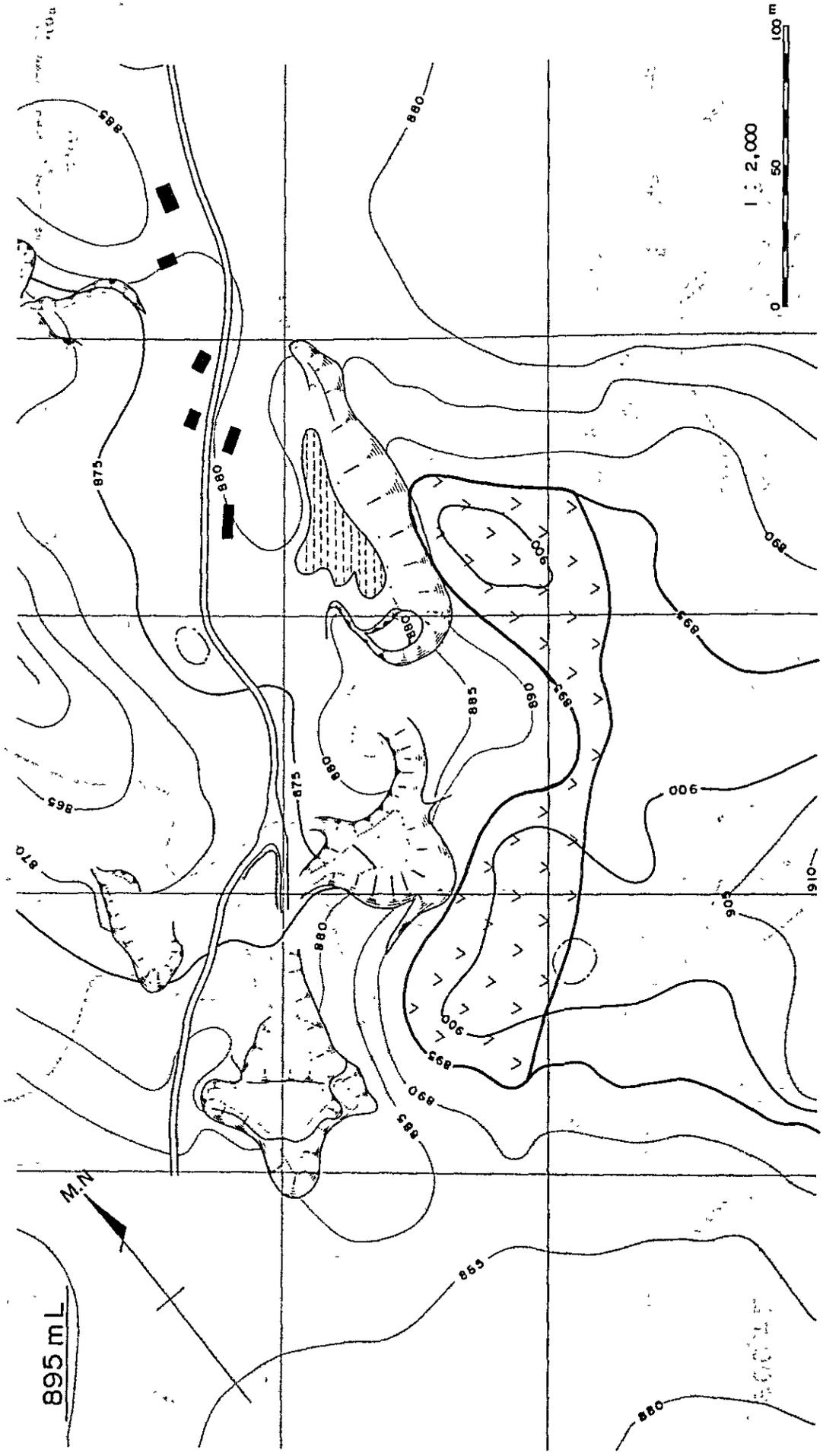
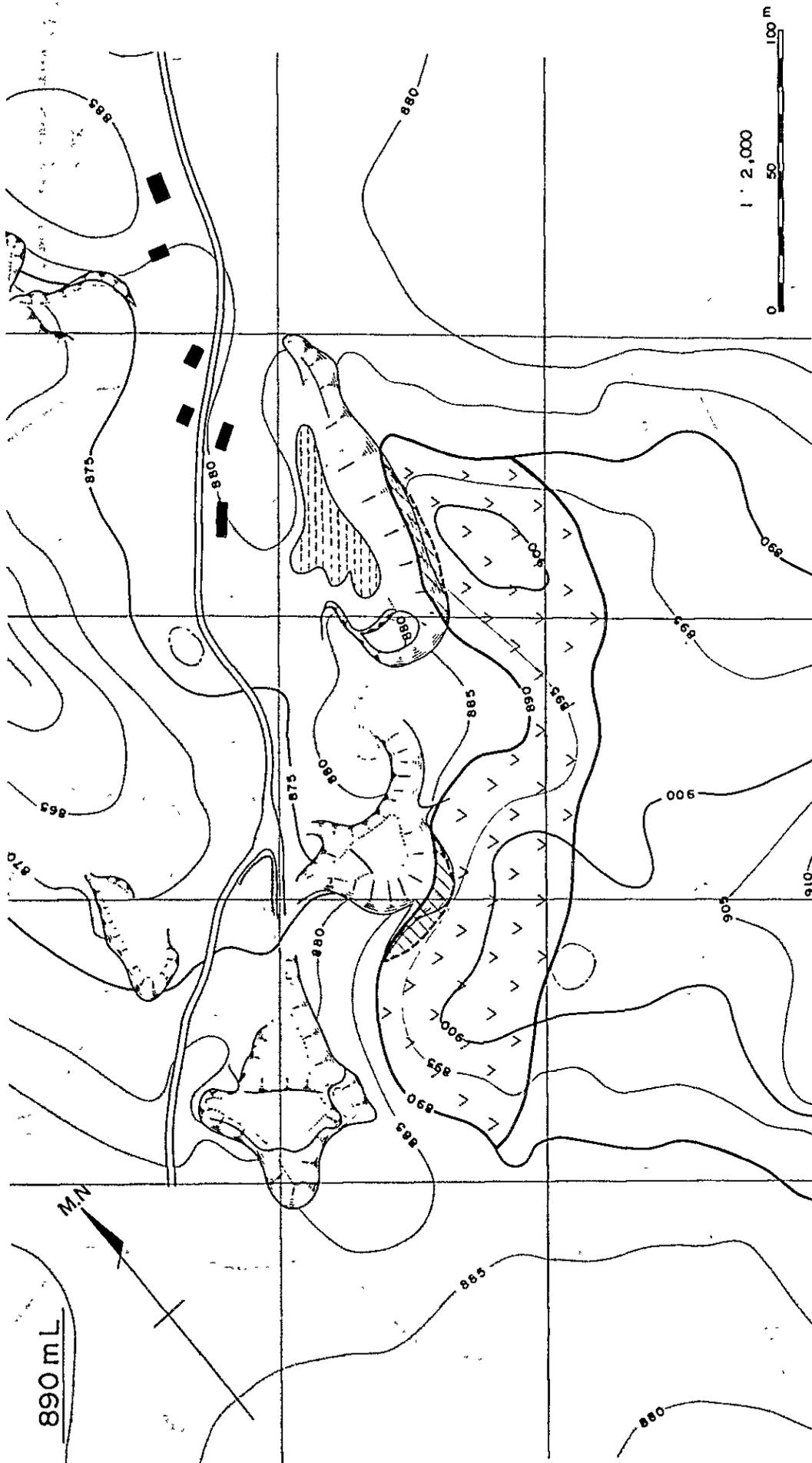


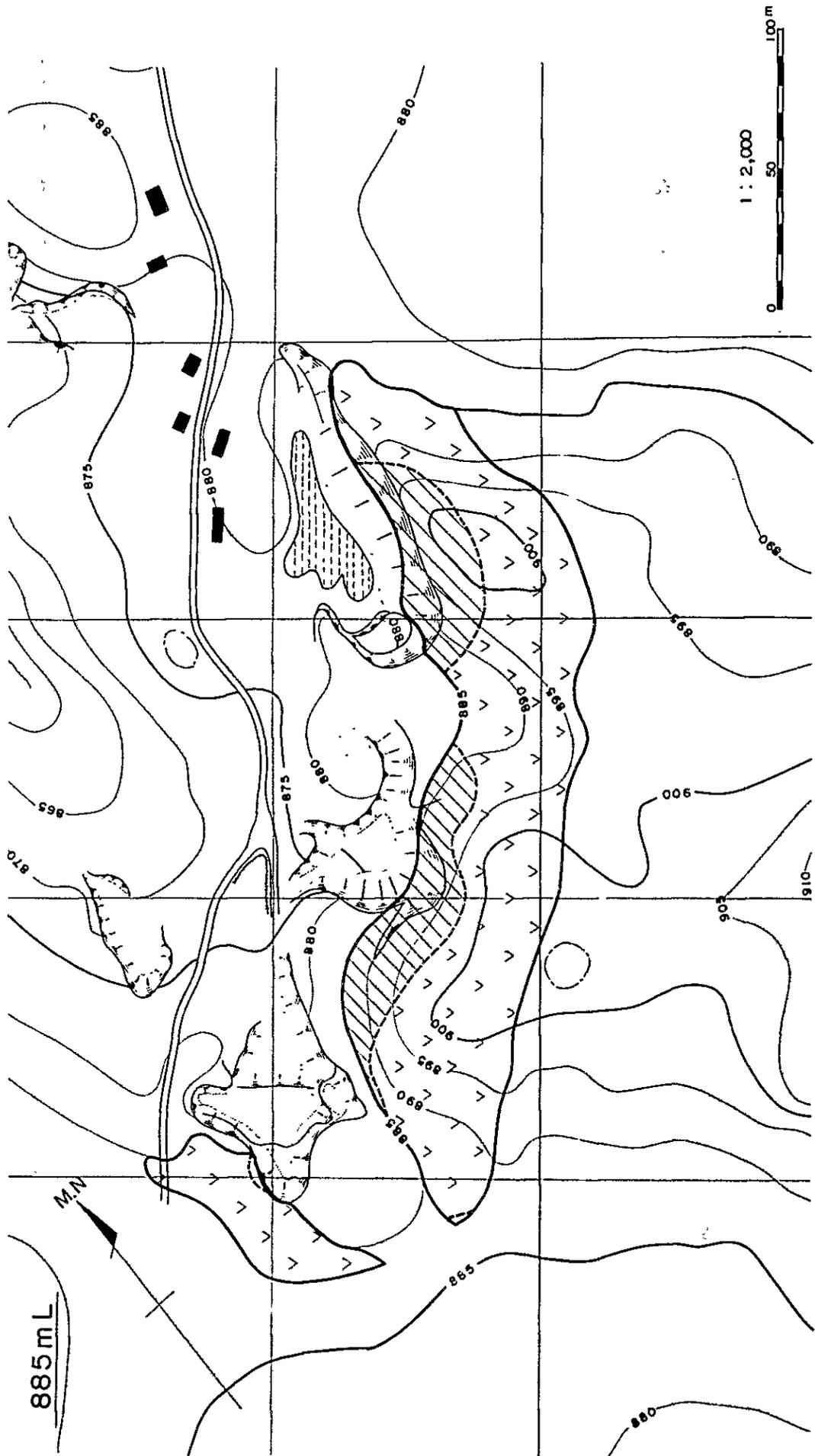
Fig.3-9 MAPS OF THE DISTRIBUTION OF THE BENTONITE
 BODY ON EACH LEVEL
 AT 5 METER INTERVALS
 (10 sheets)

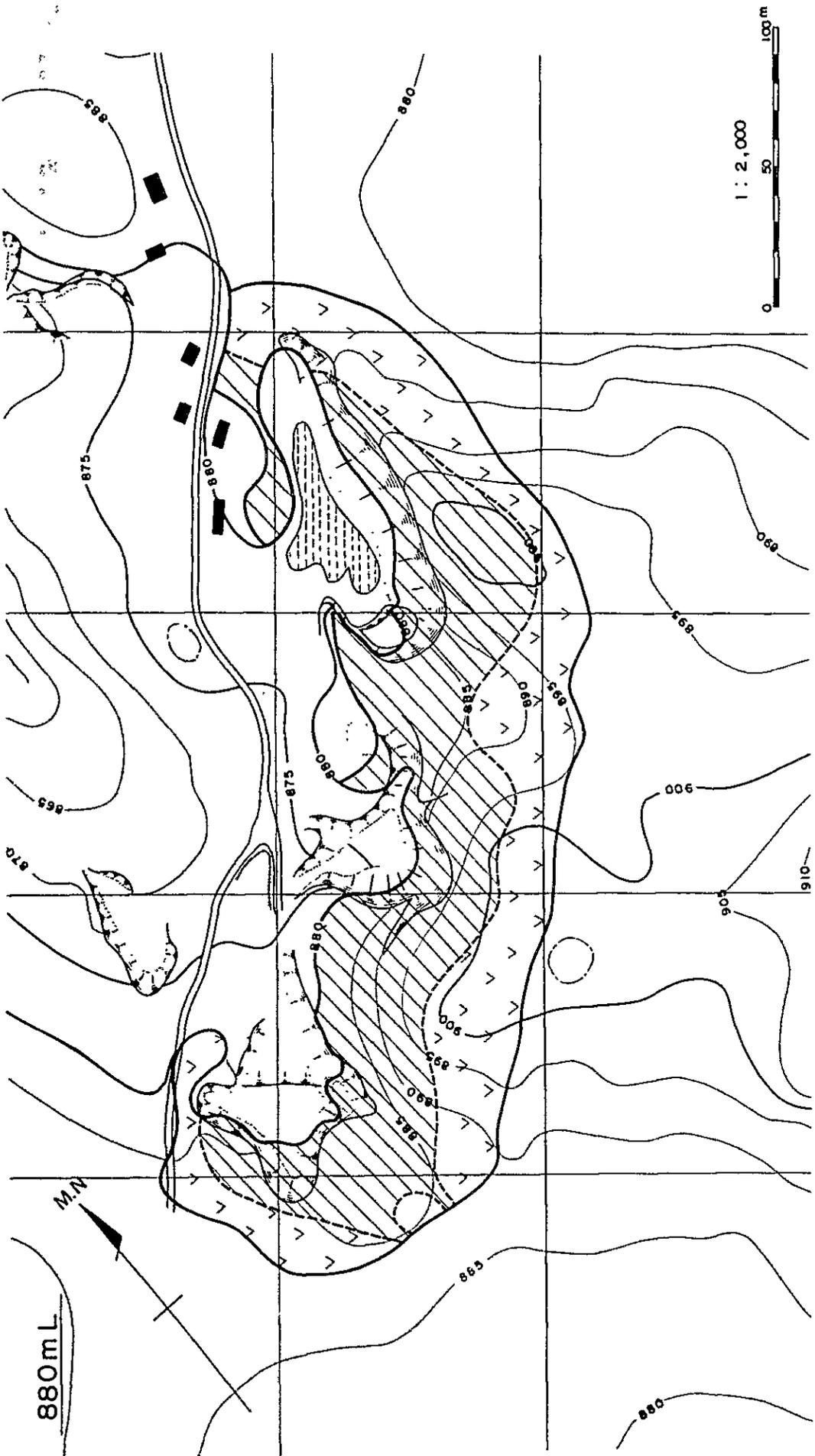


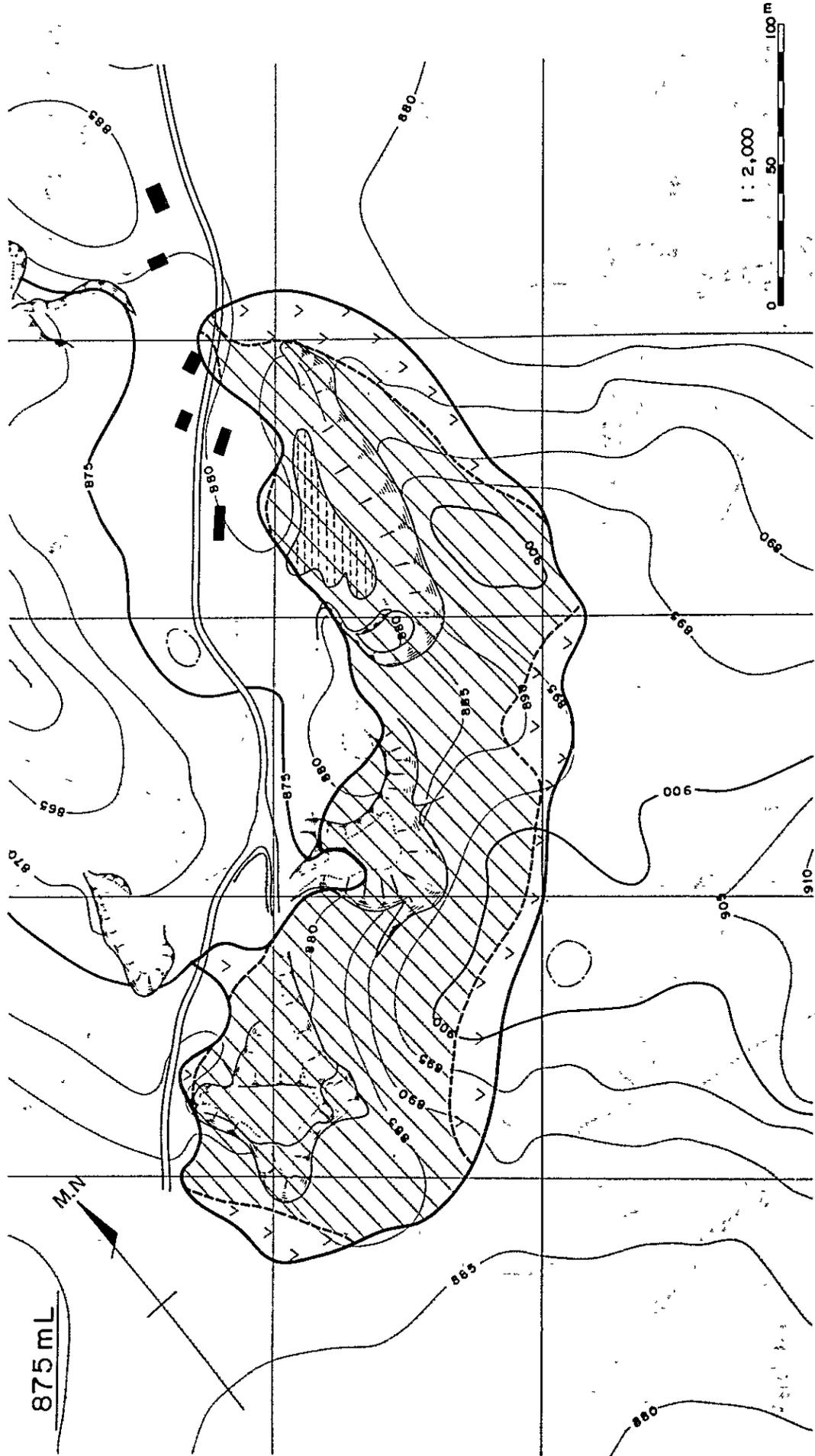


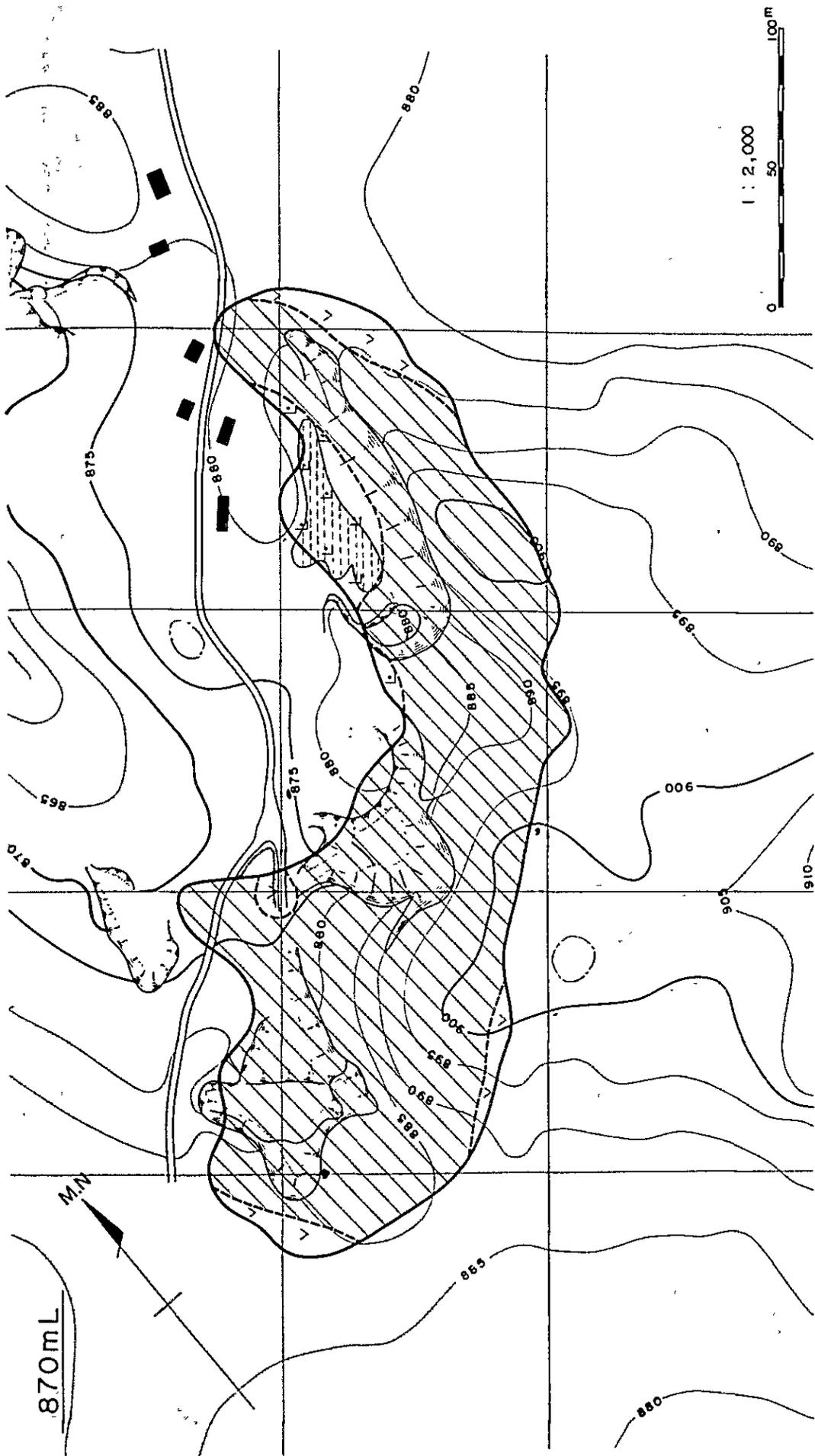


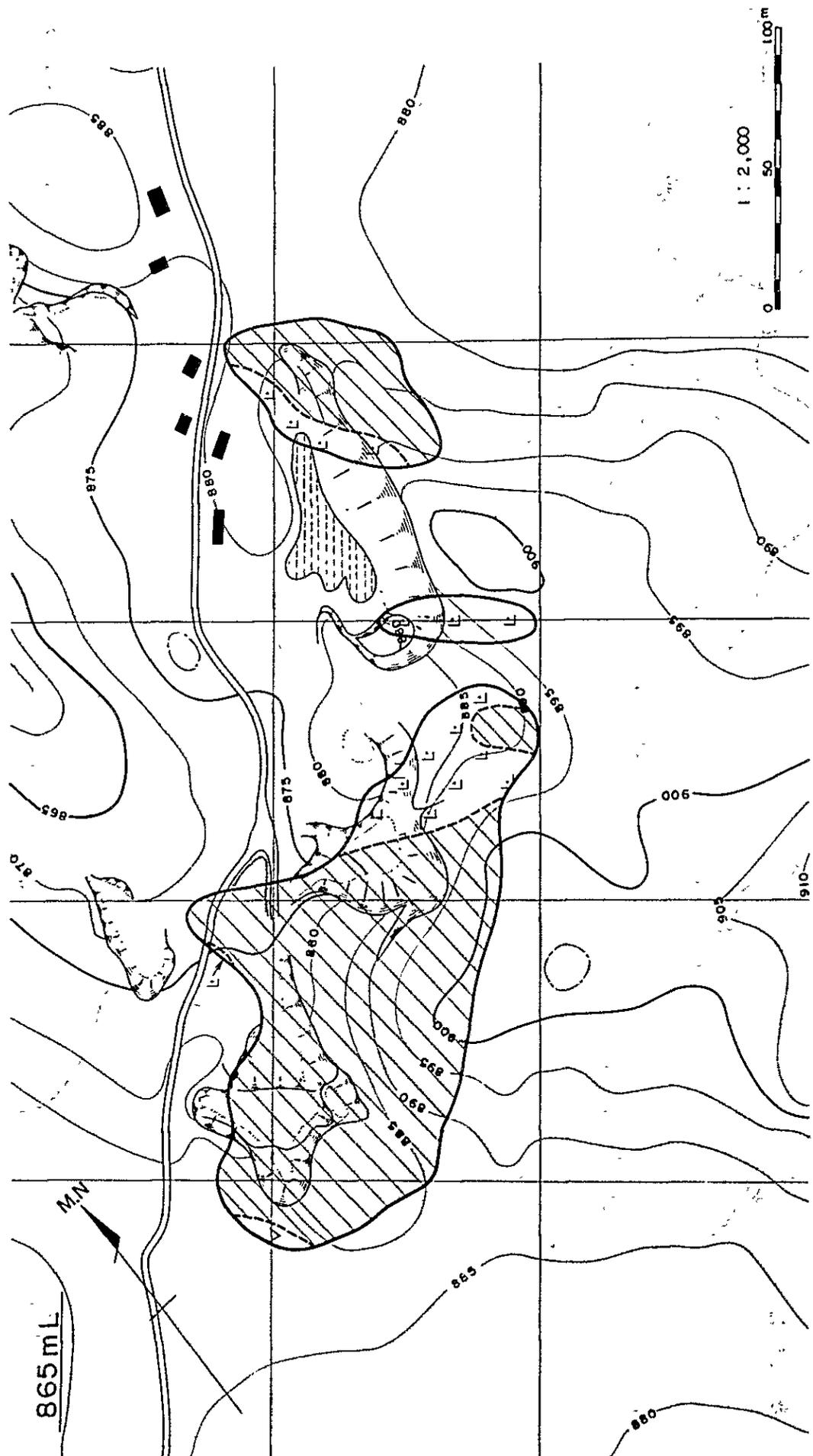


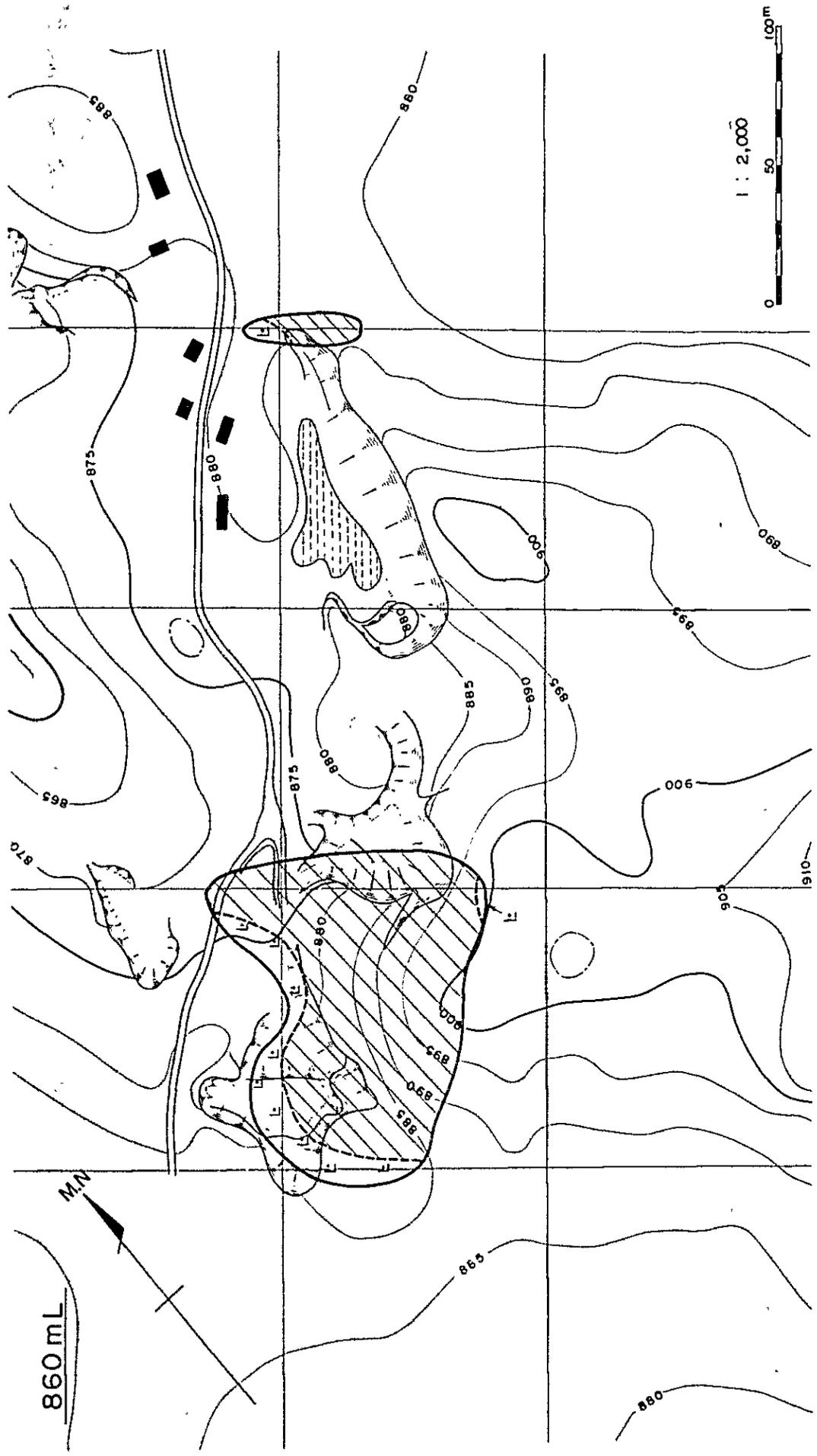












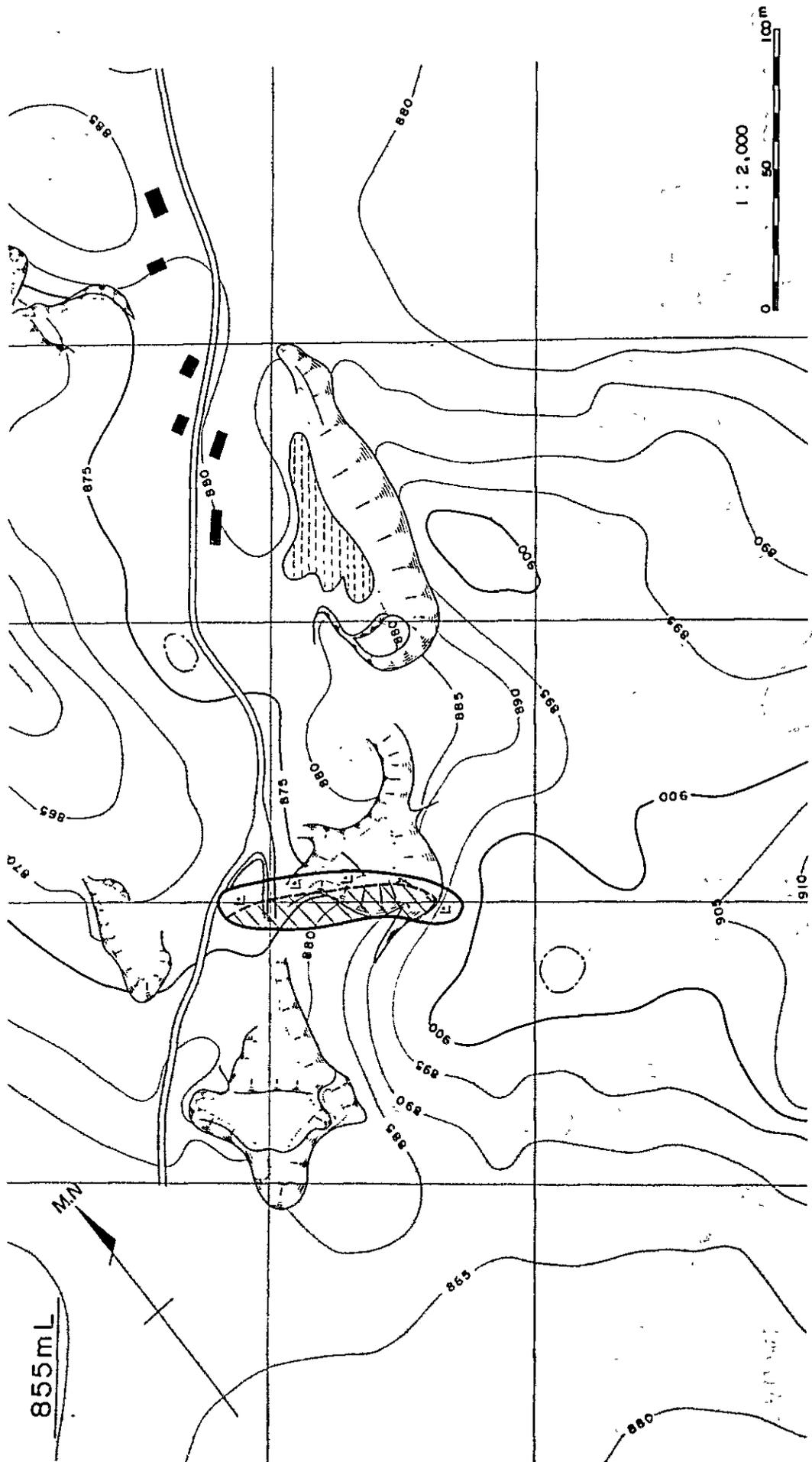


Fig 3-10 CORE SKETCHS OF THE BORINGS OF DGMH (11 sheets)

District : Los Cimientos Place : (10, 0)

Bore number	BB 1	Machine	win ky	Diameter	EX
Altitude	873.33 m	Final depth	15.63 m	Final altitude	857.70 m

Altitude	Depth	Width	Geological column	Lithology	Color	Description	Sample number
873.33	0.00		v v				
		5.15	v v	Basalt	black	Low recovery	5.15 ^m
868.18	5.15		~				BB1-1
			~			Weathered Rough	6.43 ^m
			~				BB1-2
			~				7.10 ^m
865.83	7.50		~				BB1-3
			~				8.26 ^m
			~				BB1-4
			~				8.87 ^m
		8.04	~	Clay	white		BB1-5
863.53	9.80		~				10.09 ^m
			~				BB1-6
			~			Flow structure of rhyolite remains partly	11.36 ^m
860.75	12.58		~				
860.14	13.19		~				
		0.61	~	Argillaceous lapilli tuff	white	Rough	
859.53	13.80		~				
859.23	14.10		~				
858.83	14.50		~				
858.33	15.00	1.83	~	Perlite	white	Spherulites remain Brecciated, flow structure Hard, glass does not remain Altered weakly	
857.70	15.63		~		pale gray	Flow structure remains	

District : Los Cimientos Place : (30, 10)

Bore number	BA 2	Machine	winky	Diameter	EX
Altitude	870.00 m	Final depth	15.10 m	Final altitude	854.90 m

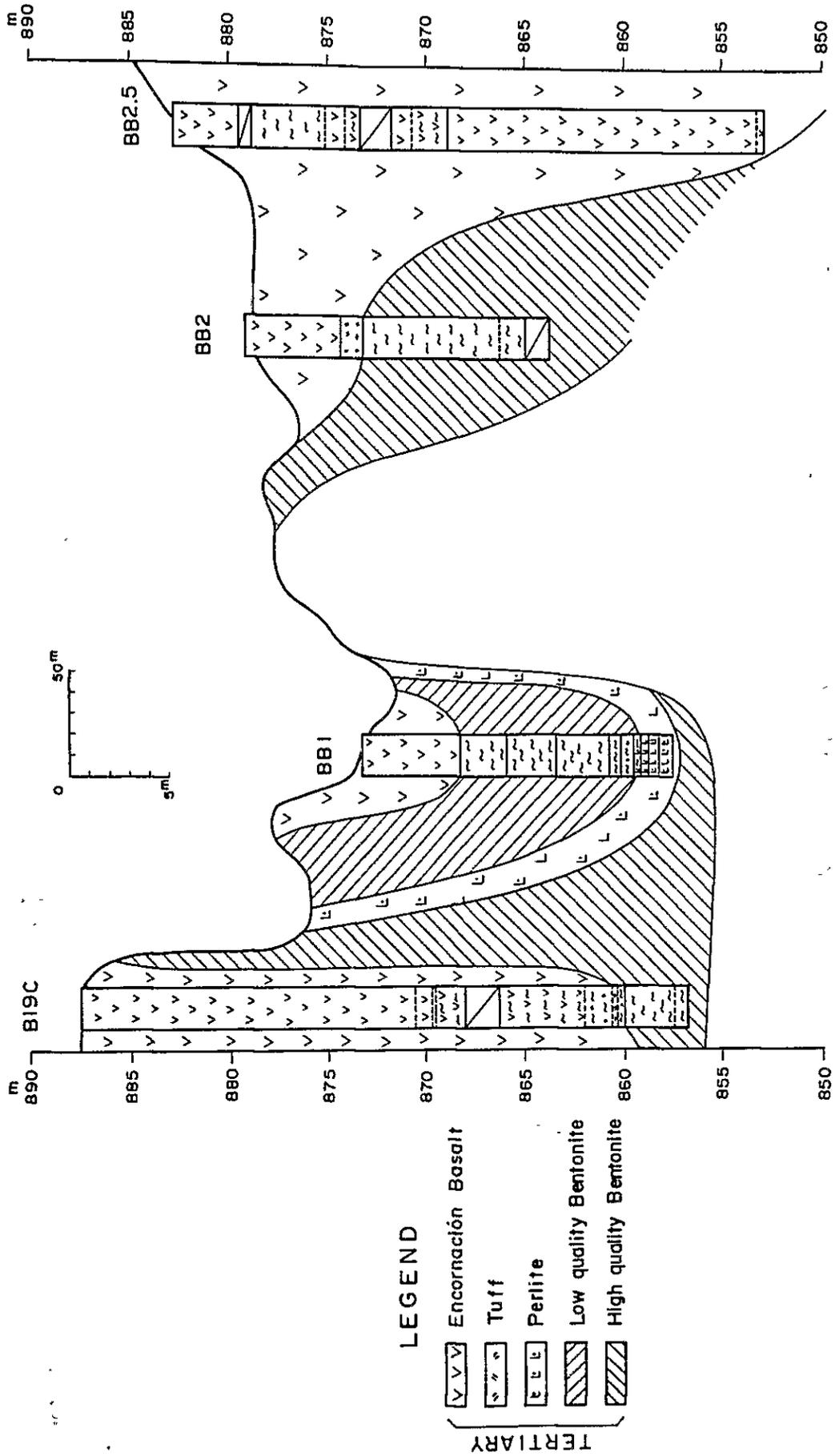
Altitude	870.00	867.90	860.10	854.90
Depth	0.00	2.10	9.90	15.10
Width	15.10			
Geological colum	L L L	L L L L L	L L L L L L L L	L L L L L L L
Lithology		Rhyolite		
Color	white	greenish white	greenish white	greenish white
Description	Compact	Brecciated fragment lapilli size white matrix . pale green	Compact	Brecciated fragment pale green matrix . white
Sample number				

District : Los Cimientos Place : (70, 0)

Bore number	BB 4	Machine	winky	Diameter	EX
Altitude	896.51 m	Final depth	25.08 m	Final altitude	871.43 m

Altitude	Depth	Width	Geological colum	Lithology	Color	Description	Sample number
896.51	0.00		V V		pale brownish gray	Weathered	
895.01	1.50		V V				
		5.80	V V	Basalt	brownish gray	Weakly weathered	
890.71	5.80		V V				
		2.15	V V	Basaltic coarse tuff	pale yellowish brown	Fragments are altered into white clay	
888.56	7.95		V V				
		2.13	V V	Basalt	white	Black basalt remains	
886.43	10.08		V V				
885.82	10.69	0.61	V V	Coarse tuff	pale yellow		
		1.31	V V	Basalt			
884.51	12.00		V V				
		4.19	V V	Basaltic coarse tuff	pale yellow	Fragile	
880.32	16.19		V V				
			V V				
877.58	18.95		V V				
		8.89	V V	Basalt	pale brownish gray	Comparatively compact	
871.43	25.08		V V				

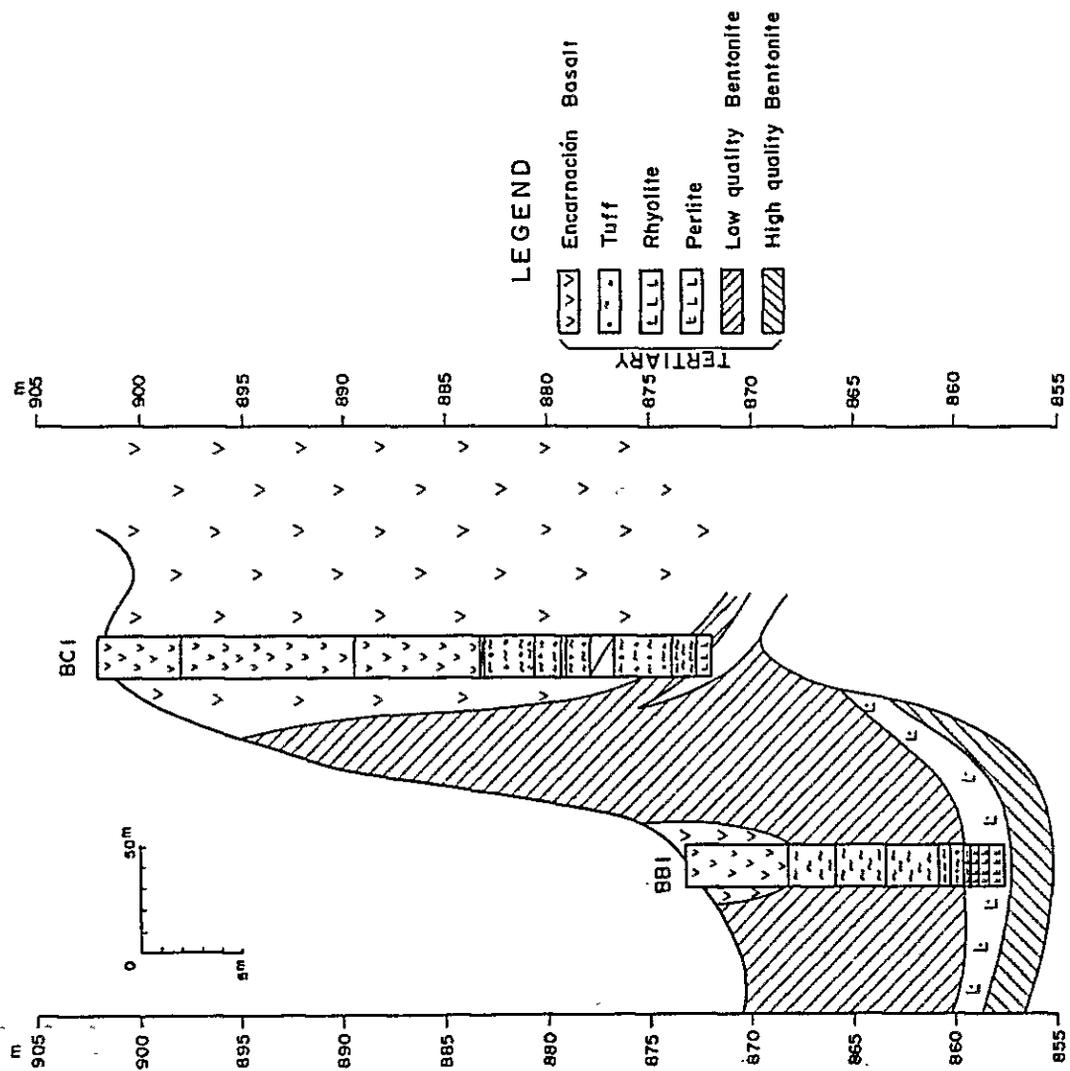
Fig. 3-11 GEOLOGICAL PROFILE THROUGH THE DRILL HOLES (SW - NE)



LEGEND

-  Encarnación Basalt
 -  Tuff
 -  Perlite
 -  Low quality Bentonite
 -  High quality Bentonite
- TERTIARY

Fig. 3-12 GEOLOGICAL PROFILE THROUGH THE DRILL HOLES (SW-NE)



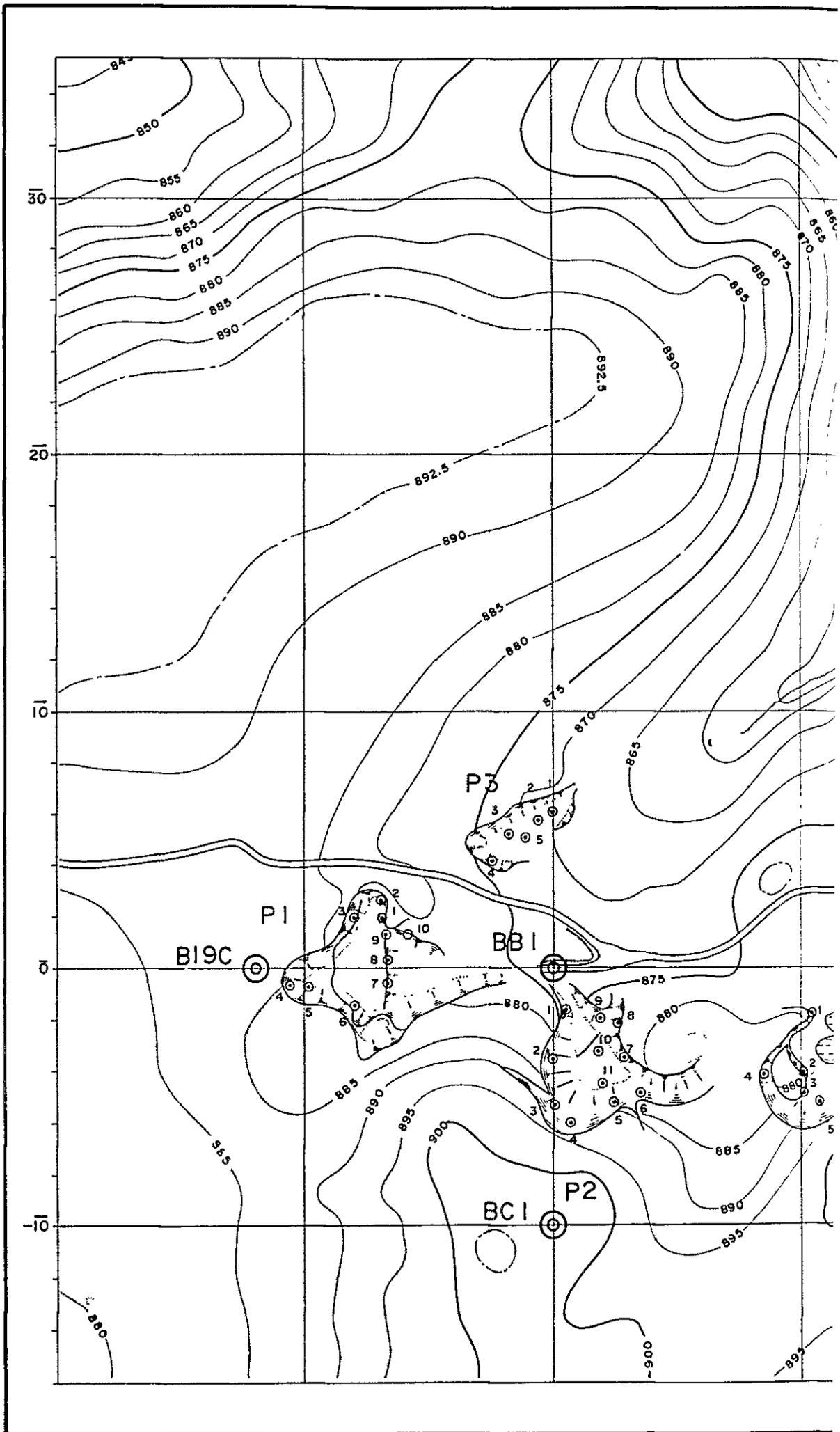


Fig.3-13 LOCATION MAP OF THE SAMPLES

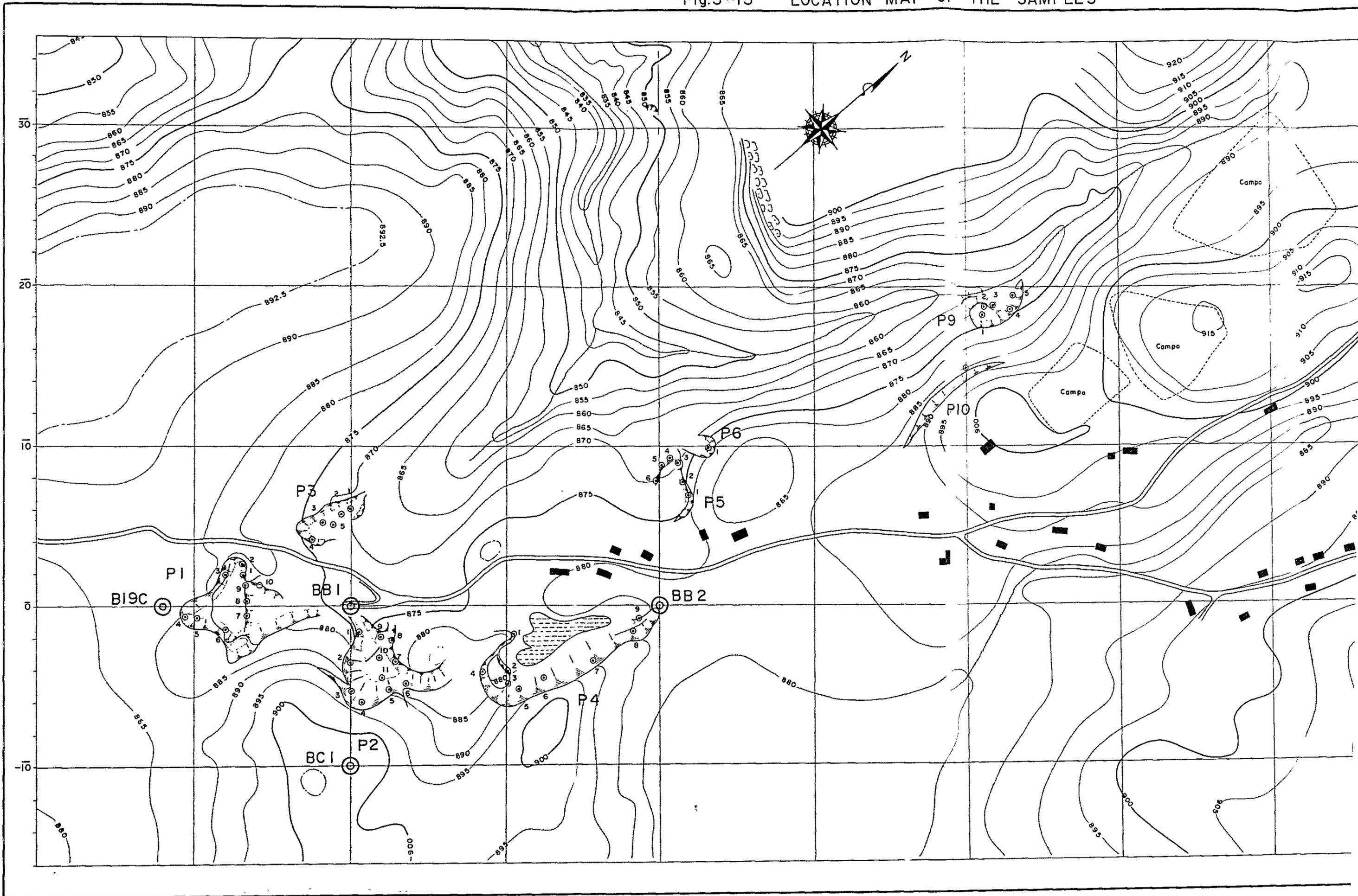
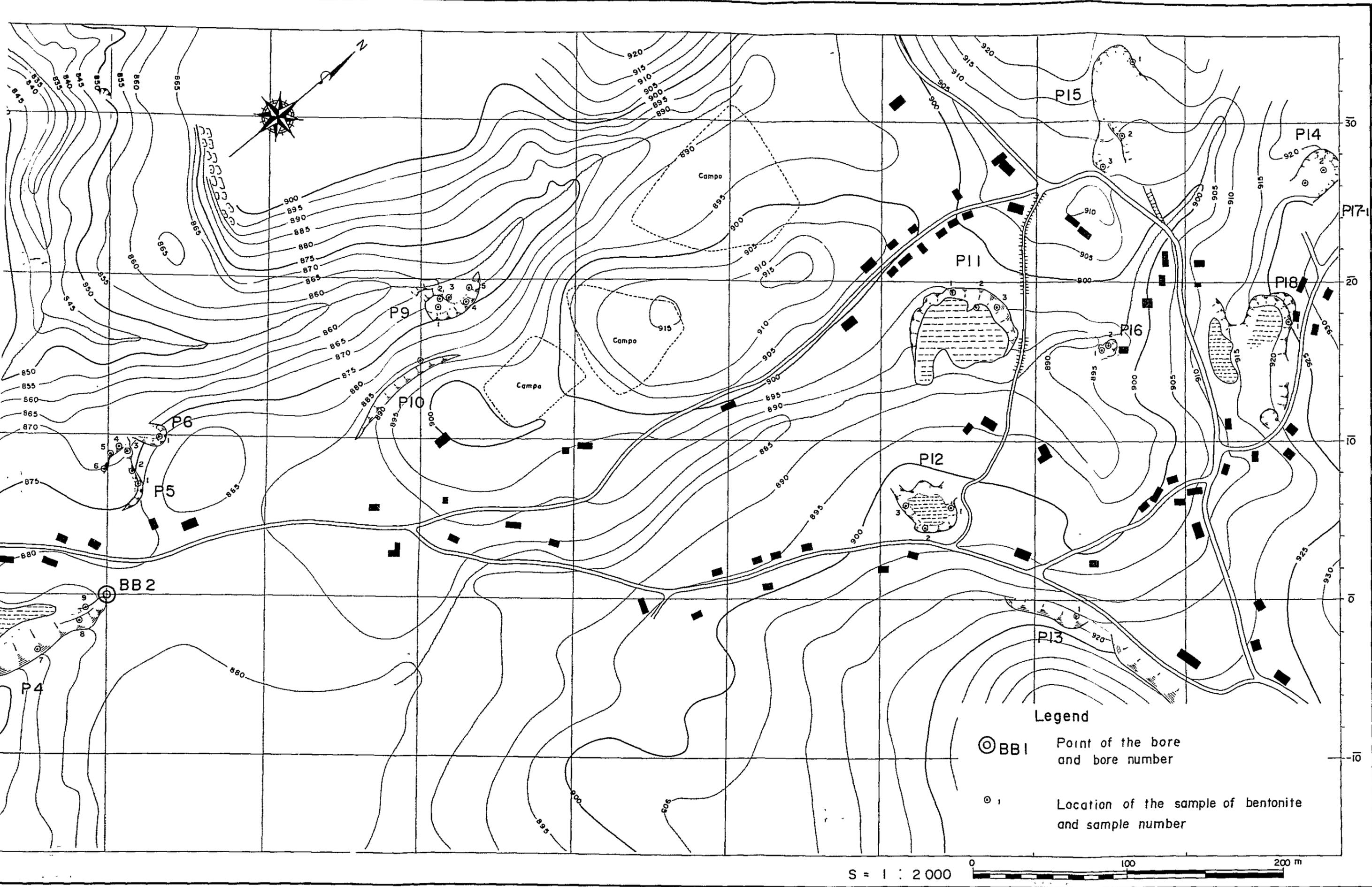


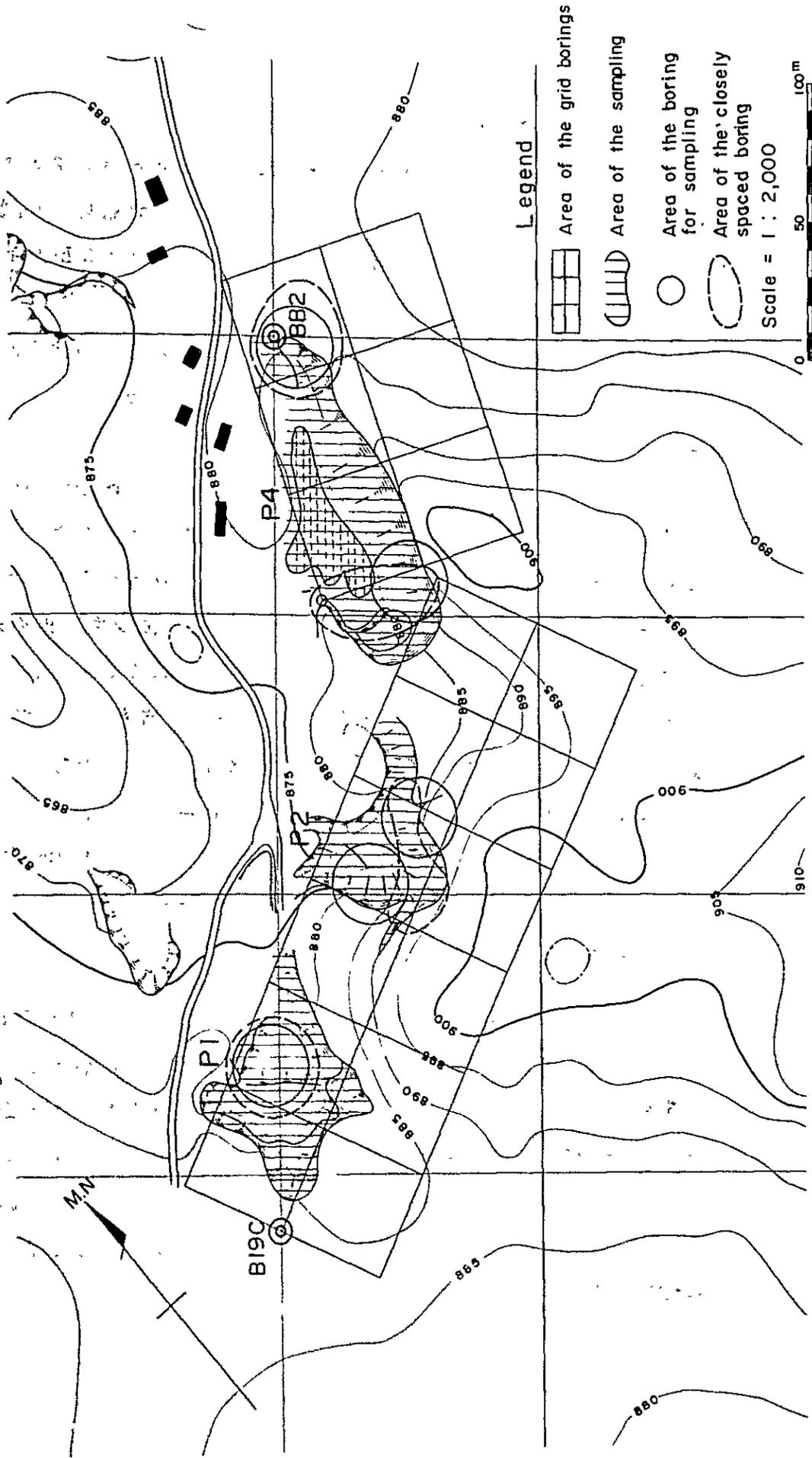
Fig.3-13 LOCATION MAP OF THE SAMPLES



S = 1 : 2000 0 100 200 m

[The page contains extremely faint and illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the document. The text is scattered across the page and does not form any recognizable words or sentences.]

Fig. 3-14 PLAN FOR THE FUTURE PROSPECTING



2 節 ペントナイトの特性

ロス・シミエントスのペントナイト鉱床露頭部とボーリングコアから採取したサンプルのうちの57ヶについて特性分析をした結果、Na交換活性化処理をすることによって極めて有用なペントナイトに改良できることが分った。

改質したペントナイトを製造することによって、現在の用途である石けん・洗剤の混合材よりは付加価値の高い製品ができる。

2-1 特性(化学的, 物理的性質)分析

ボーリングコアから採取したサンプル20ヶと、露頭部から採取した64ヶのサンプルについてX線回折と示差熱分析を行ない、その結果を判断してボーリングコアサンプル20ヶと露頭部のサンプル37ヶを選んでNa交換活性化処理を行なった後、膨潤度、陽イオン交換容量(CEC)、PH、泥水試験、湿態抗圧力等の分析をした。

PHについては、Na交換活性化処理(改質)の前後について、泥水試験は見かけ粘度、塑性粘度、降伏値、脱水量について行ない、さらに、露頭部のサンプルについては湿態抗圧力試験をした。

また、調査区域を代表するサンプル10ヶについて、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 MgO 、 CaO 、 Na_2O 、 K_2O 、 $Ig. loss$ の分析をした。

その結果を表3-3に示す。

これによれば、良質とされるP4・P9・P15のサンプルの SiO_2 の含有量は、65.0~70.8%で、良質のものほど低い値を示すように推測されるが、同様に良質とされるP2-4、BB2-1・2のサンプルからはこれより高い値が得られていて、ロス・シミエントスのペントナイトの質は SiO_2 の含有量からだけでは判定されない。

Al_2O_3 の含有量および SiO_2 と Al_2O_3 の比は4.7~6.2%で、質との相関性はない。

2-2 分析結果と用途

X線回折の解析結果を表3-4に示す。

この結果から、モンモリロナイト純度が比較的高いものをピックアップし、表3-5に示した。

さらに、特性分析結果を表3-6に示す。

分析結果を総括するとつぎのようになる。

X線回折や示差熱分析等から解析すると、良質のH型モンモリロナイトを主成分とし、比較的結晶度の低いクリストパライトを少量含有しているベントナイトである。

そしてNa交換による活性化処理をした後の分析結果から解析すると、極

めて高品位のNa型ペントナイトに改良できる品質である。

Na型ペントナイトの一般的な特性は、

- 1) 水の吸収による高膨張性，陽イオン交換性，粘結性
- 2) 泥水にしたときの高粘性，チキントロピー性であり、これらの特性を利用した用途は、鋳物生型砂用粘結材，一般ボーリング用泥水，土木基礎工用泥水，農薬および肥料のキャリア等である。

これらの用途は、日本の場合には全用途のうちの80～90%を占めている。

ロス・シミアントスのペントナイトは色が極めて白く、泥水にしたときの粘性が非常に高いので、塗料，インキ，化粧品等への増粘材として、さらに、重金属[※]等の有害物質が含まれていなければ医薬品への利用も可能と考えられる。

また、数ヶのサンプルについては、泥水にしたときに低濃度高粘性であることから、油井ボーリング用泥水としても利用可能であると考えられる。

総合的な評価として、一般物理試験結果とX線回折図により、サンプルと用途を関係づけて表3-7に示す。

これらの評価基準として、表3-8，3-9に示した各製品の特性値を参考とした。

※ 今回は分析対象項目にできなかった。

表 3 - 3 分 析 結 果

成分 サンプル番号	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	1200℃ Ig. loss
P2 - 4	74.8	11.9	1.41	1.99	1.32	0.08	0.15	5.30
- 6	74.0	12.2	1.12	1.94	1.24	0.10	0.23	6.12
P4 - 1	70.6	14.9	1.29	2.00	1.57	0.12	0.23	7.24
- 5	70.8	13.6	1.36	2.67	1.71	0.09	0.19	7.09
- 9	70.8	12.4	3.81	2.13	1.81	0.10	0.40	7.03
P9 - 1	72.9	13.4	1.52	1.89	0.70	0.13	0.51	6.33
P15-1	65.0	18.0	2.18	2.18	1.30	0.17	0.80	7.70
P18-1	74.2	13.7	1.52	1.01	0.73	0.05	1.37	5.30
BB1-1・2	72.4	13.6	1.18	1.06	1.46	0.16	0.99	6.36
BB2-1・2	73.6	12.4	1.29	2.36	1.52	0.07	0.36	5.94

多—含有量—少 X線回折結果(5枚)



試料名	鈉物種	Montmorillonite	Cristobalite	Quartz	Giinoptilolite	Feldspar
BB1-1	○	○	○			
2	○	○	○	○	○	
3	○	○	○		○	
4	○	○	○	○	○	○
5	○	○	○	○	○	○
6	○	○	○	○	○	○
BB2-1	○	○	○			
2	○	○	○			
3	◎	◎	○			
4	◎	◎	○			
5	◎	◎	○			
6	◎	◎	○			
BC1-1	○	○	○	○		
2	○	○	○	○		
3	○	○	○	○		
4	○	○	○			
B19C-1	◎	◎	○			
2	◎	◎	○			
3	◎	◎	○			
4	◎	◎	○			

X 線 回 折 結 果

試料名	鈉物種	Montmorillonite	Cristobalite	Quartz	Dinoptilolite	Feldspar
P 1 - 1		○	○	○	○	○
2		○	○	○	○	○
3		○	○		○	○
4		○	○			
5		○	○			
6		○	○			
7		○	○			
8		○	○			
9		○	○			
10		○	○			
P 2 - 1		○	○			
2		○	○			
3		○	○			
4		○	○			
5		○	○			
6		○	○			
7		○	○	○		○
8		○	○			○
9		○	○			
10		○	○			
11		○	○			○

X 線 回 折 結 果

試料名	鈦物種	Montmorillonite	Cristobalite	Quartz	Clinoptilolite	Feldspar
P 3 - 1	○	○			○	
2	○	○			○	
3	○	○				
4	○	○		○	○	
5	○	○		○	○	
P 4 - 1	○	○				
2	○	○				
3	○	○				○
4	○	○			○	
5	○	○				
6	○	○				
7	○	○				○
8	○	○				
9	○	○				
P 5 - 1	○	○				
2	○	○		○		
3	○	○				
4	○	○				
5	○	○				○
6	○	○				
P 6 - 1	○	○		○		

X 線 回 折 結 果

試料名	鈦物種	Montmorillonite	Cristobalite	Quartz	Olinop-tillolite	Feldspar	Gypsum	Kaolinite
P 9 - 1		⊙	○			°		
2		⊙		°			°	
3		○	○			°		○
4		⊙				°		
5		⊙	°	°				
P10 - 1		⊙	○					
P11 - 1		○	°					
2		°	°					○
3		⊙	○					

X 線 回 折 結 果

試料名	鈹物種	Montmor- illonite	Cristobalite	Quartz	Glinop- tillolite	Feldspar	Mica	Analcime
P12-1	1	○	○				○	
	2	○	○				○	
	3	○	○				○	
P13-1	1	○	○				○	
P14-1	1	○	○					
	2	○	○					○
P15-1	1	○	○			○		○
	2	○	○					
	3	○	○		○			
P16-1	1	○	○					
	2	○	○					
P17-1	1	○	○				○	
P18-1	1	○	○					

表 3 - 5 モンモロロナイト純度が比較的高いサンプル

ボーリング	サンプル №	露頭	サンプル №
BB1	なし	P1	7, 10
BB2	1, 3, 4, 6	P2	4, 6
BC1	4	P3	1
B19C	1, 2, 3, 4	P4	1, 5, 6, 7, 8, 9
		P5	2
		P9	2, 5
		P12	1, 2, 3
		P13	1
		P15	1, 2, 3

表 3 - 6 試 験 結 果 (4 枚)

試料名	深 度 (m)	膨潤度 (g / g)	C E C (meq / 100g)	P H (1 % S u s p)		A P I 泥 水 試 験				
				無 改 質	改 質	見かけ粘土 (CP)	塑性粘度 (CP)	降 伏 値 ($\Delta b / 100ft^2$)	脱 水 量 (ml)	ケーキ厚 (mm)
BB1-1	5.15~6.43	4.9	57	8.4	10.4	4.1	4.2	0.2		
	6.43~7.10	5.2	59	8.1	10.4					
	7.10~8.26	4.9	57	8.2	10.4					
	8.26~8.87	3.7	38	8.4	10.5					
	8.87~10.09	2.0	22	8.0	10.5					
	10.09~11.36	1.2	12	8.7	10.5					
BB2-1	6.05~7.03	7.9	76	8.8	10.4	30.3	22.5	15.5	9.8	1.3
	7.03~8.31	7.4	69	8.2	10.5					
	8.31~9.47	7.6	74	8.7	10.4	34.0	25.0	18.0	9.5	1.4
	9.47~11.30	7.9	72	9.0	10.5					
	11.30~13.13	6.9	67	8.9	10.5	17.6	15.0	5.2	11.6	1.6
	13.13~14.35	6.5	62	9.4	10.5					
BO1-1	21.49~22.88	7.0	70	9.3	10.4					
	25.32~26.54	5.7	62	9.3	10.5	5.4	4.8	1.2		
	26.54~28.00	5.0	57	9.4	10.5					
	28.00~28.83	7.0	66	9.6	10.5					
B19C-1	27.00~27.87	7.4	74	8.2	10.4					
	27.87~28.67	8.2	73	8.5	10.3	16.1	13.7	4.8	12.2	1.6
	28.67~29.50	7.6	75	8.5	10.3					
	29.50~30.47	7.6	81	8.7	10.3					

試 験 結 果

試料名	*水分	膨潤度 (g/g)	C.F.C (meq/100g)	PH(1% Susp)		A.P.I 泥水試験				湿態抗圧力 (kg/cm ²)
				無改質	改質	見かけ粘度 (CP)	塑性粘度 (CP)	降伏値 (lb/100ft ²)	脱水量 (ml)	
P1-1	3	4.8	5.9	7.8	1 0.4	6.5	5.5	2.0	—	—
2	3	—	—	8.9	—	—	—	—	—	—
3	4	6.2	6.8	9.5	1 0.4	1 1.6	9.8	3.6	—	—
4	3	—	—	8.0	—	—	—	—	—	—
5	4~5	5.9	7.5	8.7	1 0.2	9.5	8.5	2.0	—	—
6	2	—	—	9.0	—	—	—	—	—	—
7	4~5	7.1	7.6	8.9	1 0.2	1 4.0	1 2.2	3.6	—	—
8	4	6.2	7.3	9.5	1 0.3	9.6	8.7	1.8	—	—
9	4	6.4	6.9	8.9	1 0.4	1 4.1	1 0.7	6.8	—	—
10	4	7.1	7.7	9.2	1 0.4	1 9.6	1 5.0	9.2	1 1.8	1.4
P2-1	2	5.2	5.2	7.9	1 0.3	5.1	5.0	0.2	—	—
2	4	—	—	8.2	—	—	—	—	—	—
3	4	7.1	6.7	7.9	1 0.2	1 4.4	1 2.5	3.8	—	—
4	4~5	7.9	6.8	8.4	1 0.2	2 7.1	2 0.1	1 4.0	1 0.4	1.1
5	3	—	—	7.8	—	—	—	—	—	—
6	4	6.8	6.8	8.2	1 0.3	1 8.1	1 4.9	6.3	1 2.4	1.6
7	3	—	—	7.8	—	—	—	—	—	—
8	3	4.1	4.7	8.0	1 0.3	3.5	3.6	- 0.2	—	—
9	3	—	—	7.6	—	—	—	—	—	—
10	3~2	—	—	7.5	—	—	—	—	—	—
11	4	6.1	6.1	6.9	1 0.1	1 0.8	9.5	2.5	—	—

試 驗 結 果

試料名	水分	膨潤度 (g/g)	CEC (meq/100g)	PH (1% Susp)		A P I 泥 水 試 験				濕應抗圧力 (kg/cm ²)	
				無改質	改 質	見かけ粘度 (OP)	塑性粘度 (OP)	降伏値 (lb/100ft ²)	脱水量 (ml)		ク-キ厚 (mm)
P3-1	3	6.4	6.4	8.8	1 0.4	1 3.0	1 1.0	4.0	—	—	—
2	3	—	—	8.9	—	—	—	—	—	—	—
3	4	6.4	5.9	7.7	1 0.3	1 1.3	9.3	3.9	—	—	—
4	3	—	—	8.5	—	—	—	—	—	—	—
5	3	5.5	5.7	8.2	1 0.3	7.1	6.2	1.8	—	—	—
P4-1	3	10.1	7.9	8.8	1 0.3	4 1.3	2 9.3	2 3.9	1 0.8	2.0	—
2	4	7.1	5.7	8.3	1 0.3	8.0	7.4	1.2	—	—	—
3	3~2	—	—	9.2	—	—	—	—	—	—	—
4	4	6.7	5.9	8.5	1 0.3	7.8	7.5	0.5	—	—	—
5	4	8.1	8.6	8.3	1 0.2	1 8.3	1 5.3	5.9	1 1.2	1.4	—
6	4	7.7	7.3	8.3	1 0.1	1 0.8	9.3	2.9	—	—	—
7	3~2	7.5	8.2	8.3	1 0.2	1 0.3	8.7	3.1	—	—	—
8	4~3	8.4	8.6	7.8	1 0.2	9.6	8.2	2.8	—	—	—
9	4~3	7.7	6.8	9.5	1 0.3	1 9.3	1 6.3	5.9	1 2.0	1.5	—
P5-1	4	—	—	8.0	—	—	—	—	—	—	—
2	4~3	8.5	7.4	8.4	1 0.3	2 6.0	2 0.0	1 2.0	9.9	1.3	—
3	4	—	—	8.5	—	—	—	—	—	—	—
4	3	—	—	8.8	—	—	—	—	—	—	—
5	2	4.7	5.0	9.0	1 0.3	4.6	4.2	0.8	—	—	—
6	3	—	—	8.8	—	—	—	—	—	—	—
P6-1	3	—	—	8.6	—	—	—	—	—	—	—

試 驗 結 果

試料名	水分	膨潤度 (g/g)	CEC (meq/100g)	PH (1% Susp)		A P I 泥 水 試 験				濕態抗圧力 (kg/cm ²)	
				無改質	改 質	見かけ粘度 (CP)	塑性粘度 (CP)	降伏値 (kg/100ff)	脱水量 (ml)		ケーク厚 (mm)
P9-1	4	6.5	6.4	8.2	1 0.4	1 5.6	1 2.0	7.2	1 3.4	1.8	—
2	4	—	—	7.7	—	—	—	—	—	—	—
3	2	—	—	9.0	—	—	—	—	—	—	—
4	2	2.9	8.3	8.0	1 0.2	2.6	2.2	0.8	—	—	—
5	4	—	—	9.0	—	—	—	—	—	—	—
P10-1	4	—	—	8.9	—	—	—	—	—	—	—
P11-1	2	—	—	9.2	—	—	—	—	—	—	—
2	2	2.4	2.9	9.2	1 0.3	2.6	2.2	0.8	—	—	—
3	2	—	—	8.7	—	—	—	—	—	—	—
P12-1	3	—	—	8.1	—	—	—	—	—	—	—
2	2	7.0	9.4	7.7	1 0.1	1 3.1	1 1.2	3.8	—	—	—
3	3	—	—	7.9	—	—	—	—	—	—	—
P13-1	—	6.8	9.2	7.7	1 0.1	1 2.0	1 0.0	4.0	—	—	—
P14-1	4	6.5	6.4	6.4	1 0.2	1 4.0	1 1.7	4.6	—	—	—
2	3	—	—	8.0	—	—	—	—	—	—	—
P15-1	3	8.5	8.0	7.9	1 0.3	4 6.0	3 3.0	2 6.0	9.0	1.6	—
2	3	—	—	8.7	—	—	—	—	—	—	—
3	3	5.8	7.7	8.6	1 0.3	1 0.5	8.9	3.1	—	—	—
P16-1	2	4.2	5.9	8.7	1 0.3	5.0	4.8	0.4	—	—	—
2	2	—	—	8.6	—	—	—	—	—	—	—
P17-1	2	4.5	6.8	8.2	1 0.2	5.7	4.5	2.3	—	—	—
P18-1	2	5.1	4.5	7.2	1 0.3	6.0	5.4	1.2	—	—	—

* 水分
 5 — 35%以上
 4 — 30~35
 3 — 25~30
 2 — 20~25
 1 — 20以下

表3-7 サンプルと用途の関係

用途 試料名	鋳物生型砂 用粘結材	一般ボーリングおよび 土木基礎工事 泥水	油井ボーリング 用泥水	農薬および 肥料	水性塗料 インキ	化粧品 医薬品
BB1-1	○			○		
2	○			○		
3	○			○		
4						
5						
6						
BB2-1	◎		◎		○	○
2	◎		◎		○	○
3	◎		◎			
4	◎		◎		○	○
5	○	○	○			
6	○	○	○			
BC1-1	◎	○				
2	○	○				
3	○			○		
4	◎	○			○	○
B19C-1	◎	○			○	○
2	◎		○		○	○
3	◎		○		○	○
4	◎		○		○	○

◎：優良品として使用可，○：普通品として使用可

用途 試料名	鋳物生型砂 用粘結材	一般ポー リングおよび 土木基礎工 事泥水	油井ポー リング用泥水	農 薬 および 肥料	水性塗料 インキ	化粧品 医薬品
P1-1	○	○		○		
2				○		
3	◎	○				
4	◎	○				
5	◎	○				
6	○	○				
7	◎	◎				
8	◎	○				
9	◎	◎				
10	◎		○		○	○
P2-1	○			○		
2	○	○				
3	◎	◎				
4	◎		◎		○	○
5	○	○				
6	◎	◎	○		○	○
7	○	○				
8				○		
9				○		
10	○	○		○		
11	○	○				
P3-1	○	○				
2	○	○				
3	○	○				
4						
5	○	○		○		
P4-1	◎		◎		○	○
2	○	○				
3				○		
4	○	○				
5	◎	◎	○		○	○
6	◎	○				
7	◎	○				
8	◎	○				
9	◎	◎	○			

用途 試料名	鋳物生型砂 用粘結材	一般ボーリングおよび 土木基礎工事 泥水	油井ボーリング 用泥水	農薬 および 肥料	水性塗料 インキ	化粧品 医薬品
P5-1	○			○		
2	◎	○	◎		○	○
3	○	○		○		
4	○	○		○		
5				○		
6	○	○		○		
P6-1	○	○				
P9-1	○	◎	○			
2	◎	○				
3						
4	◎					
5	○	○				
P10-1	○			○		
P11-1	○			○		
2						
3	○			○		
P12-1	◎	○				
2	◎	○				
3	◎					
P13-1	◎	○				
P14-1	○	◎				
2	○			○		
P15-1	◎	○	◎			
2	○	○				
3	○	○				
P16-1	○			○		
2	○			○		
P17-1	○			○		
P18-1	○	○				

表 3 - 8 評価基準 - 1

(鋳物生型砂用ベントナイトの湿態抗圧力)

製 品	産 地	種 類	湿態抗圧力
製品 A	日 本	Na ベントナイト	1.1 kg/cm ²
B	"	" "	1.3
C	"	活性化 "	0.7
D	"	" "	1.0
E	"	" "	1.4
Volclay	Wyoming	Na "	1.2

表 3 - 9 評価基準 - 2

製 品	産 地	見かけ粘度	塑性粘度	降伏値	脱水量	用 途
製品 A	日 本	5.0 (CP)	4.5 (CP)	1.0 (lb/100ft ²)	17.5 (ml)	一般土木用
B	"	6.5	6.0	0.5	19.0	"
C	"	10.5	9.0	3.0	12.0	"
D	"	36.8	27.0	19.5	9.5	Oil Well grade
Wyo-Bon	Wyoming	20	14	16	13	"
" "	"	13	10	5	13	Cementing grade