

# Rilievo magnetometrico del giacimento di Fornovolasco

M. BERNABINI

Ricevuto il 5 Luglio 1965

RIASSUNTO. — Sono descritte le operazioni di campagna ed i metodi usati nell'interpretazione di un rilievo magnetometrico eseguito nella zona del giacimento di pirite e magnetite di Fornovolasco (Lucca), sito sulle pendici della Pania Secca (Alpi Apuane). Mediante le determinazioni di  $\Delta H$ ,  $\Delta Z$  e  $\Delta D$  è stato possibile ricavare in ogni stazione il vettore anomalo totale. L'interpretazione è stata basata sull'uso di modelli costituiti da elettrocalamite prismatiche. I risultati dell'interpretazione sono discussi sulla base delle conoscenze geominerarie sul giacimento.

SUMMARY. — The A. deals with the field operations and the methods used in the interpretation of a magnetometric survey on the "Fornovolasco" pyrite and magnetite ore body. The anomalous  $\Delta H$ ,  $\Delta Z$  and  $\Delta D$  were measured; therefore it was possible to calculate the total anomalous vector in every station. The A. used models, consisting in prismatic electro-magnets, to interpretate the data. The results are discussed on the basis of geology of the deposit.

## 1. - PREMESSE.

Sul versante sudorientale della Pania Secca nel gruppo delle Alpi Apuane si rinvenivano alcune manifestazioni di minerali di ferro. La più importante è conosciuta con il nome di Fornovolasco, dalla piccola frazione del comune di Vergemoli (Lucca) che dista dalla manifestazione circa un chilometro in linea d'aria.

Dopo alcune coltivazioni effettuate fin dal Medioevo [3-4] ricerche saltuarie, più o meno sistematiche, furono compiute da parte di varie Società concessionarie a partire dal 1906 fino ai nostri giorni.

L'Istituto di Geofisica Mineraria dell'Università di Roma, ha eseguito nel 1957 un rilievo magnetometrico la cui interpretazione è stata curata dallo scrivente che ha effettuato anche le operazioni di campagna.

Scopi del rilievo erano la determinazione dell'estensione della mineralizzazione a magnetite già riconosciuta con le indagini dirette e la individuazione di altre masse eventualmente presenti.

Nell'esecuzione delle misure e nell'interpretazione sono stati seguiti alcuni criteri ed accorgimenti, che si ritiene possano esser utili per rilievi di tipo analogo. Per tale ragione con la presente nota, si vogliono portare a conoscenza le operazioni di campagna e il metodo utilizzato nell'interpretazione del rilievo magnetometrico; si ringraziano i dirigenti della società IMSA per il permesso alla pubblicazione dei risultati.

## 2. - MORFOLOGIA E GEOLOGIA DELLA ZONA. TIPO DI MINERALIZZAZIONE PRESENTE.

La zona interessata dal rilievo magnetometrico è costituita essenzialmente da uno sperone (Fig. 1) che si protende verso SE dalla massa della Pania Secca. I versanti si presentano acclivi; sul versante verso SE, in corrispondenza dei principali affioramenti di minerale, il pendio è dirupato e quasi verticale per un'altezza di circa 20-30 m.

In base alle informazioni raccolte e alle notizie riportate sulla letteratura [2-3-4-5] il giacimento è costituito da diverse masse di piccole dimensioni (dell'ordine di alcune centinaia di mc. al massimo) grossolanamente lenticolari, costituite principalmente da magnetite e da pirite, situate (vedi Fig. 1) presso il contatto tra gli « Scisti carnici » [2] (scisti sericitici, microanageniti ecc.) e soprastanti rocce calcareo-dolomitiche (« cavernoso ») [2] (\*).

La superficie di contatto mediamente avrebbe direzione prossima NNE-SSO e debole immersione verso WNW. La mineralizzazione interesserebbe sia gli scisti di letto sia i calcari di tetto [2].

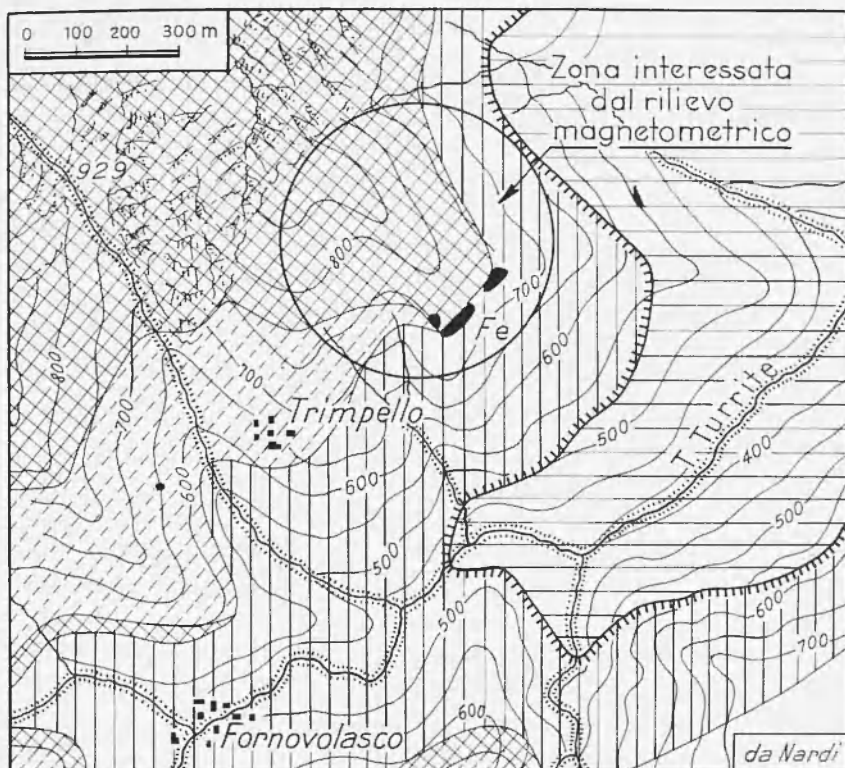
Magnetite e pirite costituirebbero in genere concentrazioni abbastanza distinte con scarse porzioni di minerale misto.

Le antiche coltivazioni effettuate e le ricerche eseguite dalle Società Concessionarie avevano messo in vista una fascia mineralizzata a magne-

---

(\*) La carta geologica della Fig. 1 è ripresa dalla recente nota di NARDI [2] Le formazioni citate sono attribuite al Trias e tettonicamente farebbero parte del « Complesso della Pania Secca - Pania della Croce ». Le mineralizzazioni interesserebbero la breccia di frizione tra le due formazioni suddette. Da studi in corso sul giacimento sembra che la situazione geologica locale sia in effetti, nel dettaglio, più complessa di quanto appaia nella allegata cartina.

Questa tuttavia è sufficientemente approssimata per inquadrare il problema geofisico.



COMPLESSO DELLA PANIA SECCA - PANIA DELLA CROCE

TRIAS MEDIO - SUPERIORE



- Dolomie e grezzoni ; calcare dolomitico grigio giallastro.



- Breccia tettonica con prevalenti elementi di cavernoso e subordinatamente marmi, diaspri, etc.



- Scisti sericitici grigi ; microanageniti

OLIGOCENE

AUTOCTONO E PARAUTOCTONO



- Arenarie e scisti ardesiaci ("pseudo macigno").



- Margini delle masse di sovrascorrimento.



- Affioramenti di minerali di ferro.

Fig. 1 - Carta geologica della zona (da Nardi [2]).

tite e pirite. A seguito dei lavori minerari, in prossimità degli affioramenti e degli sbocchi a giorno delle gallerie si rinvennero tuttora sparsi mucchi e blocchi isolati di minerale.

### 3. - MISURE MAGNETOMETRICHE ESEGUITE.

Preliminarmente furono effettuate determinazioni della componente anomala ( $\Delta Z$ ) del campo magnetico terrestre su due allineamenti sviluppati con direzione circa NW-SE, cioè grosso modo parallelamente alla cresta dello sperone. Già una prima interpretazione di queste misure fece sospettare la presenza di masse di minerale in una zona ancora inesplorata. Si decise perciò la prosecuzione del rilievo con misure sia delle componenti anomale verticale ed orizzontale che della declinazione anomala. Ciò avrebbe infatti permesso la ricostruzione del vettore anomalo totale e quindi un'interpretazione più sicura dei risultati delle misure.

Per la misura delle componenti anomale verticale ed orizzontale è stata utilizzata una bilancia magnetica di Schmidt tipo GF-6 della Askania Werke di Berlino; la sensibilità degli aghi era di circa  $25\gamma$  (\*).

Con un'altra bilancia dello stesso tipo (ma con aghi di circa  $10\gamma$  per parte), si effettuava la determinazione della variazione diurna della stessa componente del campo magnetico terrestre che si stava misurando.

Per la misura della declinazione magnetica si è utilizzato un tacheometro Wildt To, il cui cerchio azimutale può autorientarsi sul Nord magnetico; l'approssimazione di lettura degli angoli è del primo centesimale (\*\*). Si sono misurate le declinazioni del campo magnetico rispetto alle direzioni degli allineamenti sui quali erano state ubicate le stazioni. Poiché tali allineamenti erano stati collegati tra loro da poligoni topografici, si sono riferite tutte le declinazioni ad un'unica direzione scelta arbitrariamente.

---

(\*) Il controllo della sensibilità degli aghi veniva effettuata con una bobina di Helmholtz all'inizio e alla fine di ogni giornata di lavoro di campagna.

(\*\*) Per controllare la precisione dello strumento per la determinazione delle declinazioni relative, sono state ripetute integralmente numerose misure in alcune stazioni. Gli errori medi nelle varie stazioni non hanno superato i 2 primi centesimali. Non sono state considerate le declinazioni assolute rispetto al Nord geografico, in quanto l'eventuale non coincidenza dello zero della graduazione con il Nord magnetico (errore sistematico) non influenza la determinazione delle declinazioni anomale.

Il controllo dell'andamento diurno della declinazione è stato effettuato rioccupando, ad intervalli costanti di tempo, una stessa stazione; contemporaneamente, alla stazione base, si registravano le variazioni della componente orizzontale, per determinare l'eventuale verificarsi di brusche variazioni nel campo magnetico terrestre.

#### 4. - CORREZIONI ED ELABORAZIONI DEGLI ELEMENTI MISURATI.

Alle misure delle componenti orizzontale e verticale sono state apportate le correzioni per i magnetini ausiliari, per la variazione diurna e per la stazione base; per la componente orizzontale si è effettuata anche la correzione per l'influenza delle variazioni da punto a punto della componente verticale [1].

Per determinare i valori anomali delle componenti nella stazione base, si sono prese in considerazione numerose stazioni situate all'intorno della zona presumibilmente mineralizzata entro un raggio di circa 400 m.

I valori di  $\Delta Z$  e  $\Delta H$  di tali stazioni rispetto alla stazione base sono risultati compresi entro  $\pm 10 \gamma$  intorno ai valori medi (\*).

Le anomalie delle due componenti determinate nelle varie stazioni sono state corrette dei valori medi così ottenuti, ricavando quindi le anomalie rispetto ai valori medi « regionali » (\*\*).

Alle misure di declinazione non sono state apportate correzioni per l'andamento diurno, dato che, nei pochi casi in cui erano riscontrate variazioni apprezzabili (oltre i 2 primi centesimali), le misure sono state ripetute.

Come valore medio « regionale » della declinazione, è stata assunta la media delle misure effettuate nei punti più lontani dalla zona presumibilmente mineralizzata; punti nei quali si erano ottenuti valori praticamente nulli sia di  $\Delta Z$  che di  $\Delta H$ .

Si sono avuti così a disposizione, per ogni stazione, i valori anomali, rispetto alle medie « regionali », di  $\Delta Z$ ,  $\Delta H$  e  $\Delta D$ .

I valori di  $\Delta H$  e  $\Delta D$  sono stati utilizzati per la determinazione, in grandezza e direzione, della componente orizzontale anomala totale ( $\Delta H_t$ ).

---

(\*) Si sono riscontrate sistematicamente differenze molto forti (anche oltre i 50 $\gamma$ ) su alcune piazzole di carbonaie.

(\*\*) Data la ristrettezza della zona non si considerano le variazioni dei valori regionali con le coordinate geografiche.

Il valore di  $\Delta H$  è infatti la differenza tra il modulo del vettore componente orizzontale in un punto (cioè del vettore somma della componente orizzontale « regionale »  $\overline{H}_r$  e della componente orizzontale totale anomala  $\Delta H_t$ ) e il modulo della componente orizzontale regionale  $\overline{H}_r$  e l'anomalia di declinazione  $\Delta D$  è l'angolo formato dai due vettori. Si possono quindi, con semplici considerazioni geometriche, ricavare, dalla componente orizzontale anomala totale  $\Delta H_t$ , il modulo, l'orientamento  $\alpha$  rispetto alla direzione di  $\overline{H}_r$  e le due componenti rispetto alla direzione di  $\overline{H}_r$  ( $\Delta H_p$ ) e rispetto alla direzione normale ( $\Delta H_n$ ).

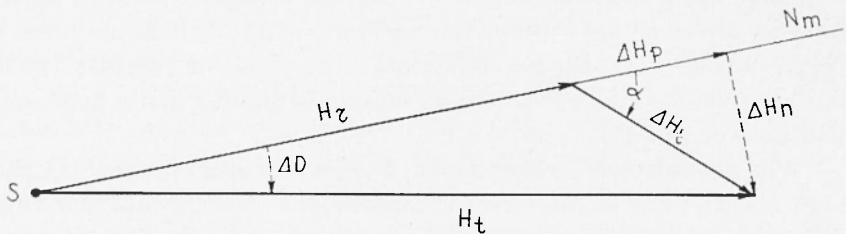


Fig. 2

Dalla Fig. 2, considerando come verso positivo degli angoli quello orario, si ha:

$$\begin{aligned}
 |\Delta H_t| &= \left( \Delta H^2 + 4 H_r (H_r + \Delta H) \cdot \sin^2 \frac{\Delta D}{2} \right)^{1/2} \\
 \Delta H_p &= \Delta H \cos \Delta D - 2 H_r \sin^2 \frac{\Delta D}{2} \\
 \Delta H_n &= (H_r + \Delta H) \sin \Delta D \\
 \operatorname{tg} \alpha &= \frac{(H_r + \Delta H) \sin \Delta D}{\Delta H \cos \Delta D - 2 H_r \sin^2 \frac{\Delta D}{2}}
 \end{aligned} \quad [1]$$

Nel caso in esame per  $\Delta H$  minori di  $200\gamma$  e per  $\Delta D$  minori di  $0,5^\circ$ , in luogo della [1] si possono considerare le espressioni semplificate:

$$\begin{aligned}
 |\Delta H_t| &= \left[ \Delta H^2 + (H_r \cdot \Delta D \operatorname{arc} 1^\circ)^2 \right]^{1/2} \\
 \Delta H_p &= \Delta H \\
 \Delta H_n &= H_r \Delta D \operatorname{arc} 1^\circ \\
 \operatorname{tg} \alpha &= \frac{H_r \Delta D \operatorname{arc} 1^\circ}{\Delta H}
 \end{aligned} \quad [2]$$

con  $D$  espressi in gradi centesimali.

Per la determinazione di  $H_r$  si è utilizzato il valore fornito dalla casa costruttrice per la posizione orizzontale dell'ago. Tale valore è stato controllato con alcune stazioni effettuate nei pressi di osservatori magnetici in cui era noto il valore assoluto della componente orizzontale. Le differenze rispetto al valore ricavabile in base alla taratura dell'ago effettuata dalla Casa sono risultate inferiori ai  $100 \gamma$ .

Anche assumendo un errore di  $\pm 200\gamma$  nella determinazione di  $H_r$  nella zona di Forno Volasco rispetto al valore vero, gli errori in  $\Delta H_t$  ed in  $\alpha$  sono risultati trascurabili ai fini del rilievo (\*).

Sulla base quindi del valore assunto di  $H_r$  ( $23.200\gamma$ ) si sono calcolate per ciascuna stazione i valori di  $\Delta H_t$  ed  $\alpha$ .

Nella Fig. 3 le componenti orizzontali anomale sono riportate come vettori orientati e le componenti verticali anomale ( $\Delta Z$ ) con numeri (\*\*). Nella stessa figura sono rappresentate anche le curve di livello topografiche e le isoanomalie di  $\Delta Z$ .

##### 5. - INTERPRETAZIONE DEI VALORI MISURATI.

Da una prima analisi della distribuzione dei valori anomali riportati nella Fig. 3, si può notare un generale andamento abbastanza regolare dei valori di  $\Delta Z$  intorno a due zone di massimo, indicate con le lettere  $A$  e  $B$  nella stessa Figura 3.

I vettori  $\Delta H_t$  in genere hanno direzioni convergenti verso queste due zone ( $A$  e  $B$ ) di massimo di  $\Delta Z$ .

Tali zone sono separate da una fascia di minimo di  $\Delta Z$  in corrispondenza della quale i vettori  $\Delta H_t$  presentano, da punto a punto, variazioni forti e spesso irregolari nel loro orientamento.

---

(\*) Gli errori sono stati calcolati con la formula della propagazione degli errori per funzioni di quantità osservate:

$$M_A = \sqrt{\left(\frac{\partial A}{\partial x}\right)^2 m_x^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial y}\right)^2 m_y^2 + \dots}$$

Ad es. nel caso in esame per  $\Delta H_t = 1000\gamma$  e  $D = 3^\circ$ , gli errori in  $\Delta H_t$  ed in  $\alpha$ , dovuti ad un errore di  $200\gamma$  in  $H_r$ , sono rispettivamente di  $8\gamma$  e  $12^\circ$ .

(\*\*) In alcune stazioni situate ai bordi della zona rilevata non furono eseguite le misure della declinazione. Poiché le anomalie di  $\Delta Z$  e  $\Delta H_t$  risultarono in genere inferiori o di poco superiori ai  $200\gamma$ , in base alle (3) si sono riportate in Fig. 3 le sole componenti nella direzione di  $H_r$  ( $\Delta H_p$ ).

La zona di massimo contrassegnata dalla lettera  $A$  è situata in corrispondenza delle masse mineralizzate già individuate. Nelle zone di affioramento della mineralizzazione, ove, come si è detto, sboccano numerose gallerie, si riscontrano valori anomali molti alti (superiori a  $1000\gamma$  fino ad un valore di  $11.600\gamma$ ). In prossimità degli imbocchi delle gallerie le anomalie divengono irregolari, in valore ed orientamento. Ciò è senza dubbio dovuto alla presenza di blocchi e frammenti di minerale che si trovano sparsi in tale zona (\*). Per tale ragione i valori che scartavano nettamente rispetto ad un andamento generale non sono stati considerati nell'interpretazione.

Anche escludendo tali valori, la configurazione delle anomalie risulta non molto semplice. Le due zone di massimo  $A$  e  $B$  non sono simili fra loro e mostrano alcuni andamenti irregolari sia nel valore di  $\Delta Z$ , sia nel valore e nell'orientamento di  $\Delta H$ .

L'andamento delle anomalie è senza dubbio condizionato dalla conformazione topografica della zona, cui possono essere dovute, in tutto o in parte, alcune delle irregolarità che si riscontrano nelle anomalie stesse.

Un primo tentativo di interpretazione è stato effettuato schematizzando le masse magnetiche con un numero limitato di dipoli (da 2 a 5).

Il calcolo teorico delle anomalie è risultato laborioso, data la topografia della zona, e non ha portato a risultati soddisfacenti. Per una ricostruzione anche di prima approssimazione si verificò che sarebbe stato necessario considerare non meno di 10-15 dipoli.

Per rendere l'interpretazione più spedita, si è ricorso all'analisi su modelli [1].

Si sono materializzati i dipoli con elettrocalamite [1] (\*\*) costituite da un nucleo prismatico abbracciato da un avvolgimento in rame.

Si avevano a disposizione elettrocalamite di diverse dimensioni assiali e con diversi numeri di spire (\*\*\*). Si aveva inoltre la possibilità di variare l'intensità della corrente continua che veniva fatta circolare nelle

(\*) Per tale ragione non si sono effettuate stazioni sui versanti a quote inferiori a quelle degli imbocchi delle gallerie. Anche in prossimità di queste, alcune stazioni ricadenti nelle vicinanze di mucchi di minerale furono scartate nell'esecuzione delle misure.

(\*\*) Progettate e costruite nell'Istituto di Geofisica Mineraria dell'Università di Roma, per l'interpretazione di rilievi magnetometrici.

(\*\*\*) Le dimensioni complessive delle elettrocalamite sono: sezione circa  $3 \times 3$  cm, lunghezza 3-5-7 cm, il numero di spire, costituite da filo di rame  $\phi$  0,8 mm, era di 500 per le elettrocalamite di lunghezza 3 cm; di 900 per quelle di lunghezza 5 cm e di 1200 per quelle di lunghezza 7 cm.



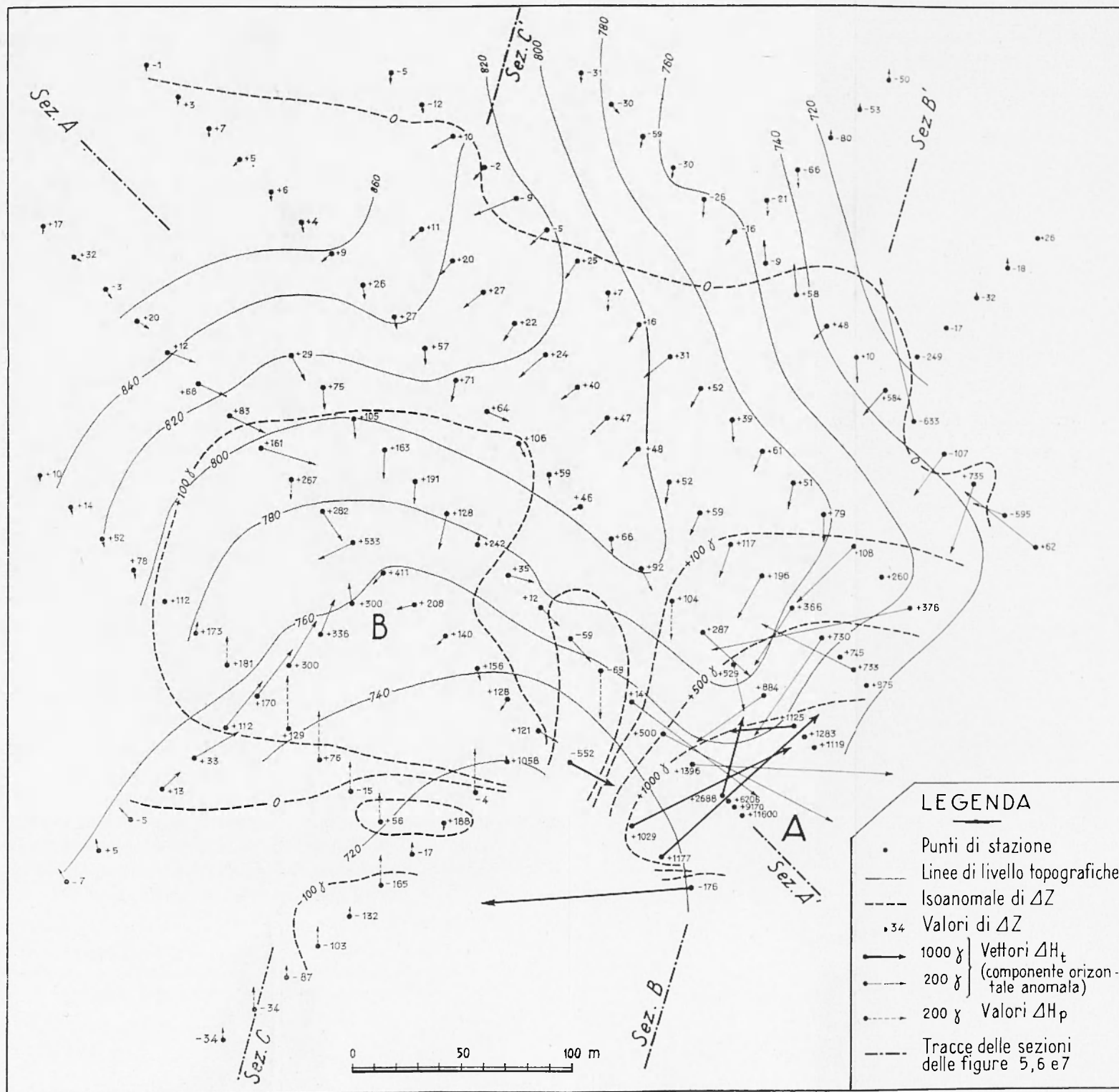


Fig. 3 - Planimetria della zona rilevata. Sono riportati i valori e le isoanomale di  $\Delta Z$  e le componenti orizzontali anomale totali ( $\Delta H_t$ ).

spire, sia variando la forza elettromotrice di alimentazione, sia con reostati collegati in serie.

Per costruire il modello, si sono montate su di un telaio diverse elettrocalamite, collegate con sistemi misti serie-parallelo, in modo tale che riproducessero in scala approssimata 1:1000, le masse di minerale presunte.

Per giudicare sull'effettiva rispondenza del modello, si è controllato il verificarsi di una similitudine geometrica tra il campo generato dal modello e quello misurato in campagna.

Tale verifica è stata effettuata confrontando l'orientamento delle linee di forza del campo magnetico misurato in campagna nei vari punti di stazione con l'orientamento delle linee di forza del campo generato dalle elettrocalamite nei punti corrispondenti, nel modello, ai punti di stazione.

Praticamente si è operato nel modo seguente:

Si è ruotato il modello in modo da disporre orizzontale la direzione corrispondente, nel modello, alla verticale; si è posta a fianco delle elettrocalamite una lastra di vetro orizzontale, che in tal modo, materializzava, nel modello, un piano corrispondente ad un piano verticale (Fig. 4). Ruotando il modello intorno alla direzione corrispondente alla verticale e traslando la lastra di vetro, si potevano così rappresentare tutti i possibili piani verticali.

Si è sparsa sulla lastra di vetro della limatura di ferro (\*); per effetto del campo magnetico generato dalle elettrocalamite, essa, dopo aperto il circuito di alimentazione della corrente, si dispone in modo da rappresentare, sul piano della lastra, la proiezione delle linee di forza del campo (nei punti di intersezione di queste ultime con la lastra).

L'andamento indicato dalla limatura di ferro rappresenta cioè la proiezione del campo magnetico sul generico piano verticale materializzato dalla lastra.

La lastra di vetro è stata posta in modo che rappresentasse (nella scala del modello), successivamente tutte le sezioni verticali significative che potevano tracciarsi per i punti di stazione.

È stato effettuato un confronto su ciascuna sezione fra l'andamento del campo indicato nel modello dalla limatura di ferro, e la proiezione del campo magnetico determinato in campagna sulla sezione verticale corrispondente a quella materializzata dalla lastra.

---

(\*) Il quantitativo di limatura da impiegare si è ridotto al minimo possibile per non alterare il campo generato dalle elettrocalamite con la presenza di circuiti magnetici a riluttanza minore di quelli sviluppati nell'aria.

Numerosi tentativi sono stati fatti variando il numero, la disposizione, l'orientamento e la forza magnetomotrice delle elettrocalamite fino a giungere, per successive approssimazioni, ad una configurazione del modello tale da soddisfare, entro i limiti richiesti, la similitudine geometrica tra il campo del modello stesso e quello determinato in campagna.

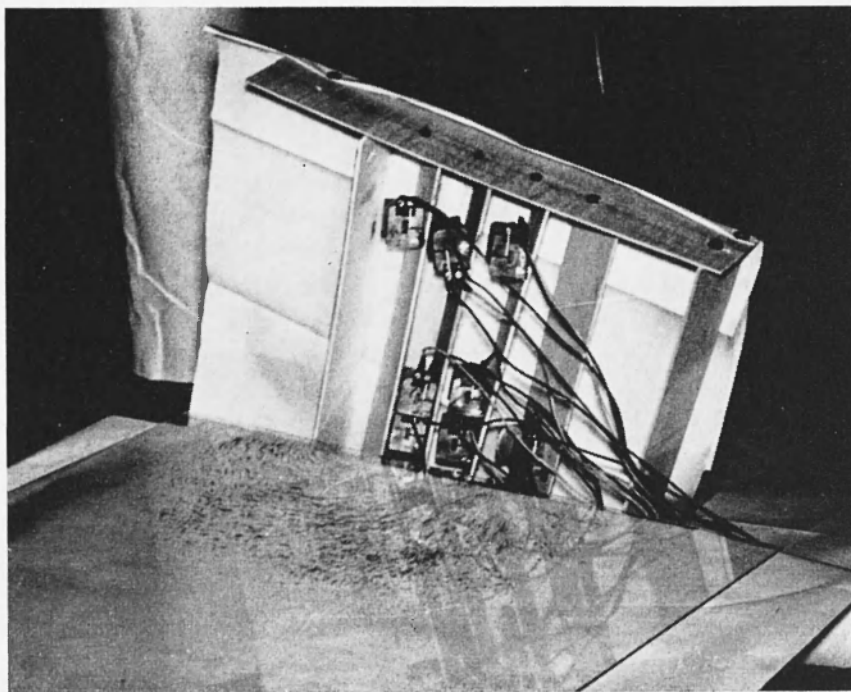


Fig. 4 - Apparecchiatura usata per le prove sui modelli.

Come esempi nelle Figure 5, 6 e 7 sono riportate tre fotografie riguardanti tre sezioni verticali ( $A-A'$ ;  $B-B'$ ;  $C-C'$ ) le cui tracce sono indicate nella planimetria della Fig. 3. Sulle fotografie sono rappresentati il profilo topografico della sezione, la proiezione dei vettori anomali totali e l'andamento delle linee di forza del modello.

Dalla posizione delle elettrocalamite nel modello, è stata ricavata la ubicazione nel sottosuolo delle presumibili masse di minerale magnetico (magnetite).

Inoltre si sono avute indicazioni comparative di prima approssimazione anche sulla grandezza delle varie masse di minerale presente.

Supponendo infatti che l'intensità di magnetizzazione (indotta + residua) sia costante nell'intero giacimento, i valori dei rapporti tra i momenti magnetici delle singole elettrocalamite, (facilmente valutabili conoscendo le caratteristiche delle elettrocalamite e la intensità di corrente passante negli avvolgimenti) dovrebbero corrispondere (in prima approssimazione) ai valori dei rapporti delle masse di minerale di cui le elettrocalamite sono i modelli.

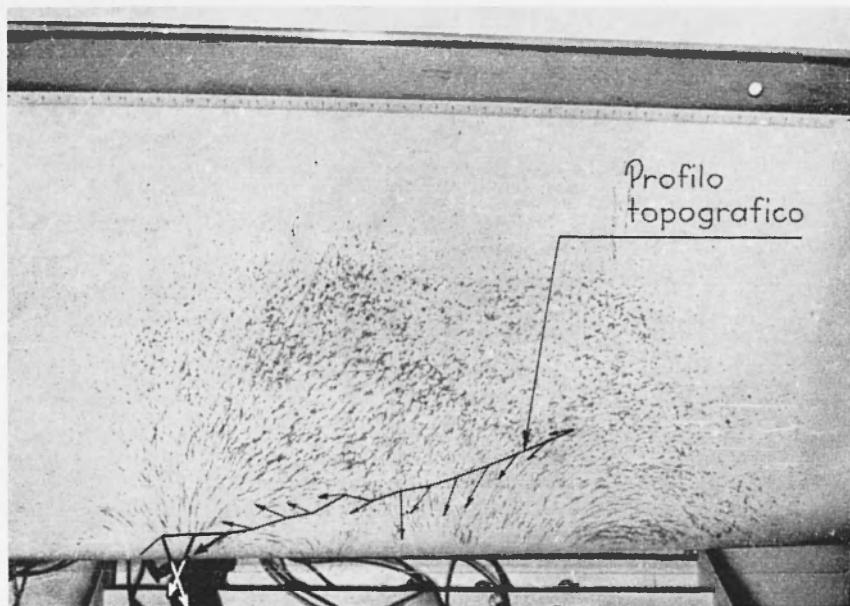


Fig. 5 - Andamento della proiezione del campo magnetico generato dalle elettrocalamite nel modello sul piano corrispondente alla sezione verticale 1-1' (vedi Fig. 3). Sono anche riportati il profilo topografico e le proiezioni, sulla sezione, dei vettori anomali totali determinati nelle varie stazioni interessate dalla sezione stessa.

Conoscendo l'entità delle masse mineralizzate nella zona già esplorata con gallerie è stato possibile quindi una valutazione approssimata dell'entità delle masse di minerale di cui, in base ai risultati del rilievo magnetometrico, si poteva presumere la presenza nelle zone ancora inesplorate.

Con l'interpretazione effettuata è stato così possibile indicare la presenza di due principali complessi mineralizzati, la cui posizione plani-

metrica è indicata nella Fig. 8, separati da una zona dove la magnetite è assente o molto scarsa.

Il primo complesso (*A*) corrisponde alla mineralizzazione già esplorata e conosciuta. I risultati del rilievo magnetometrico indicherebbero che tale mineralizzazione non si estende molto oltre le zone interessate dai lavori di ricerca già eseguiti.

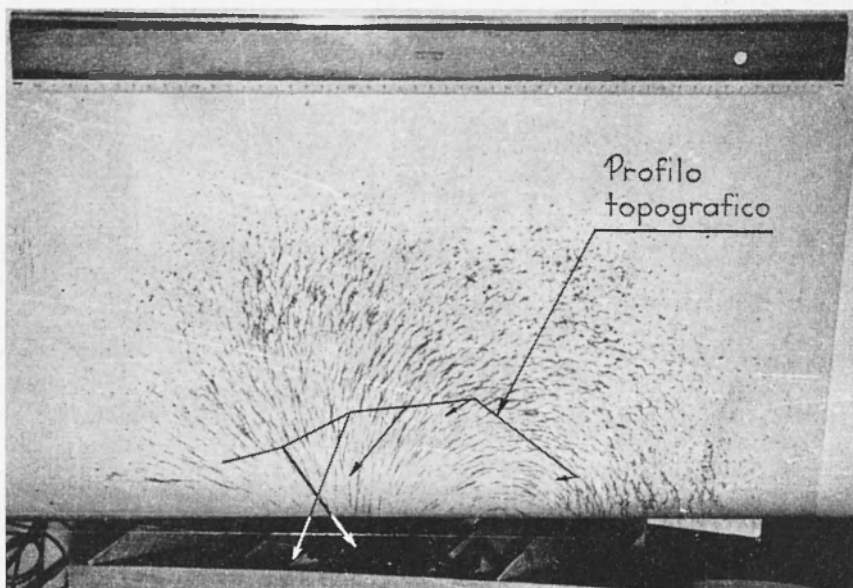


Fig. 6 - Andamento della proiezione del campo magnetico generato dalle elettrocalamite nel modello sul piano corrispondente alla sezione verticale *B-B'* (vedi Fig. 3). Sono anche riportati il profilo topografico e le proiezioni, sulla sezione, dei vettori anomali totali determinati nelle varie stazioni interessate dalla sezione stessa.

Nel dettaglio è risultato che il tenore medio in magnetite dovrebbe essere più scarso nella parte NE del complesso. Ciò è in accordo anche con alcune notizie riportate in « Relazioni sul servizio minerario - 1939 » [5] che indicano una prevalenza di pirite nella parte Est della zona interessata dalle ricerche.

Il secondo complesso (*B*) dovrebbe essere costituito, schematicamente da una massa magnetica situata a quota circa 700-720 m s.l.m. Risulta anche probabile che, nel dettaglio, tale massa sia costituita da varie parti, disposte grosso modo su di un piano, di potenza nella

verticale in media non superiore a  $1/2 \div 1/3$  di quella delle masse note del complesso *A*.

Nelle zone circostanti non vi dovrebbero essere che poche masse isolate di piccole dimensioni. Le ricerche minerarie effettuate hanno, del resto, individuato solo qualche mineralizzazione a pirite [6].

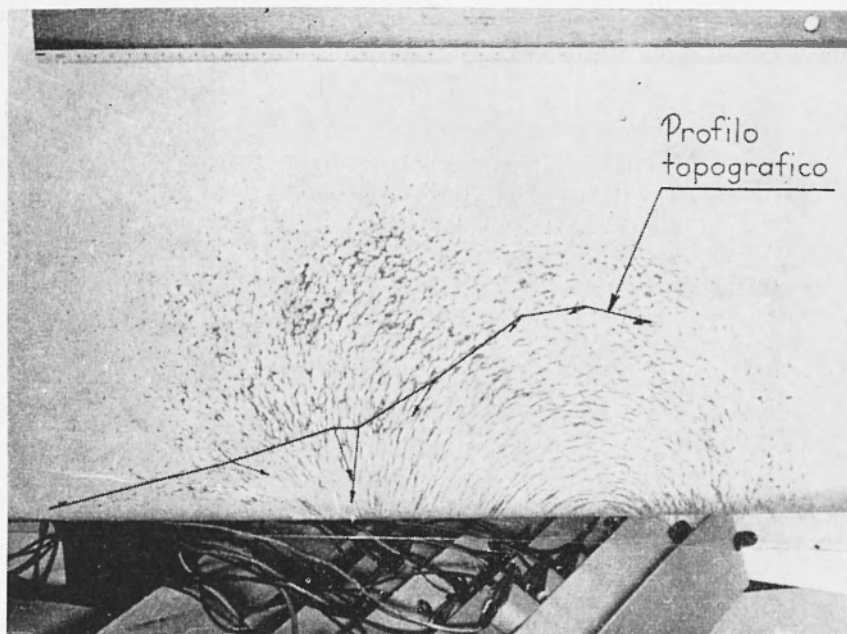


Fig. 7 - Andamento della proiezione del campo magnetico generato dalle elettrocalamite nel modello sul piano, corrispondente alla sezione verticale *C-C'* (vedi Fig. 3). Sono anche riportati il profilo topografico e le proiezioni, sulla sezione, dei vettori anomali totali determinati nelle varie stazioni interessate dalla sezione stessa.

Allo scrivente risulta che, dopo il rilievo magnetometrico, sono stati effettuati lavori di ricerca in galleria verso il complesso *B* segnalato. Questi lavori sarebbero stati solo di limitatissima entità e non si è potuto pertanto avere ancora un controllo completo della ricostruzione fornita. Sembra tuttavia che in effetti sia stata riconosciuta in corrispondenza della zona indiziata la presenza di magnetite.

Il metodo è stato impiegato anche in un rilievo di dettaglio su un giacimento elbano. In questo caso si è riconosciuto che le anomalie ma-

gnetiche riscontrate nelle zone di bordo di una massa di magnetite già riconosciuta erano dovute praticamente solo alla massa stessa; questo risultato è stato confermato dai successivi lavori minerari.

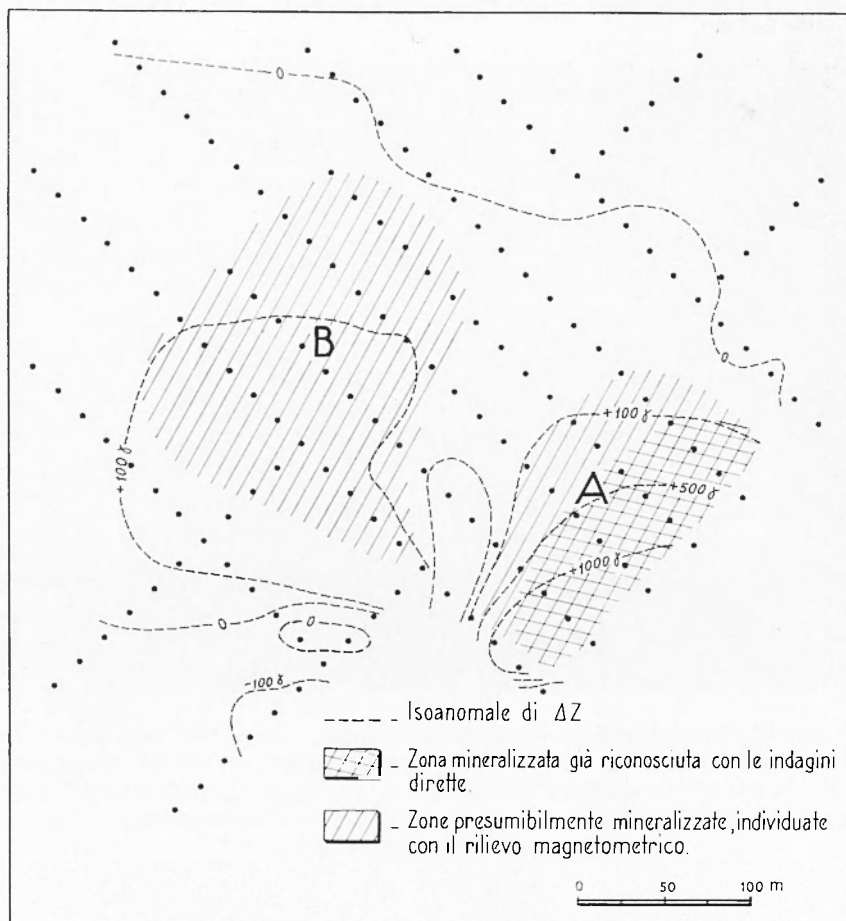


Fig. 8 - Ubicazione planimetrica delle masse di magnetite individuate con l'indagine magnetometrica.

Concludendo e generalizzando i risultati dei rilievi sopra discussi, si può sottolineare l'utilità di effettuare in campagna determinazioni, oltre che di  $\Delta Z$  e  $\Delta H$ , anche della declinazione anomala  $\Delta D$ ; l'impiego del vettore anomalo totale, che in tal modo si può ricavare, rende infatti

l'interpretazione più sicura e più spedita soprattutto nei casi di masse irregolari situate in zone a topografia accidentata.

Istituto di Geofisica Mineraria della  
Facoltà d'Ingegneria della Università

ROMA - Luglio 1965

#### BIBLIOGRAFIA

- (<sup>1</sup>) AQUILINA C., *Lezioni di Prospezione Geofisica. I*, Ed. Ateneo, Roma, 1958.
  - (<sup>2</sup>) NARDI R., *Geologia della zona tra la Pania della Croce, Galliciano e Castelnuovo Garfagnana (Alpi Apuane)*. Boll. Soc. Geol. It., **LXXX**, 2, (1961).
  - (<sup>3</sup>) STELLA A. - MANETTI L., *I giacimenti terriferi delle Alpi Apuane. Le miniere di ferro dell'Italia* ». Lattes, Torino, 1921.
  - (<sup>4</sup>) ZACCAGNA P., *Descrizione geologica delle Alpi Apuane*. Memorie descrittive della carta Geologica d'Italia. **XXV**. Roma, 1932.
  - (<sup>5</sup>) MINISTERO dell'Industria e del Commercio, *Rivista del Servizio Minerario e Relazioni sul Servizio minerario*. Anni dal 1900 al 1955.
-