

Sperimentazione delle metodiche a Potenziali Indotti nella versione a caduta di potenziale - P.I.T.D. - nella prospezione di giacimentologie a solfuri metallici in Sardegna (*)**

D. PATELLA (*) - G. RANIERI (**) - R. TRUDU (**)

Received on January 23 rd, 1978

ABSTRACT

The Induced-Polarization Time-Domain technique of geophysical exploration has been proved on known ore deposits of Sardinia in order to verify its validity and the possibility of mining prospecting under the employed operative conditions. The research has been carried out on massive, scattered and diffuse Pb, Fe and Zn sulphide orebodies. From the qualitative point of view the results obtained have been always successful. Furthermore, they seem very interesting and promising as concerns a semiquantitative attempt to the reconstruction of the buried geometries and to an approximated evaluation of the percent sulphide contents.

(*) Osservatorio di Geofisica e Fisica Cosmica della Università di Bari.

(**) Istituto di Giacimenti, Geofisica e Scienze Geologiche, della Università di Cagliari.

(***) Ricerca compiuta con il finanziamento del C.N.R.

RIASSUNTO.

La tecnica di prospezione geofisica a potenziali indotti nella versione a caduta di potenziali — P. I. T. D. — è stata sperimentata su giacimenti note della Sardegna al fine di verificarne la validità e la possibilità di indagine mineraria nelle condizioni operative scelte. La ricerca è stata condotta su mineralizzazioni a solfuri di Pb, Fe e Zn di tipo massivo, disperso e diffuso con risultati sempre positivi sul piano qualitativo ed interessanti e promettenti su quello semiquantitativo di ricostruzione della geometria sepolta e della stima orientativa dei tenori.

INTRODUZIONE.

La prospezione elettrica detta a Potenziali Indotti, pur argomento di studi teorici e di sperimentazione di laboratorio di vasta portata, non ha avuto in Italia un parallelo sviluppo di impiego di campagna. E ciò è specialmente vero nel campo, che le dovrebbe essere peculiare, dei giacimenti metallici a solfuri che hanno la loro sede più nota e consistente in Sardegna.

Avendo presenti queste considerazioni è parso utile e significativo intraprendere una serie di sperimentazioni con le metodiche sopra indicate nelle condizioni dell'ambiente minerario sardo. Perciò, l'anno 1973, con il finanziamento C.N.R. e la partecipazione strumentale della Università di Bari è stata intrapresa in Sardegna una campagna di prospezione col metodo elettrico a potenziali indotti (P. I.) nella versione a « scarica nel tempo », cosiddetta Time Domain (T. D.), su situazioni giacimentologiche metallifere tipiche sarde.

Fine della ricerca era la verifica della possibilità del metodo in condizioni giacimentologiche diverse come anche di sperimentare la sua agibilità in differenti situazioni topografiche e naturali; e la sua validità in condizioni di lavoro difficili per inquinamento elettrico industriale quale frequentemente si ha in prossimità di miniere o, comunque, di luoghi industrialmente attivi.

A tale fine, nell'ambito dei limiti di tempo e di spesa consentiti dal finanziamento, sono stati sceverati giacimenti ed ambienti diversi ma caratteristici della Sardegna nel quadro del metallifero limitando la ricerca, nel presente primo intervento, alle situazioni con mineralizzazioni a solfuri, massive e disperse ed in ambienti quasi vergini ed a forte inquinamento.

La sperimentazione è stata condotta nell'autunno 1973; ed i giacimenti scelti come rappresentativi sono stati quelli di Fontana Perda (Iglesias), Sa Marchesa e Monserrau (Buggerru) diversi per tipo di adunamento (massivo il primo, dispersi gli altri) che saranno descritti nel seguito. Non sono però mancate misure in altri luoghi, come a Genna Luas, S. Giovanni e Cabitza per esami sulla influenza dell'inquinamento elettrico e sulla ripetibilità in condizioni di lavoro e di tempo diverse.

LA STRUMENTAZIONE.

Per la intelligenza della sperimentazione compiuta è utile avere notizie illustrative della strumentazione usata nella ricerca.

Le misure di campagna sono state condotte con l'apparato per la prospezione a polarizzazione indotta nella versione a decremento di potenziale (P. I. T. D.) Seigel Mark V della Sharpe Instrument of Canada Ltd, Donsview, Ontario di progettazione 1966.

La detta è, articolata su 3 carichi: un gruppo elettrogeno a benzina; un cofano di energizzazione; un cofano di misura; con i suoi ingombri modesti — rispettivamente 200, 120, e 95 dmc — ed i suoi pesi limitati — nell'ordine 50, 30 e 20 kg — ha trovato facile sistemazione nel vano bagagli di automezzi piccoli e facile impiego di terreno.

Il gruppo elettrogeno, mosso da un motore a 2 tempi, alimentato a miscela, di 4 cavalli di potenza, fornisce una potenza elettrica di 1,2 kVA su una tensione alternata sinusoidale monofase di 115 V a 400 Hz. La tensione è stabilizzata.

Il gruppo di energizzazione, o trasmettitore, elabora l'energia in ingresso col compito principale di produrre la tensione adatta, per caratteristiche e potenza, alla polarizzazione del suolo, via gli elettrodi di corrente. A tale fine produce una tensione alternativa ad onda rettangolare di ampiezza stabilizzata con semiperiodo di 2 s composto di 1,5 s di trasmissione e 0,5 s di pausa. La tensione massima che può essere applicata al terreno è di 1000 V con corrente fino a 5 A nell'ambito della potenza massima ammessa (circa 1 kW). Per conservare il carico, nei tempi di pausa riservati alla misura, la trasmissione di energia è chiusa su un carico fittizio interno e variabile per simulare nel modo più aderente il terreno in esame.

Questo settore assolve anche, subordinatamente, alle funzioni di alimentatore generando tutte le tensioni occorrenti per tipo, forma, stabilità, alle parti elettriche — relè, motori, etc. — ed elettroniche della strumentazione.

La parte misura, totalmente transistorizzata, provvede alla misura delle tensioni agli elettrodi di potenziale, sia nella fase di energizzazione che in quella di pausa. Il transiente osservato durante la pausa viene integrato nel tempo — 0,5 sec — e sommato per un numero voluto (4 nel caso specifico) di cicli previo raddrizzamento in corrispondenza della inversione della corrente di polarizzazione. Vengono così raccolti, simultaneamente, dati utili per metodi elettrici a resistività ed a potenziali indotti (T. D.).

Gli elettrodi di potenziali impiegati sono stati del tipo impolarizzabile in rame e solfato di rame; quelli di corrente in acciaio, sistemati a gruppi.

Pur di sufficiente mobilità l'apparato, che ha trovato facile collocazione in un automezzo leggero, ha avuto, come intuibile, la sua principale limitazione nel gruppo elettrogeno — il carico più pesante — che, pur barellato, si è mosso con fatica nelle condizioni più difficili della campagna sarda.

Il meccanismo elettrico di indagine descritto, che si inquadra fra quelli detti « a pulsazione », pur di buona razionalità, riflette un momento costruttivo sorpassato. Tempo di carica di soli 2 s; tempo di misura molto inferiore al tempo di carica; integrazione della caduta del potenziale per tutto il tempo di

misura con inizio immediato al cessare della energizzazione; sono tutte condizioni operative non ottimali, anche se il tempo corto di una fase — 2,5 s — limita l'effetto delle correnti telluriche sui potenziali misurati. Aveva, invece, una sua validità l'idea progettuale della corrente di energizzazione alternativa con la somma dei transienti di risposta per più cicli che si proponeva, chiaramente, l'intento di eliminare, od almeno grandemente limitare, l'effetto sulla misura dei potenziali spuri di qualsiasi origine e tipo sia a variazione lenta come i potenziali naturali, le correnti telluriche, la polarizzazione agli elettrodi; o rapida, ma intensi e casuali, come i transitori che si hanno in prossimità degli insediamenti urbani od industriali; o per l'accoppiamento induttivo fra i circuiti di misura.

Per verificare la rispondenza della strumentazione a questa intenzione sono state eseguite misure in prossimità di zone minerarie ove fossero attesi e frequenti transitori elettrici sufficientemente intensi nei suoli: in particolare in vicinanza di un pozzo (il Morra a Funtana Perda) e sopra una galleria di carreggio (la Sartori in località Cabitza, 200 m circa sotto il piano di campagna). Sia nell'uno che nell'altro caso la chiusura o la apertura di grosse macchine elettriche — elevatori nei pozzi e locomotive elettriche in galleria —, hanno provocato pericolosi inconvenienti alle misure, specie a spazature non piccole, con osservazioni disperse in situazioni non critiche, ma talvolta con effetti addirittura pericolosi per gli strumenti indicatori. L'inconveniente è stato particolarmente sentito in relazione al carreggio eseguito con trattori alimentati in c.c. con ritorno per il binario ed il terreno. Nei casi di ambienti elettricamente inquinati è risultato necessario lavorare in giorni di industria inoperosa.

Il meccanismo di misura detto ha, invece, ben risposto nei confronti dei potenziali costanti, o a variazione lenta, e, soprattutto, non molto intensi come i potenziali spontanei o le correnti telluriche che hanno avuta nessuna incidenza sulle osservazioni, le misure essendosi conservate nel tempo.

Per quanto, infine, concerne gli effetti di accoppiamento elettromagnetico fra i dispositivi di energizzazione e di misura sia tra i conduttori che via il terreno è da dire che essi non

sono stati avvertiti in modo evidente. Il fatto era del resto atteso. Infatti, come noto, l'effetto di accoppiamento e. m. fra i dispositivi detti via terreno dipende dal quadrato della lunghezza della configurazione elettrodica impiegata, dalla resistività media del terreno, e dal momento della misura dal cessare della energizzazione. In tutta la nostra sperimentazione, e nella situazione più difficile (lunghezza del quadripolo 1000 m; resistività ambientale media minima 100 ohm. m), l'effetto percentuale risulta dell'1,6% ad 1/100 di s dalla interruzione della corrente; ma di solo lo 0,05% dopo 1/10 di secondo. In conclusione, dunque, un effetto di poco conto in una misura che, pur iniziando subito al cessare della energizzazione, si prolunga poi per 0,5 secondi.

Del tutto insignificante, poi, l'effetto e. m. di accoppiamento diretto fra i cavi al quale compete una costante di tempo ancora minore della precedente appena vista.

La strumentazione ha accusato altra limitazione in conseguenza del necessario accoppiamento fra emittore e misuratore. Questo fatto che obbliga a tenere i due cofani vicini ha costretto a scegliere configurazioni elettrodiche compatibili con la detta vicinanza e perciò, in buona sostanza, soltanto quadripoli alla Schlumberger od alla Wenner. La pratica di terreno è stata perciò sviluppata con modi che si rifanno al sondaggio elettrico verticale alla Schlumberger eseguito lungo profili scelti circa normalmente alle strutture in studio.

In conclusione una strumentazione classica, anche se ormai vecchia, di buona mobilità su un terreno che non raramente presentava difficoltà di movimento anche agli esseri umani.

LE MODALITÀ OPERATIVE.

Per i fini che si proponeva la ricerca, volta a riconoscere la reattività dei giacimenti sardi in termini di polarizzabilità elettrica nelle loro condizioni reali di mineralizzazione, giacitura, idrogeologia, praticabilità dei luoghi con le strumentazioni occorrenti, piuttosto che lo studio del giacimento nei suoi dettagli di forme, dimensioni, profondità, tenori, la levata geofisica è stata

programmata in tutti i casi per profili disposti su allineamenti normali alla direzione delle strutture geologiche in studio. E' stato anche, in fase progettuale ed almeno per la situazione di maggior interesse, prevista la copertura dell'intera area minerariamente interessante con una serie di profili paralleli rilegati con altri incrociati, ma i limiti imposti dalle disponibilità finanziarie e dal tempo in uno col desiderio del più alto numero di casi esaminati, hanno condotto alla osservazione dei soli allineamenti stimati più significativi. Le misure sono state eseguite con le modalità dei Sondaggi Elettrici Verticali (SEV) e quadripoli alla Schlumberger. Gli elettrodi sono stati sempre tenuti sul profilo ed i centri dei sondaggi spostati, a seconda dei casi di 50÷60 m sino a coprire il profilo nella lunghezza in progetto. La progressione della spaziatura del dipolo di corrente è quella circa esponenziale. L'ampiezza massima del dipolo, condizionato dalla profondità di indagine voluta, è stata di 1000 m. In questi modi operativi e nelle condizioni medie di praticabilità della campagna dell'ambiente minerario sardo — terreno ondulato, poco rotto, senza manufatti e con vegetazione a cespuglio povero — la produzione geofisica, in luoghi già preparati topograficamente e segnalizzati, è stata mediamente di 2 sondaggi/giorno, con una squadra di 1 geofisico, 1 operatore, 3÷4 ausiliari per la parte fisica e di 1 topografo con 1 ausiliario per la parte topografica. E' evidente che i modi della levata equivalgono anche ad una serie di Sondaggi Elettrici Orizzontali (SEO) di diversa spaziatura condotti sullo stesso allineamento.

Le grandezze osservate sono state le dette in sede di strumentazione e perciò quelle d'uso per i sondaggi elettrici con in più l'effetto di polarizzazione indotta P. I. — Da queste sono state tratte le quantità di significato fisico più completo della resistività in ohm. m; la caricabilità M in mV. sec/V; il cosiddetto fattore metallico ottenuto dividendo la caricabilità per la resistività nello stesso luogo e moltiplicando il quoziente per 1000 (in luogo di 2000 di maggior consuetudine) così da ottenere questa quantità in μ F/m. Quest'ultima grandezza non è di uso consueto nella prospezione per polarizzazione indotta nella versione T. D.: tuttavia è stata usata nella analisi presente, indipendentemente dal suo nome di scarso significato, per la sua

azione normalizzatrice nei confronti della resistività che, con le sue modificazioni, non raramente altera il quadro della caricabilità modificandone l'aspetto sia qualitativo che metrico. Ovviamente tutte le grandezze citate sono « apparenti » e tali saranno sempre: sarà perciò in futuro sempre omesso questo aggettivo sottinteso.

Le risultanze sono state sempre rese visivamente per pseudosezioni riportando la grandezza elettrica rappresentata sulla verticale per il centro del sondaggio alla profondità $AB/2$ pari alla semilunghezza del dipolo di corrente. Questo modo rappresentativo è di grande evidenza anche se in larga parte convenzionale e frutto della consuetudine. Fisicamente parlando, e tenendo conto delle leggi di distribuzione delle linee di corrente in profondità, l'ordinata dovrebbe essere adattata al valore medio della resistività ambientale nei luoghi trattati: tuttavia, aderendo alla consuetudine prevalente, nel caso attuale è stata usato sistematicamente il valore $AB/2$. Le risultanze sono state rese in tavole che, per ogni situazione studiata, riportano la sezione geologica (presunta per conoscenza diretta) lungo il profilo di misura; e le pseudosezioni di resistività; caricabilità; e fattore metallico. La posizione dei picchetti di riferimento, segnati in ogni sezione con i loro numeri indicativi, rende facile, può dirsi immediata, la correlazione fra le rappresentazioni dei diversi parametri.

LE RISULTANZE

La prospezione è stata condotta, nei modi detti, su giacimenti a solfuri nei tipi di ammasso e di filone, e con mineralizzazione sia massiva che diffusa. I campioni scelti sono tutti in luoghi minerari che ne assicurano una buona conoscenza per esami diretti, ma che, allo stesso tempo, non sono così profondamente compromessi dai lavori estrattivi, da una parte, avere modificato profondamente quelle che erano le caratteristiche del giacimento originale; e, dall'altra, inquinare elettri-

camente l'ambiente con le attività industriali tanto da rendere difficili, od addirittura compromettere, le misure fisiche.

Nel seguito sono descritti ed illustrati i lavori condotti sui casi che sono parsi più significativi ed interessanti.

FUNTANA PERDA.

Il giacimento di nome detto comprende due lenti, accertate, distanti circa un chilometro una dall'altra, mineralizzate prevalentemente a pirite (media 80%) e blenda (media 3%) con poche tracce di galena, insediate in una fascia di fratture dirette circa Nord-Sud nella parte orientale dell'anello metallifero iglesiente. Ciascuna lente è lunga circa 200 metri, profonda circa 100 m (da 30 metri sino ad una profondità massima di 130 metri), con spessori variabili da pochi metri a 25-30 metri, con andamento non regolare ma con apofisi e digitazioni e sviluppo maggiore secondo la frattura che le contiene. Esse si trovano insediate nei banchi dolomitici di spessore variabile chiudentisi ad imbuto verso il basso, diretti circa Nord-Sud, subverticali con immersione verso E di pochi gradi, con contatti di tetto e di letto di prevalente natura scisto-arenacea, e sovrastati frequentemente da manifestazioni di ossidazione superficiale come brucioni di ferro e di zinco. Essi sono anche segnati da un affioramento silicizzato in corrispondenza della frattura.

Nella zona sono presenti sorgenti — come lo stesso nome del luogo ricorda — e notevole circolazione d'acqua si trova anche nel banco con portate maggiori alle quote più alte.

Il giacimento appartiene all'anello metallifero iglesiente. Di età cambrica, il metallifero — cosiddetto perché sede delle più importanti manifestazioni a metalli in Sardegna — consiste di rocce carbonatiche molto potenti prevalentemente a facies dolomitica, comprese fra arenarie al letto e scisti argillosi (di Cabitza), spesso grafitosi, al tetto. Al contatto arenarie-metallifero si hanno le cosiddette « alternanze », momento di transizione, consistenti in banchi di dolomia a grana fine potenti da

GIACIMENTO DI FUNTANA PERDA

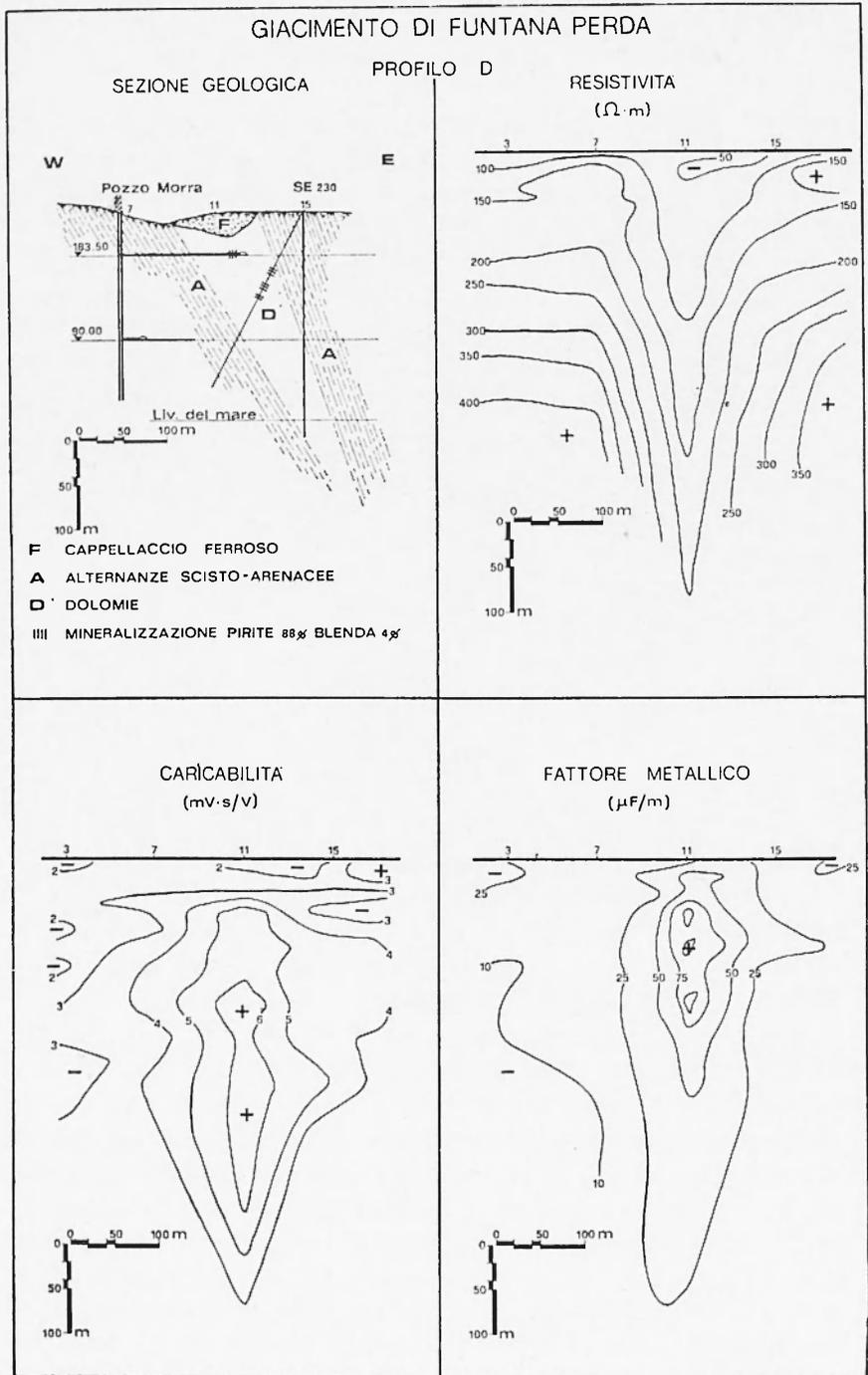


Fig. 1

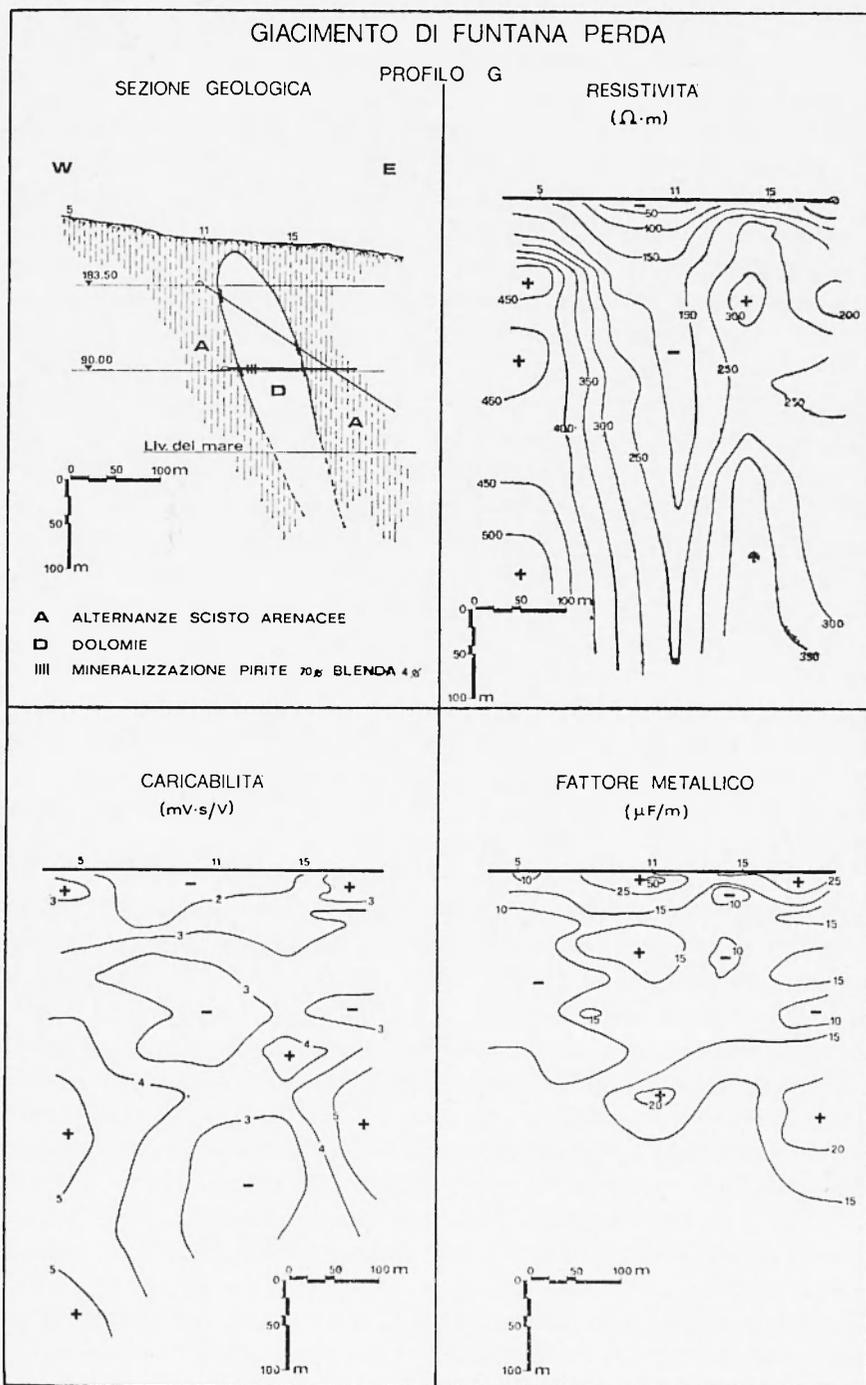


Fig. 2

0 a 100 m fra i quali rientra anche quello in argomento. Tutta la serie cambrica ha subito rimaneggiamenti tettonici ripetuti e cospicui in coincidenza con i principali fatti orogenetici fra i quali, certi, l'ercinico e l'alpino con rilevanti sistemi di fratture e raddrizzamenti.

La prospezione ha interessato la lente più meridionale, detta di Funtana Perda in senso stretto che, pur abbastanza conosciuta per ricerche dirette, era anche la meno contaminata da lavori minerari e godeva di una topografia e di un manto vegetale più accessibili.

Tutta la zona soprastante la parte mineralizzata è stata segnalata con profili distanti 100 m indicati con lettere dell'alfabeto a partire dal più meridionale che per essere normali alla direzione del giacimento sono orientati circa E-O e picchettati ogni 25 m. — Tuttavia, sia per le conoscenze possedute che per le affermate finalità della ricerca sono stati rilevati soltanto i profili D — nel pieno della mineralizzazione — e G — là dove la mineralizzazione era giudicata finita: in realtà insignificante e puramente episodica —. Su i detti profili i sondaggi elettrici sono stati eseguiti con centri spazati di 100 m e precisamente 5 sul profilo D e 3 sul G con dipolo di corrente massimo fra i 1000 ed i 600 m a seconda dell'interesse del luogo.

Le risultanze sono nelle figg. 1 e 2. E' subito manifesta la differenza fra i profili D e G: il primo su una mineralizzazione importante, il secondo su sterile con episodi minerari rari e casuali. Nel primo caso linee di isocaricabilità e di stesso fattore metallico che evidenziano un corpo allungato, subverticale, che si spinge sino a profondità notevoli; nel secondo valori dispersi, episodici, incapaci di delineare forme sepolte in modo evidente. In entrambi i casi, invece, ripetitivo e chiaro l'andamento delle linee di resistività a mostrare nella dolomia la via di movimento dell'acqua.

Nel profilo D appare evidente la corrispondenza fra caricabilità, o fattore metallico, e mineralizzazione; e la correlazione sembra andare oltre la semplice rispondenza qualitativa, indicando anche, seppure grossolanamente, la situazione sepolta con informazioni preziose sia per l'impostazione razionale della ricerca diretta, che per la progettazione dei lavori. Ad un esame

più attento non mancano le discordanze come p. e., la mancata indicazione della pendenza del giacimento, ed un prolungamento esagerato della anomalia in profondità: ma su questo punto è da ricordare quanto già osservato criticamente sulla consuetudine di collocare il dato sperimentale ad una profondità pari al semibipolo di corrente. Da notare, sullo stesso argomento, come il fattore metallico sia più aderente alle dimensioni geologiche.

Per quanto concerne le ampiezze delle anomalie, benché poco prudente avventurarsi in questo campo allo stato attuale delle esperienze né essere questo argomento della ricerca, è interessante notare che contro valori della caricabilità pur chiari ma tuttavia modesti stanno anomalie in termini di fattore metallico di tutto rilievo.

In conclusione risultati positivi e ben utili sul piano qualitativo con significato che può essere valutato semiquantitativo.

CABITZA.

E' una vecchia miniera, già coltivata per camere e pilastri, sino al livello 90 — cioè a 150 m sotto il piano di campagna — ed ormai abbandonata. La località è stata già citata per gli effetti dei transienti prodotti dai fatti industriali sulle misure in quanto gli allineamenti di osservazione correvano sulla importante galleria di carreggio Sartori profonda 200 m sotto il piano di campagna e percorsa da convogli trascinati da locomotori elettrici in c. c.

Originariamente il giacimento consisteva in galena e blenda in forma massiva entro calcari e scisti cambrici. Attualmente è esaurita: ma è stata saggiata con la intenzione di verificare se le mineralizzazioni residue della coltivazione, in ambiente per larga parte cavernoso, fossero ancora in grado di manifestare la loro presenza. Le misure sono state eseguite su 2 profili incrociati sul centro dell'antico giacimento con sondaggi spinti sino a spaziatura massima di 1000 m.

Le risultanze, sino alla profondità geologicamente e giacimentologicamente note rese, come sempre, in pseudosezioni, sono risultate caotiche prive di forme evidenti certamente fortemente condizionate dalle grandi cavità tuttora presenti e perciò non sono state riportate per il loro scarso significato.

Tuttavia, alle profondità maggiori, sotto i livelli già coltivati, è risultato un netto massimo di caricabilità ad indicare una situazione potenzialmente mineraria. La mancanza di una correlazione possibile con fatti giacimentologici noti pone la risultanza fuori degli scopi del presente lavoro. Si tornerà, semmai, sull'argomento quando in possesso di nuove conoscenze giacimentologiche.

SA MARCHESA.

Sito nella zona più occidentale della Sardegna meridionale (Sulcis), il giacimento si trova in una zona di faglia del metalifero dove, tra il calcare cambrico si sono inseriti gli scisti ordoviciani, leggermente grafitosi e con probabili tracce di mineralizzazione. Al contatto con gli scisti il calcare presenta una zona fratturata e mineralizzata per piccole vene e piccole masse in galena argentifera (4,5%) e blenda (qualche %). Antica miniera coltivata sin da epoca romana, oggi alterna zone ancora ricche con vuoti di coltivazione talvolta colmati con vecchie ripiene con ancora qualche per cento in galena ed in blenda, considerata, questa sterile dagli antichi. Al momento delle misure la miniera era praticamente in tracciamento.

La zona di lavoro era topograficamente aspra con pendenza del 50, ma fino al 70 per cento e cespugliato folto: molto difficile, quindi, per cui l'esame è stato limitato ad un solo profilo, composto di 3 sondaggi con centri spazati di 50 m (sui picchetti 5, 7, 9), diretto contro il fianco della montagna e normale alla direzione delle strutture geogiacimentologiche.

Anche in questo caso topograficamente e minerariamente difficile, i risultati sono stati interessanti. La pseudosezione di

GIACIMENTO DI SA MARCHESA

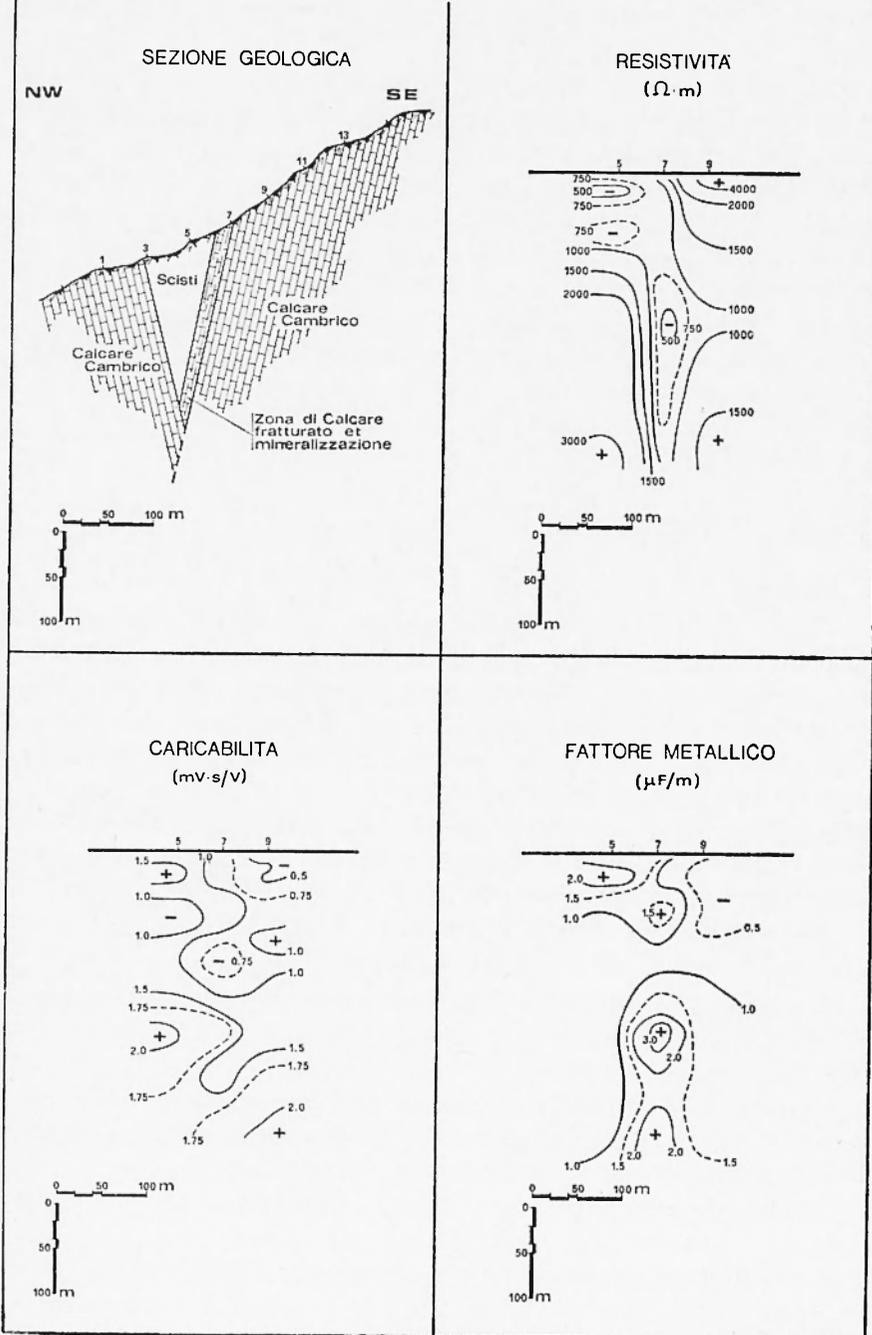


Fig. 3

resistività definisce molto bene la zona fratturata, evidente via di movimento delle acque, mentre quella di caricabilità è deludente, probabilmente compromessa dai vuoti esistenti e dalla distribuzione delle resistività. Chi invece risulta chiaramente significativo in questa situazione è il fattore metallico che definisce bene la zona mineralizzata qualificando anche, secondo notizie recenti, quelle più ricche. La ampiezza della anomalia, in questo caso di alcune unità rispetto al centinaio trovato in Funтана Perda, sembra significativa anche in termini di mineralizzazione.

MONSERRAU.

Sito ancora nell'anello metallifero, nella zona più occidentale e settentrionale dell'Iglesiente, questo giacimento consiste in una fascia di quarziti dello spessore di circa 20 m, affiorante ed abbastanza profonda, mineralizzata in modo diffuso in galea con tenore medio del 3%, che si presenta come un filone subverticale (immersione sui 70°) inserito al contatto fra la dolomia cambrica e gli scisti silurici. La mineralizzazione è stata accertata da un sondaggio esplorativo inclinato e da una galleria in direzione mostrati nella sezione geologica. La topografia della zona è ripida con pendenze intorno al 50% ma, in compenso, priva del cespugliato che ostacola il movimento.

Anche in questo caso è stato rilevato un solo profilo composto di 5 sondaggi con centri (per i picchetti n. 2, 6, 10, 14, 18) spazati fra loro di 100 m e lunghi sino a 500 m ($L = 250$ m). Le risultanze sono nella tavola. La pseudosezione di resistività mostra, in un ambiente globalmente altoresistente, una chiara differenziazione fra le dolomie e gli scisti, più conduttori, nei quali deve esistere una pur modesta circolazione d'acqua come dimostra una piccola sorgente che sgorga nei pressi del sondaggio. Ben significativa la pseudosezione di caricabilità con massimi anche a prima vista bene collocati in corrispondenza della parte mineralizzata. Singolarmente, nel caso trattato, la

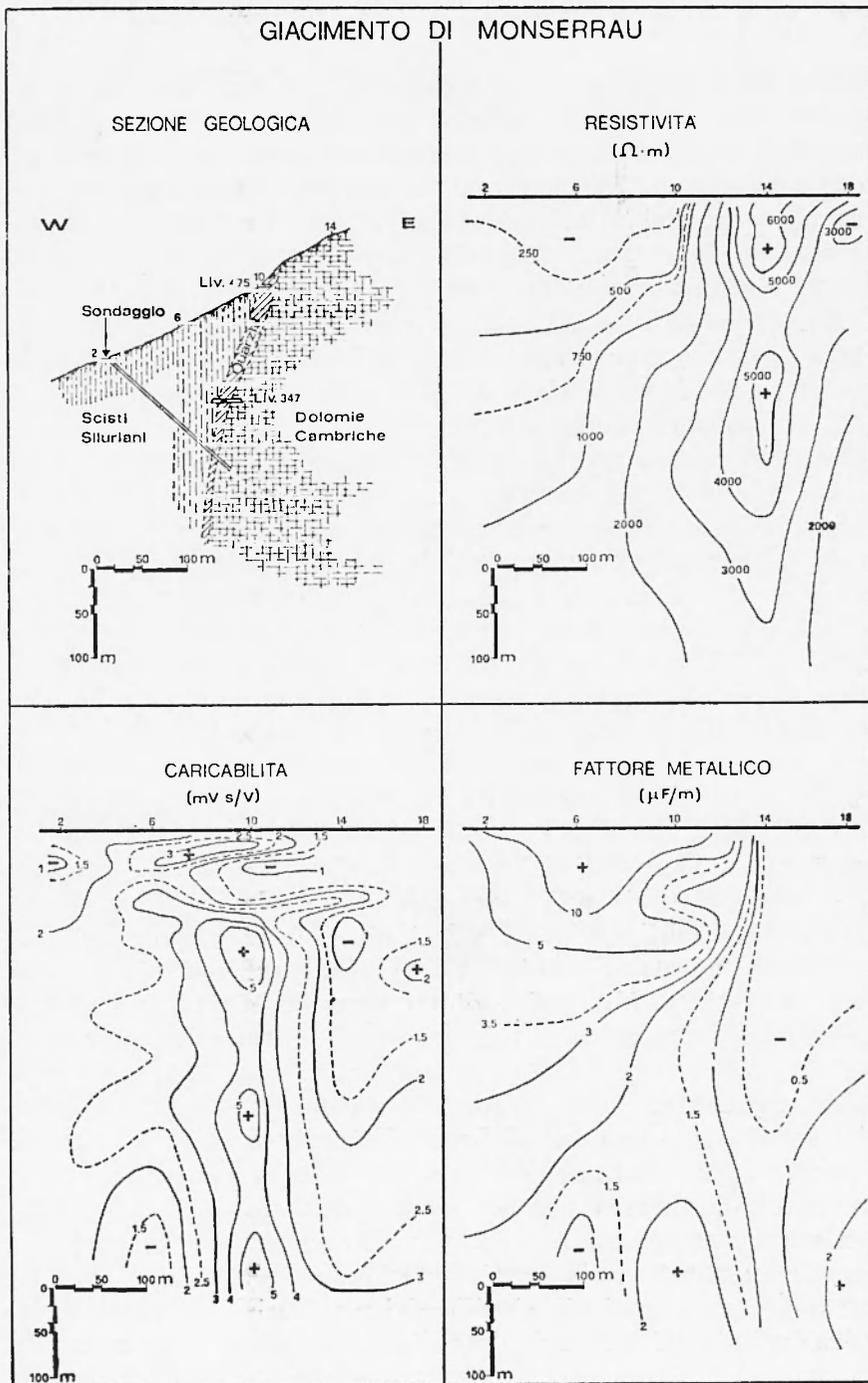


Fig. 4

pseudo-sezione del fattore metallico risulta vaga nelle forme ed evanescente nei numeri. Questo risultato è in parte da attribuire all'alta resistività media ambientale; ma, soprattutto, concorre a comporre un quadro tanto vago la diversa posizione dei massimi positivi della resistività, — sulla verticale per il picchetto 14 — e della caricabilità — sotto il picchetto 10 — mineralizzazione massima in corrispondenza della quale si sono avute anomalie evidenti, — ampie specialmente nel fattore metallico — che si confermano in entrambi i due parametri di potenziale indotto usati.

In una estensione semiquantitativa è da dire che la posizione della mineralizzazione, anche se in modo approssimativo, risulta denunciata. La indicazione imprecisa — forme in genere eccessivamente allungate ed orientate in modo imperfetto come si vede bene nelle pseudosezioni di Funtana Perda ed anche nelle altre quando si orienti la linea di riferimento con la superficie del suolo — discende in larga parte dai modi usati per cartografare; ma non sono da escludere motivi operativi legati al dispositivo elettrodico impiegato, alla distanza fra i centri dei sondaggi, alla mancata estensione della prospezione in superficie in luogo del rilevamento per profili. Ma, come detto in altra parte, la scelta è stata condizionata e dai mezzi a disposizione e dagli scopi che la ricerca si era proposti. Per finire, sempre nello stesso campo di valutazione, sembrano di buon interesse, i numeri caratterizzanti le anomalie. Non solo, come già detto, sembrano qualificare con i valori più alti gli adunamenti più ricchi di uno stesso ambiente; ma paiono avere significato anche in assoluto. Al massivo di Funtana Perda risultano fattori metallici di 100 contro il 3 del disperso in filone di Sa Marchesa (e caricabilità chiara nel primo e confusa nel secondo); mentre a caricabilità di circa uguale importo nel massivo e nel filoniano ad impregnazione diffusa di Monserrau (ma è nota la reattività accentuata nel diffuso) corrispondono poi fattori metallici di ben diverso significato ed importo. Ma, evidentemente, gli esempi sono ancora pochi per affermazioni convinte.

In conclusione, la sperimentazione condotta in Sardegna su taluni giacimenti più significativi a solfuri ha dimostrato la piena validità ed utilità dell'uso di questa metodica a potenziali

provocati, versione T. D. — caduta del potenziale — nella prospezione mineraria del metallifero. E' auspicabile vivamente la ripresa di questa sperimentazione con strumentazione più moderna e maggiori mezzi di lavoro, oltre che per una migliore conoscenza della giacimentologia della Sardegna, anche per la acquisizione di una più ampia casistica sulle possibilità quantitative delle metodiche usate specialmente lavorando in zone vergini.

In conclusione, tuttavia, risultati utili anche in questo caso: immediatamente evidenti nella resistività e, soprattutto, nella caricabilità, gli esiti vanno oltre il significato puramente qualitativo non solo per l'indicazione della forma e posizione della mineralizzazione ma anche perché recenti lavori minerari hanno mostrato una buona corrispondenza fra i massimi mostrati nella caricabilità e le zone con i tenori più alti del minerale.

CONCLUSIONI.

Il metodo di prospezione geofisica a Potenziali Indotti è stato verificato in Sardegna su giaciture minerarie a solfuri — essenzialmente ferro piombo — in condizioni diverse di adunamento — massivo; filoniano a vene e masse piccole; filoniano diffuso — ed in condizioni topografiche e di copertura vegetale dalle facili alle più difficili (Sa Marchesa).

Per quanto di ingombro e peso non trascurabili, specialmente nel gruppo elettrogeno, l'apparato usato si è mosso abbastanza facilmente avendo l'accortezza di lavorare con la tecnica per sondaggi verticali che implica movimento di elettrodi e cavi piuttosto che di strumenti. Tuttavia, pur con buona disponibilità di ausiliari, generalmente messi a disposizione dalle miniere presso le quali si è lavorato, il progresso medio di lavoro giornaliero è stato di 2 sondaggi lunghi (1000 m), eccezionalmente 3 in condizioni molto favorevoli. Tenendo conto della incidenza di tempo e di spesa della preparazione topografica deve concludersi che la metodica di cui trattasi è poco conveniente per la

ricognizione di vaste aree ma piuttosto utile per studi giacimentologici o geologici di dettaglio.

Sotto il profilo di strumento di indagine i risultati sono stati ampiamente favorevoli al metodo con una corrispondenza sistematica fra mineralizzazione ed anomalia, espressa questa in termini di caricabilità o di fattore metallico. Ciò, almeno, nel campo delle mineralizzazioni a solfuri che sono state le sole indagate: anzi, più propriamente, dei solfuri di ferro e di piombo che, tuttavia, non solo sono i più diffusi ma anche quelli generalmente associati ad altri interessanti — p. e. la blenda — ai quali servono dunque di guida.

Confrontando, però, le risultanze avute sui giacimenti prospettati, è facile concludere che il metodo trattato predilige la mineralizzazione massima in corrispondenza della quale si sono avute anomalie evidenti, — ampie specialmente nel fattore metallico — che si confermano in entrambi i due parametri di potenziale indotto usati.

In una estensione semiquantitativa è da dire che la posizione della mineralizzazione, anche se in modo approssimativo, risulta denunciata. La indicazione imprecisa — forme in genere eccessivamente allungate ed orientate in modo imperfetto come si vede bene nelle pseudosezioni di Funtana Perda ed anche nelle altre quando si orienti la linea di riferimento con la superficie del suolo — discende in larga parte dai modi usati per cartografare; ma non sono da escludere motivi operativi legati al dispositivo elettrodico impiegato, alla distanza fra i centri dei sondaggi, alla mancata estensione della prospezione in superficie in luogo del rilevamento per profili. Ma, come detto in altra parte, la scelta è stata condizionata e dai mezzi a disposizione e dagli scopi che la ricerca si era proposti. Per finire, sempre nello stesso campo di valutazione, sembrano di buon interesse, i numeri caratterizzanti le anomalie. Non solo, come già detto, sembrano qualificare con i valori più alti gli adunamenti più ricchi di uno stesso ambiente; ma paiono avere significato anche in assoluto. Al massivo di Funtana Perda risultano fattori metallici di 100 contro il 3 del disperso in filone di Sa Marchesa (e caricabilità chiara nel primo e confusa nel secondo); mentre a caricabilità di circa uguale importo nel massivo e nel filo-

niano ad impregnazione diffusa di Monserrau (ma è nota la reattività accentuata nel diffuso) corrispondono poi fattori metallici di ben diverso significato ed importo. Ma, evidentemente, gli esempi sono ancora pochi per affermazioni convinte.

In conclusione, la sperimentazione condotta in Sardegna su taluni giacimenti più significativi a solfuri ha dimostrato la piena validità ed utilità dell'uso di questa metodica a potenziali provocati, versione T. D. — caduta del potenziale — nella prospezione mineraria del metallifero. E' auspicabile vivamente la ripresa di questa sperimentazione con strumentazione più moderna e maggiori mezzi di lavoro, oltre che per una migliore conoscenza della giacimentologia della Sardegna, anche per la acquisizione di una più ampia casistica sulle possibilità quantitative delle metodiche usate specialmente lavorando in zone vergini.