

第 5 章 塊状硫化物鉱床のための最適地上物理探査手法の検討

本調査及び過去に実施されたソハール地域での地上物理探査の結果に基づいて、オマーンにおける塊状硫化物鉱床の探査に最適な地上物理探査手法及びその解析手法についての検討を行なった。

オマーンに分布する塊状硫化物鉱床はキプロス型の銅鉱床で、主として玄武岩質の枕状溶岩からなる火山岩類中に層準規制を受けて胚胎する塊状鉱を主とする銅鉱床である。

したがって、本鉱床探査を効率的に行なうための作業フローとしては、まず第一に地質調査による胚胎層準の追跡、空中物理探査による磁気異常（鉱化作用にともなう磁性の消失による低磁気異常）の抽出によって探査ターゲットとなる地域を選定することである。

この選定された地域に対して地上物理探査を実施し、鉱床賦存ポテンシャルが高い地区を抽出し、ボーリング調査によって鉱床の存在を確認するというのが探査の基本フローである（Fig. II-5-1）。

ここで、オマーンにおける金属鉱床探査を困難にしている大きな要因に、非常に広い範囲にわたって第四紀の堆積物に覆われていることがあり、この堆積物の下を如何にして効果的に調査するかが今後の探査を進めるうえでの重要な課題である。このことからFig. II-5-1のフロー中において地上物理探査は、探査を効率的に進め、新規鉱床を発見するための最も重要な地位を占めていると言える。

5-1 調査手法の選択

塊状硫化物鉱床は、黄鉄鉱の鉱染帯を周囲に伴っており、Fig. II-4-8に示すような鉱床モデルで模式化できる。

したがって、塊状硫化物鉱床のみならず鉱染帯の物性及び規模をも考慮して調査手法を選択する必要がある。

塊状硫化物及び鉱染帯に含まれる硫化物の電気的物理事象として、1)分極率が高い、2)電導率が高い（比抵抗が低い）ことがあげられる。硫化物の含有量が増えるにつれてこれらの値が大きくなり、鉱化帯と非鉱化帯との有意差がでてくる。

オマーンにおいてキプロス型銅鉱床を探査する場合、第四紀に覆われた広い範囲から塊状硫化物鉱床を直接見つけだすことは、鉱床の規模から考えて非常に困難である。したがって、まず広範囲にみられる硫化物の鉱染帯を捕捉することが重要である。

物理探査では分極率及び比抵抗を同時に測定する手法としてIP法、比抵抗を測定する手法としてTEM法があげられる。

これらのうち、鉱化帯の広がりをつかむには硫化物の鉱染による電気的物理事象のうち分極率を測定するIP法が有効である。IP法では、比抵抗も測定でき、硫化物の含有量が増すに連れて岩石の比抵抗が低くなるので、鉱床の賦存の可能性の高い場所では高メタルファクター

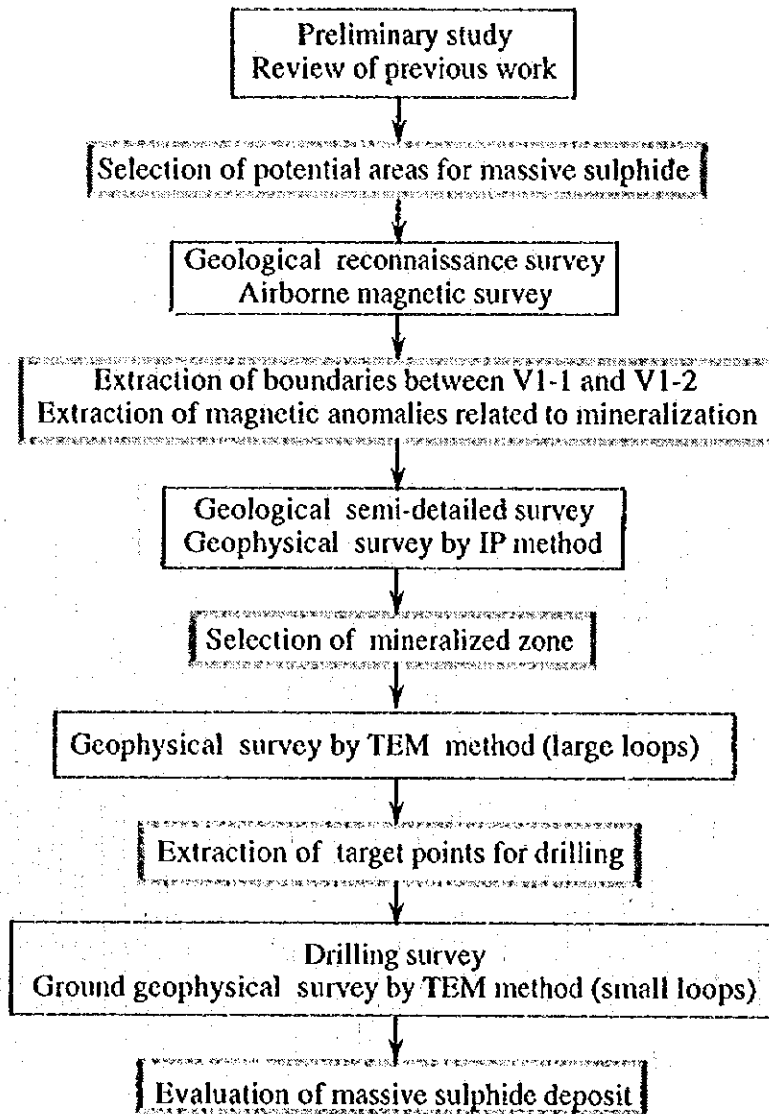


Fig. II-5-1 Flow for massive sulphide deposits exploration in Batinah Coast

(分極率と比抵抗の比)として抽出されるはずである。

低比抵抗を示す他の地質環境として、泥岩などの堆積岩類、塩分濃度の高い地下水を含む地層があげられるが、これらは分極率が低いことから、低メタルファクターとして硫化物と区別できると考える。したがって、まずIP法による広範囲な探査での分極率の広がり具合から鉱染帯の分布範囲を推定し、同時にその中の低比抵抗部を高メタルファクターとして抽出することにより、硫化物鉱床の賦存の可能性のある場所を絞り込むことができると考えられる。

しかし、IP法の難点として本手法では測線に沿った探査となり、原理的に測線下のみならず側方からの鉱化帯の影響も受けるので、測線直下のみの情報を得るには限界があると考えられる。電極間の距離を長くしてより深部をターゲットにするほど側方からの影響範囲が広がり、その結果、分解能が低下し、異常源の位置特定が困難になる。

これに対してTEM法では、比抵抗に関するデータが得られるのみであるが、測点直下からの応答が得られ、かつ塊状硫化物のような特に比抵抗の低い物質に対する感度が他の物理探査手法に比べて高い。

特に、オマーンのように鉱床母岩が緻密堅硬で、塊状硫化物との比抵抗のコントラストが大きい場合、鉱床母岩からの磁場応答が小さく、逆に塊状硫化物からの磁場応答が大きいのでTEM法は非常に有効であると言える。

したがって、IP法で抽出された異常に対してTEM法を適用することにより、塊状硫化物鉱床などの低比抵抗体を磁場異常として精度よく抽出できると考える。

以上のように、キプロス型塊状硫化物鉱床の探査では、第1段階では広範囲にIP法により鉱化帯の分布及び低比抵抗部を求め、第2段階でTEM法により低比抵抗部をより詳細に調査することにより、効率的にターゲットを絞って塊状硫化物鉱床を発見できると考える。

5-2 適用結果

5-2-1 ソハール地域での過去の調査

1985年から1990年の約6年間にわたりオマーン国ソハール地域において広域地質調査並びに鉱床探査が実施された。その中で、探査の開始時に各種の地上物理探査が試験的に行なわれ、その結果、塊状硫化物鉱床の探査に特に有効であると思われるIP法及びTEM法が採用された。ここに、調査開始時点ですでに発見されていたアアジャ(Aarja)、ベイダ(Bayda)鉱床周辺で実施された物理探査の結果を一例として記載する。

Fig. II-5-2に、IP法調査により得られた結果を示す。

本図で明らかなように両鉱床は高分極率の縁辺部かつ高メタルファクター(40以上)内に位置し、鉱床周辺には分極率の高いゾーンが広範囲に分布する。

Fig. II-5-3は、ベイダ鉱床周辺で行なわれたTEM法の結果を磁場分布図として表わしたものである。鉱床を中心に南北方向に高磁場が得られ、IP法調査の結果に比べて高磁場の異常が精度良く鉱床の位置を抽出している。このことはTEM法が塊状硫化物鉱床の位置特定に有効であ

ることを示している。

5-2-2 グゼイン地区での物理探査の結果

グゼイン地区では第1年次にIP法調査を行ない、その結果に基づいて第2年次にTEM法調査を実施し、両手法で得られた異常に対してボーリング調査を行ない、塊状硫化物鉱体を捕捉した。

(1) IP法調査の結果

Fig. II-5-4は、IP法調査により得られた比抵抗、分極率及びメタルファクターの分布を示す。

高分極率異常が調査地区中央部に認められ、本年度この異常帯で行なわれたボーリングでは塊状硫化物あるいは鉱染帯を確認している。西部鉱体と北部鉱体が確認された場所は低比抵抗を示し、これらの鉱体は明瞭な高メタルファクター内に位置している。このことから、高分極率でかつ低比抵抗部である場所、つまり高メタルファクター部が硫化物鉱床の賦存の可能性の高い場所として抽出できることを示している。

(2) TEM法調査の結果

IP法調査結果に基づき、本地域の中央部で得られた高メタルファクター異常に対してTEM法調査を行なった。

Fig. II-3-13は、TEM法調査により得られた磁場分布を示す。

磁場分布から明かなように、5ヶ所において高磁場異常帯が捕捉されており、西部鉱体及北部鉱体もこの磁場異常帯に位置している。異常帯の外でのボーリングでは鉱染帯は認められるが、塊状硫化物鉱体は捕捉していない。このことから、他の3つの磁場異常帯も鉱床賦存の可能性の高い場所であると考えられる。

5-2-3 今後の物理探査の指針

オマーンにおける地上物理探査の結果、キプロス型塊状硫化物鉱床の探査において、第1段階ではIP法により広範囲に調査し、IP異常の分布から鉱化帯を抽出し、第2段階ではTEM法調査により高磁場の分布から塊状硫化物鉱床の賦存域を抽出できることが判明した。

本調査においては探査能率の観点から固定式大ループを用いたTEM法調査を行なったが、TEM法には測定方式として数種類あり、ループを小さくするほど分解能が上がり、導電体の位置を精度良く特定できると考えられている。G5孔周辺で実施した50m×50mの小ループによる測定結果と、600m×600mループでの結果をFig. II-5-5に示す。本図から明らかなように、塊状硫化物鉱体によると思われる磁場異常の分布が小ループの方でより明瞭に現れており、塊状硫化物鉱体が薄くなるG16、G17孔周辺では急激に磁場の異常が弱くなっている。したがって、塊状硫化物を確認した場合、その広がり精度良く把握するために小ループによるTEM法調査を行なうことによって、効率的にボーリング位置を選定できると考える。

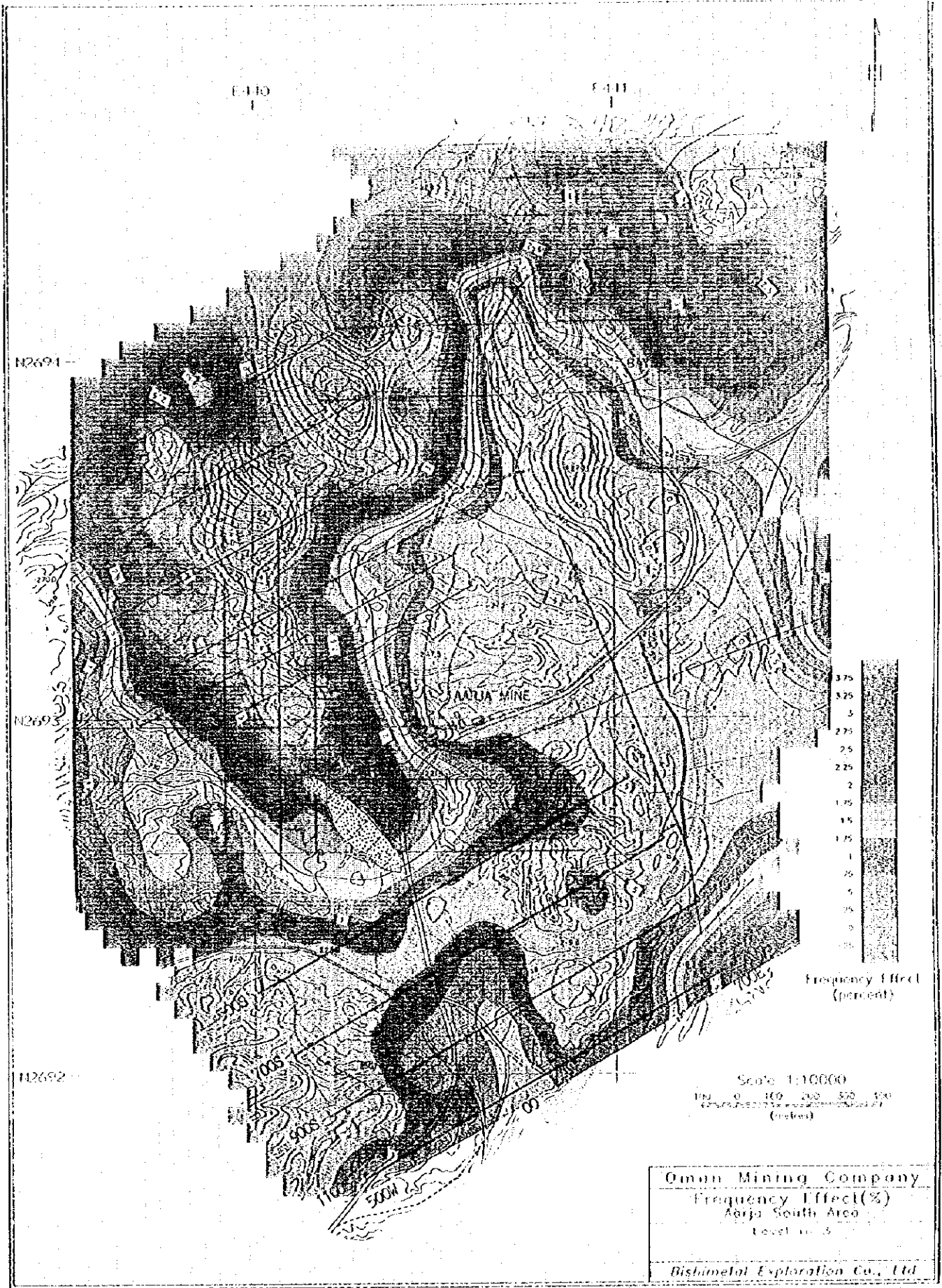
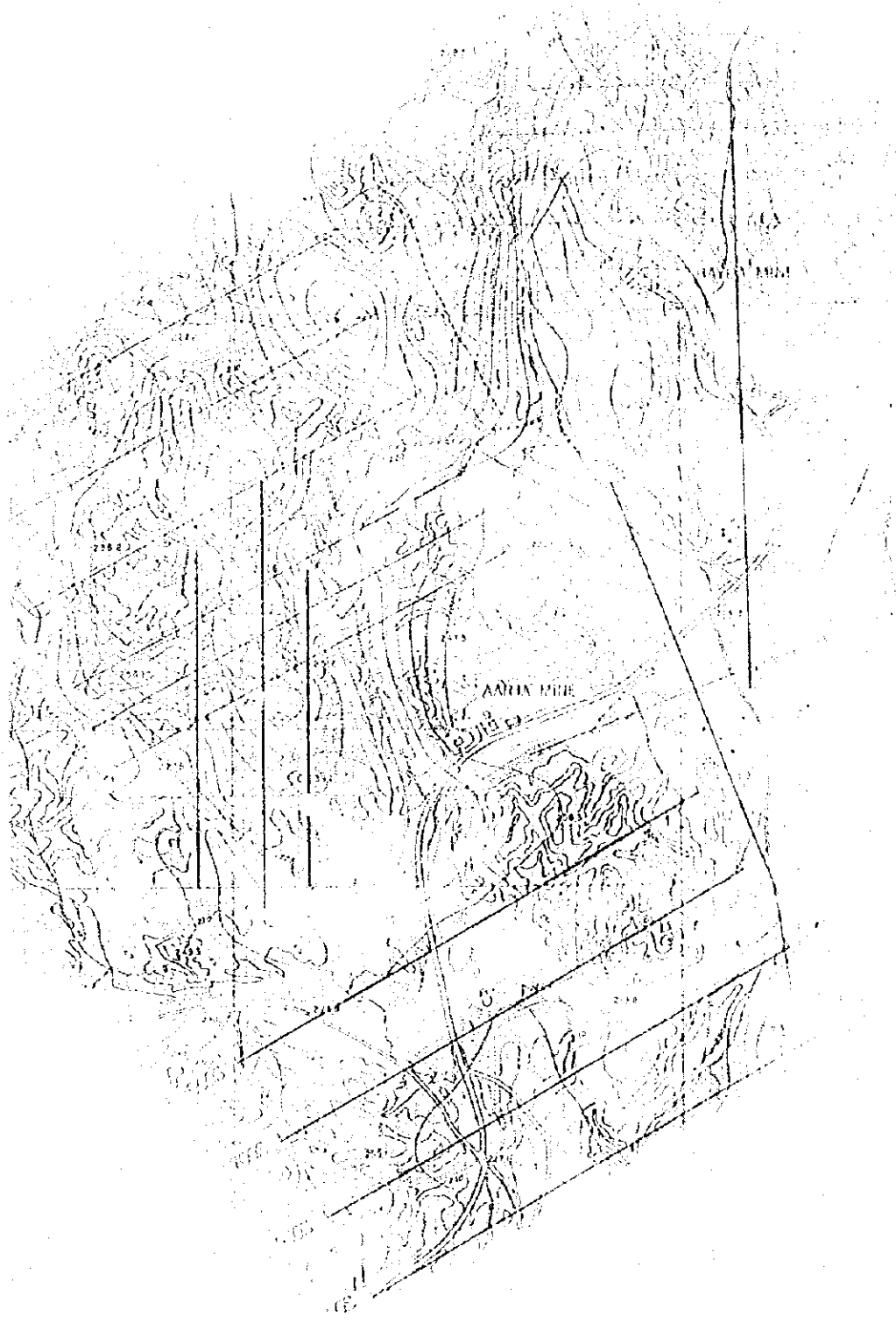


Fig. II-5-2(1) IP result plane map near Aajja and Bayda deposits



1

2

3

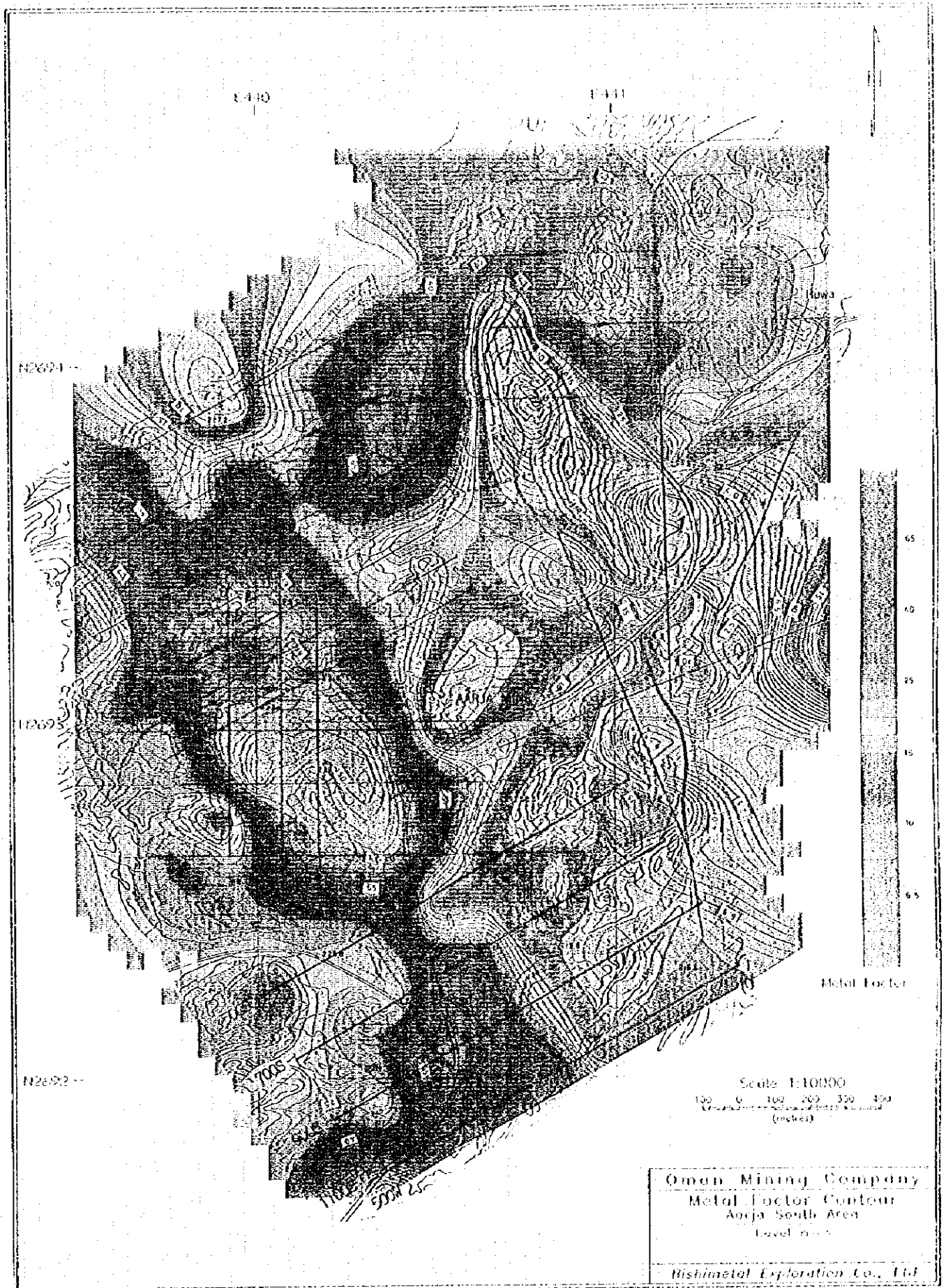
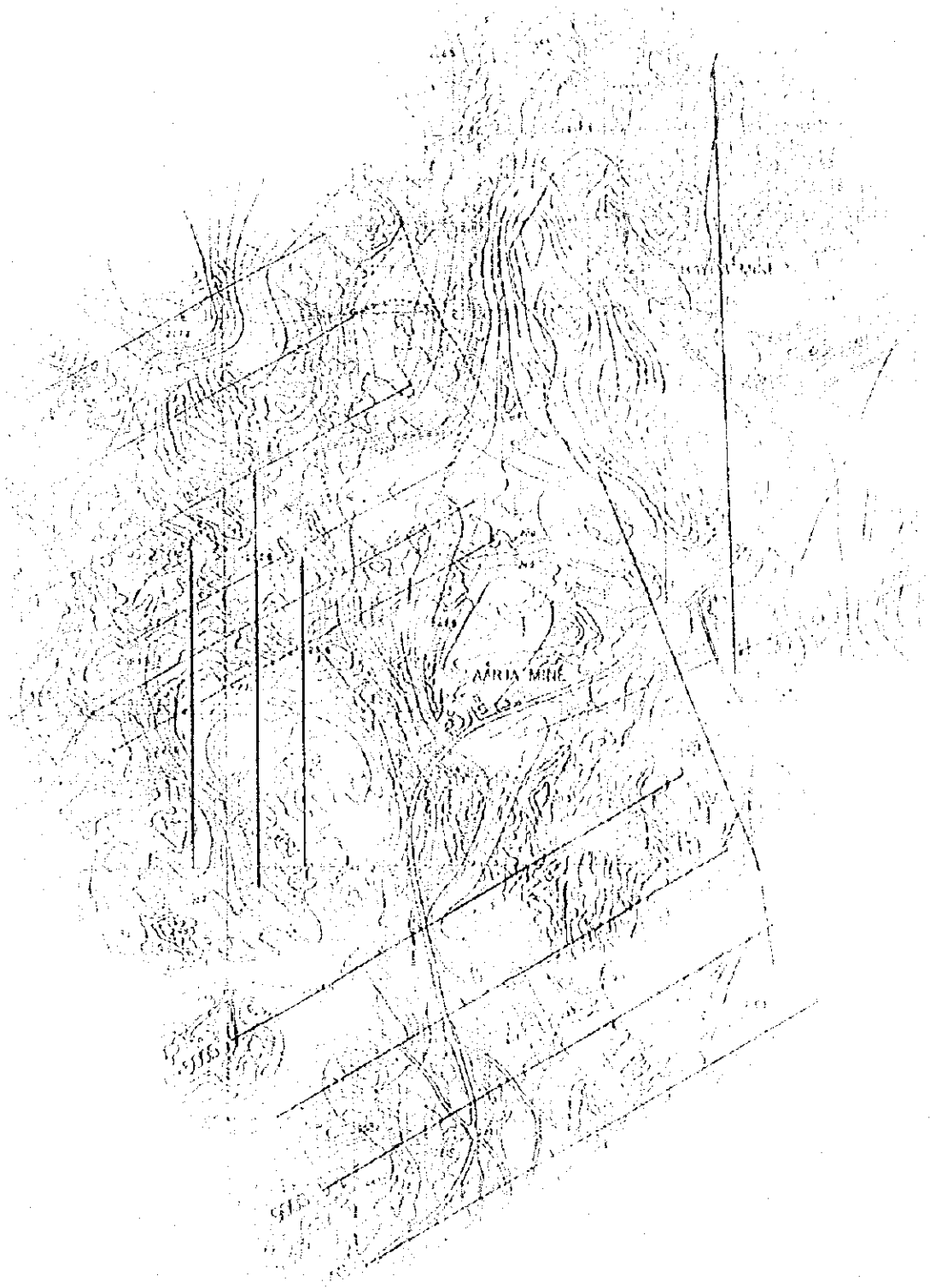
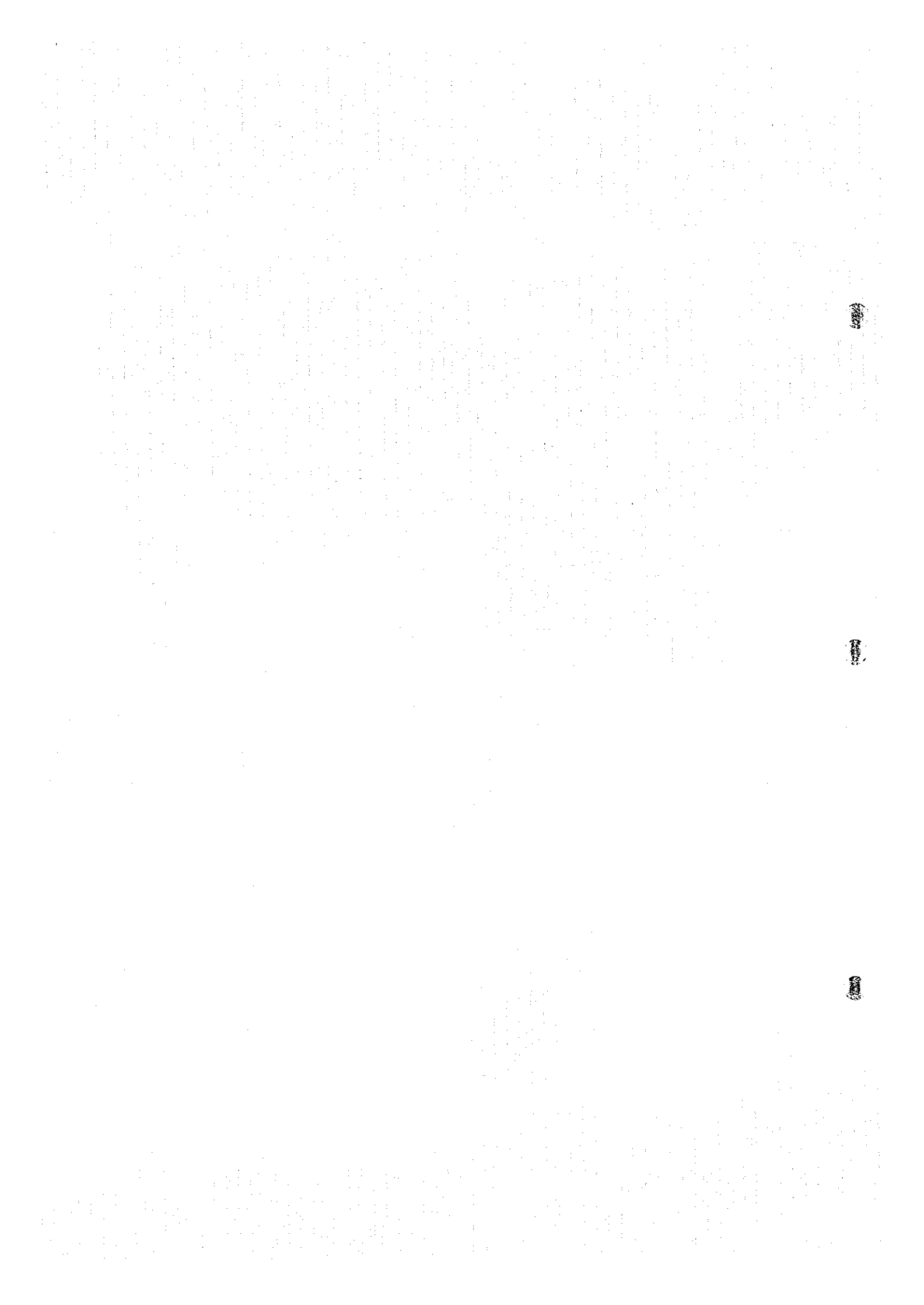


Fig II-5-2(2) IP result plane map near Aarja and Bayda deposits





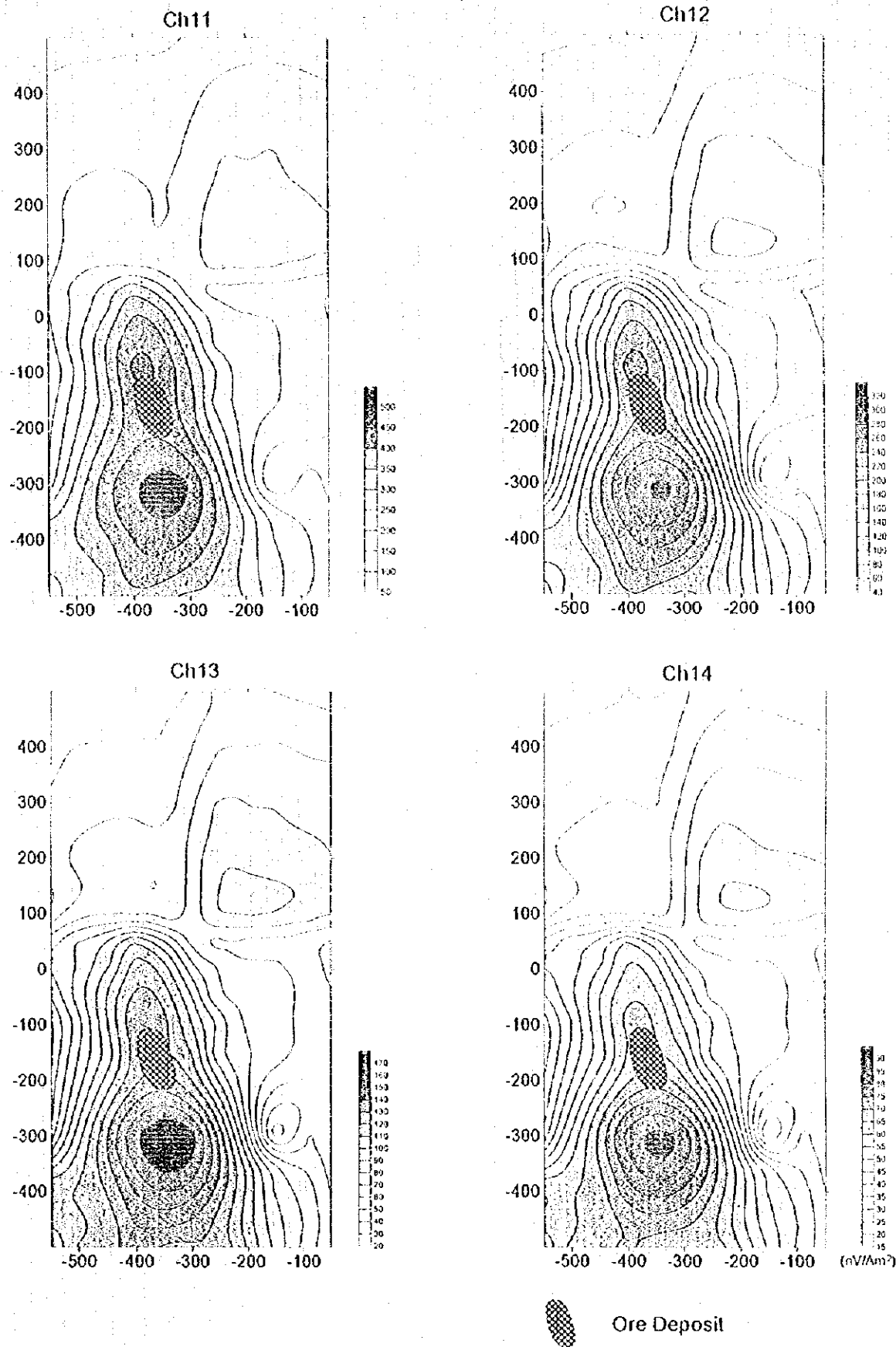
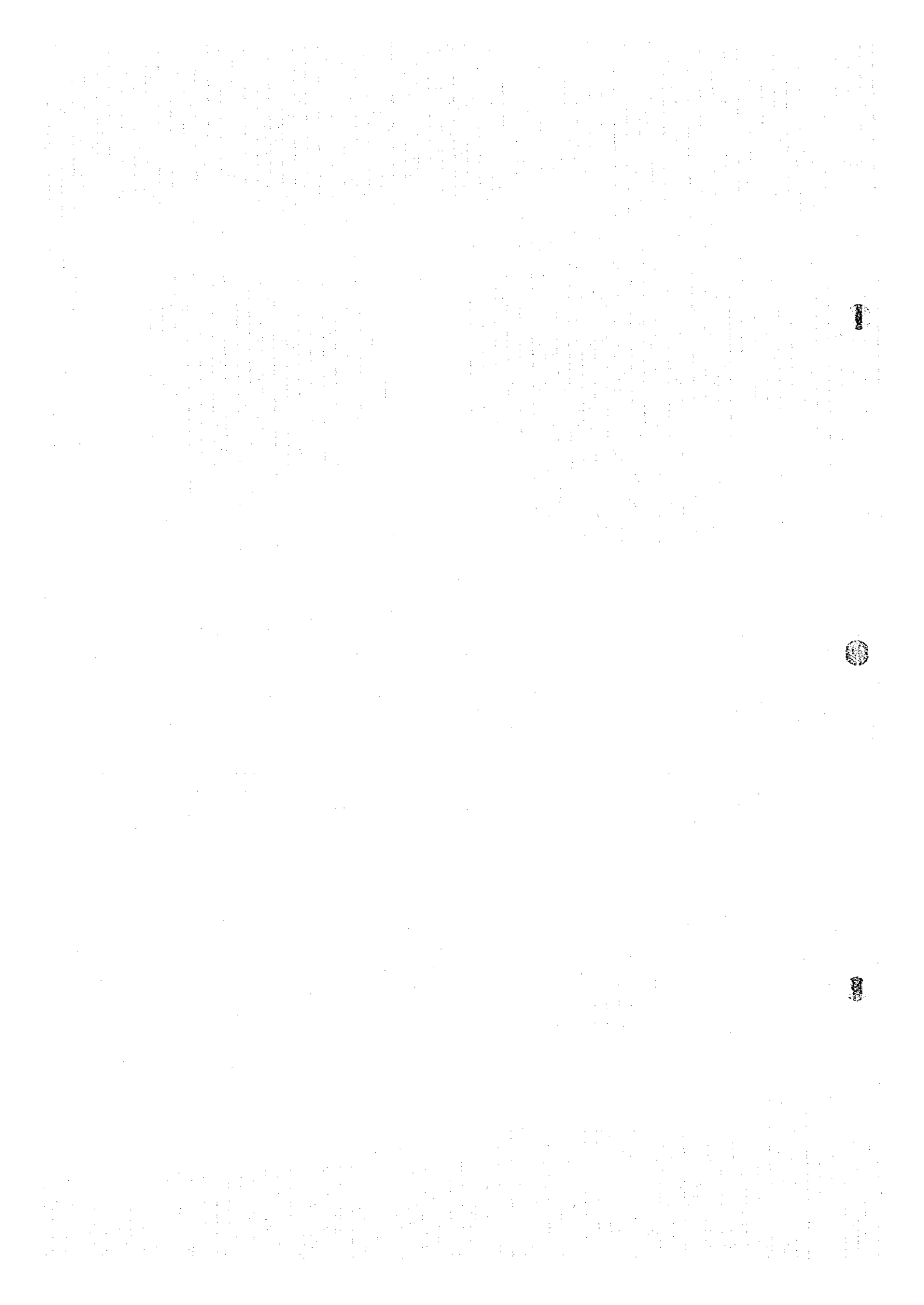


Fig.II-5-3 TEM response plane map in Bayda deposit



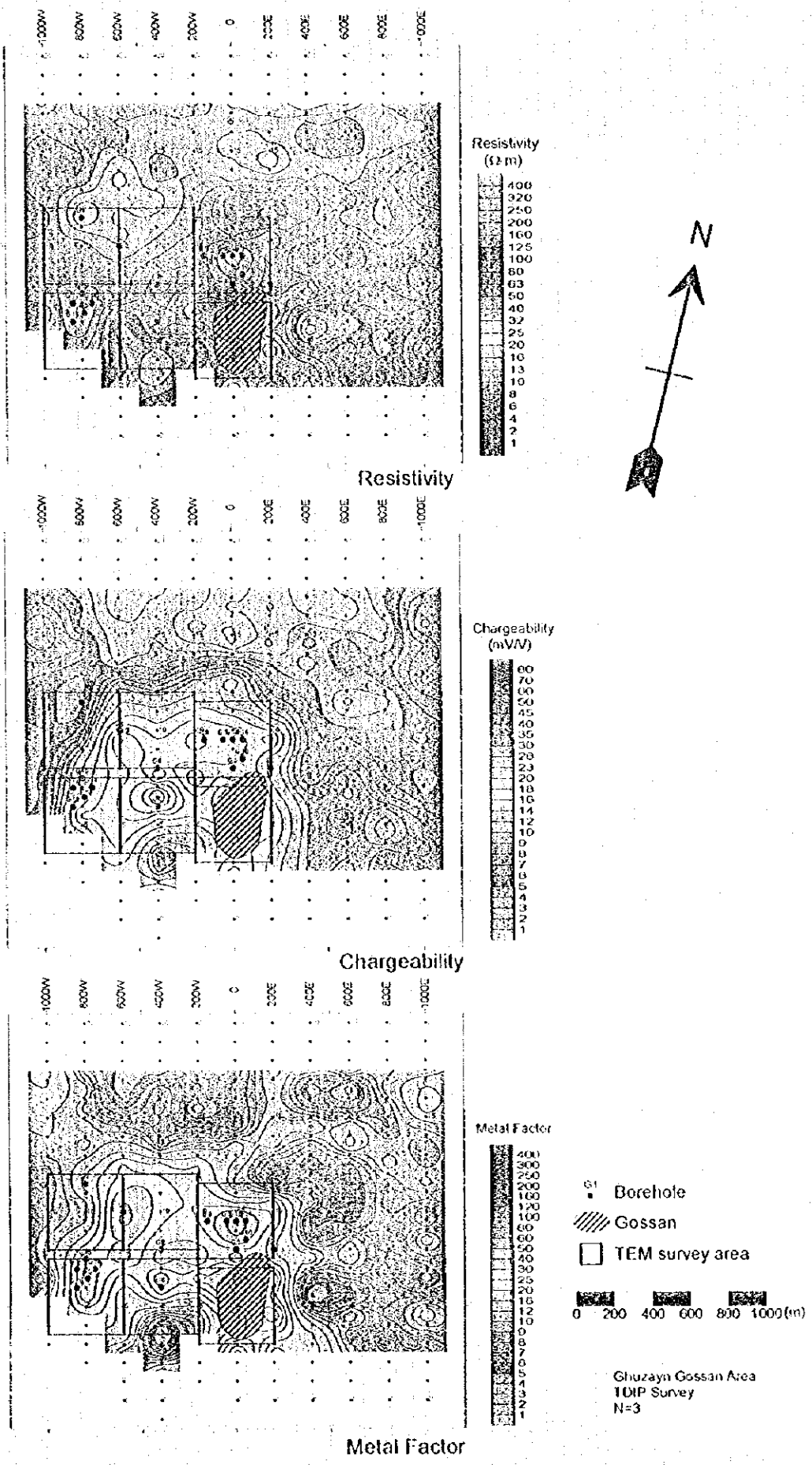


Fig.11-5-4 IP result plane map in Ghuzayn gossan area

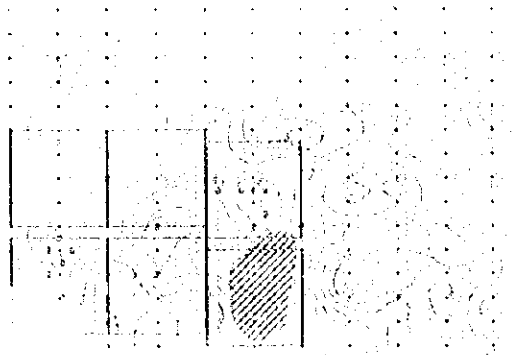


Figure 1

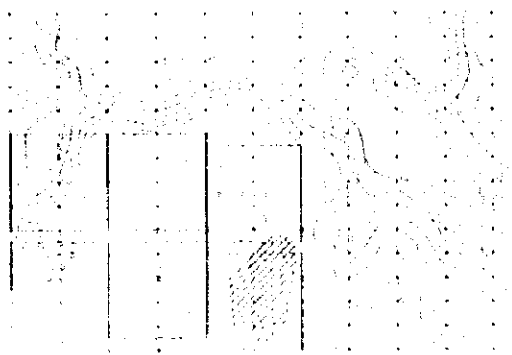


Figure 2

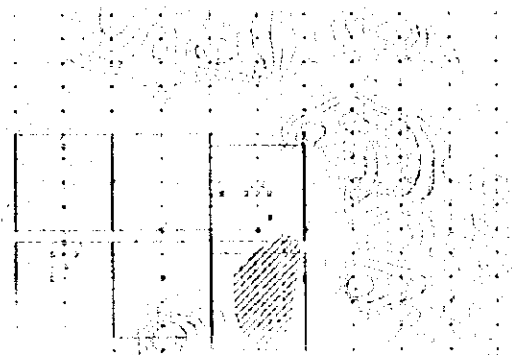
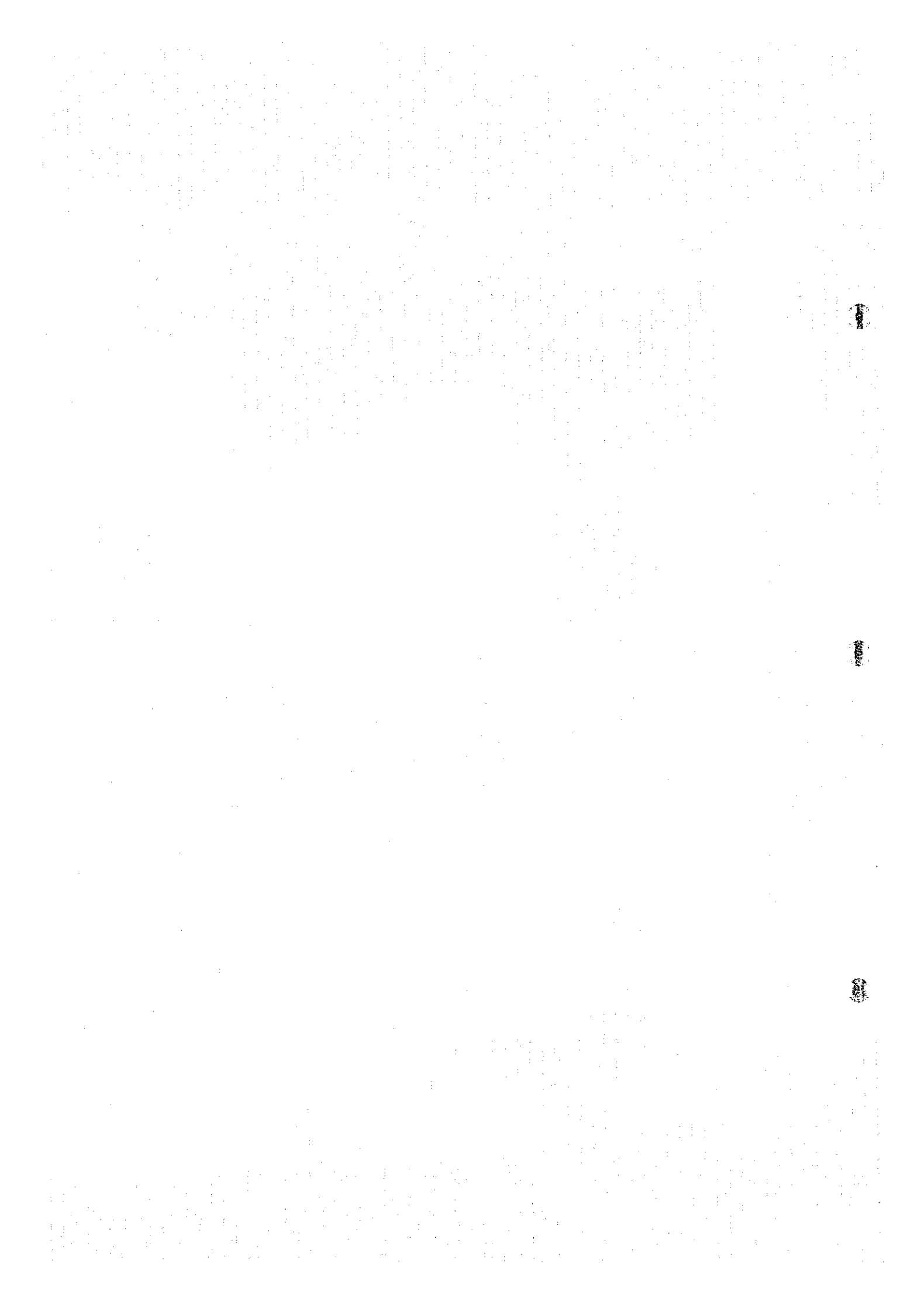


Figure 3

Figure 4



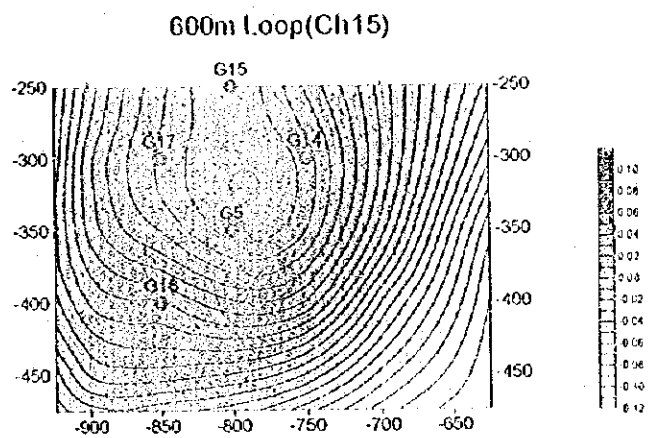
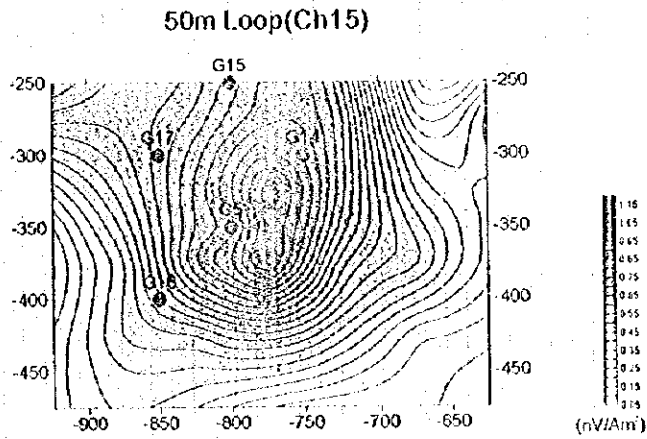


Fig.II-5-5 TEM anomaly comparison map with 50m and 600m loop

