

MARCO MORESI

ELEMENTI IN TRACCE DI « TERRE ROSSE » PUGLIESI:
I) TENORI DI Sr (*)

RIASSUNTO. — I dosaggi di Sr, eseguiti per fluorescenza X, su 37 campioni di « terra rossa » provenienti da varie località della regione pugliese hanno fornito un tenore medio pari a 123 ppm. L'elevata dispersione dei valori (81%) è essenzialmente imputabile a tre campioni provenienti dal Gargano (da 287 a 555 ppm Sr) ed a cinque della Murgia di Castellana (da 55 a 30 ppm Sr). L'esclusione di tali campioni comporta un valore medio di 105 ppm ed una diminuzione del coefficiente di variazione al 18%.

Proprio per questi due raggruppamenti « anomali », esiste una netta correlazione positiva tra tenori di Sr e % di frazione psammittica. Solo per tre campioni provenienti dalla Murgia di Castellana si sono potuti eseguire, separatamente, dosaggi di Sr sulla frazione psammittica. I tenori riscontrati (da 372 a 507 ppm Sr) hanno appunto indicato in questa una concentrazione di Sr sensibilmente maggiore di quella relativa alla frazione pelitica. Ulteriori informazioni ricavate dalle correlazioni tra Sr e componenti chimici hanno permesso di individuare, con buona probabilità, nell'ortoclasio il maggiore portatore di Sr.

Al contrario, nei campioni del promontorio del Gargano, lo Sr sembra maggiormente legato alle frazioni più sottili (minerali siallitici ed idrossidi), nonostante la citata correlazione con i pur minimi tenori di frazione psammittica.

Anche per i campioni delle « Murge Alte » e « Murge Basse » e, più spiccatamente, per quelli della penisola Salentina, lo Sr appare legato alle frazioni più sottili, ma corrispondentemente, le frazioni sabbiose, dove sono più abbondanti, risultano anche più ricche di Sr. Ciò è particolarmente evidente per i campioni prelevati da depositi superficiali.

Per quanto riguarda i noduli estratti da alcune « terre rosse » della penisola Salentina, si è sempre ottenuto un tenore di Sr inferiore a quello del materiale inglobante. I noduli alluminiferi hanno un tenore medio di Sr maggiore di quello relativo ai noduli feriferi.

In conclusione, la distribuzione dello Sr entro le « terre rosse » appare condizionata da una molteplicità di fattori variamente interagenti e tutti meritevoli di più estese indagini.

(*) Lavoro eseguito con il contributo finanziario del C.N.R. nell'ambito di contratti per ricerche di geochimica regionale con particolare riferimento a sedimenti della zona pugliese-lucana.

SUMMARY. — The strontium content has been determined, by X-ray fluorescence, in 37 samples of «terra rossa» coming from several deposits of Puglia (Southern Italy).

The average content is 123 ppm Sr; the high coefficient of variation (81%) is essentially imputable to three samples from *Promontorio del Gargano* (287-555 ppm Sr) and to five samples from *Murgia di Castellana* (55-30 ppm Sr). If we exclude these «abnormal» samples, the average becomes 105 ppm Sr and the coefficient of variation decreases to 18%.

A positive straight line: $\text{ppm Sr} - \% \text{ psammitic fraction}$, results particularly for «anomalous» groups of samples from «Gargano» and «Castellana».

Three samples from «Castellana» have just shown a Sr concentration in the psammitic fraction (372, 378, 507 ppm Sr) higher than in pelitic one. The bulk of Sr content is concentrated in K-feldspars as pointed out by more detailed research on the chemical and mineralogical composition.

On the contrary, in samples from «Gargano», Sr seems to be strictly bound to siallitic minerals and hydroxides.

For the samples from «Murge Alte», «Murge Basse» and «Salento» also, Sr seems to be bound to the clay fractions. Besides, the sand fraction becomes richer in Sr when it increases in amounts. This enrichment is very evident for samples coming from superficial deposits.

In nodules parted from samples of «Salento» group, the Sr content is lower than in «terra rossa».

Nodules rich in Al shows an average (73 ppm Sr) higher than nodules rich in Fe oxides (57 ppm Sr).

To sum up, the Sr distribution in «terre rosse» from Puglia seems to be conditioned by several influencing factors deserving of more extensive research.

Premessa.

Il presente lavoro va inquadrato nell'ambito delle ricerche a carattere mineralogico e geochimico, già da tempo in corso sulle formazioni sedimentarie della regione pugliese.

Diversi campioni di «terra rossa», precedentemente studiati dai punti di vista chimico e mineralogico (L. Dell'Anna, 1967; L. Dell'Anna e C. L. Garavelli, 1968; L. Dell'Anna, M. Di Piero e F. Quagliarella-Asciano, 1973) vengono ora esaminati per quanto concerne il tenore di Sr. Ciò sia allo scopo di ottenere ulteriori informazioni circa la natura dei suddetti materiali, sia per acquisire nuovi dati sul comportamento geochimico dello Sr in quei processi dissolutivi dei sedimenti carbonatici che (come è ormai generalmente ammesso) conducono, sotto certe condizioni climatiche, alla formazione delle «terre rosse».

La notevole ricchezza di informazioni circa la distribuzione dello Sr nelle rocce carbonatiche (cfr. la succinta sintesi bibliografica riportata in un precedente lavoro: C. L. Garavelli e M. Moresi, 1973) non trova attualmente riscontro per quanto concerne i materiali derivanti da una elaborazione, naturale o artificiale, delle medesime rocce carbonatiche.

Alcune interessanti considerazioni possono trarsi dalle ricerche condotte da W. M. Bausch (1965 e 1968). Secondo questo A. esiste una netta interdipendenza fra i contenuti di residuo insolubile e quelli di Sr: quest'ultimo elemento sarebbe quindi da porsi in relazione non tanto con il tenore di Ca, quanto piuttosto con quello di sostanze argillose. Durante la diagenesi si verificherebbe la trasformazione aragonite \rightarrow calcite e lo Sr, difficilmente ospitabile nella struttura della calcite, verrebbe almeno in parte assorbito dai minerali argillosi, se presenti. Un ruolo importante sarebbe svolto dalle soluzioni ancora presenti entro le porosità del sedimento, per le quali potrebbero realizzarsi concentrazioni di Sr assai più elevate di quelle relative alle acque marine.

M. Fornaseri e L. Grandi (1963 e 1968) hanno posto in evidenza che lo Sr è correlato piuttosto debolmente al tenore di residuo insolubile, e che ulteriori complicazioni sorgono per la presenza in quest'ultimo di sabbia e di silt accanto all'argilla.

I. Imreh e G. Imreh (1971) suppongono invece che lo Sr dei sedimenti carbonatici possa provenire da celestina contenuta nel residuo insolubile. Cristalli di questo minerale vennero rinvenuti (J. Imreh e G. Imreh, 1961) nel residuo di calcari terziari del Bacino Transilvanico; tale ipotesi sembra confermata dagli studi di altri AA. (C. Andrieux, 1960; G. Périnet e C. Andrieux, 1958) che hanno trovato cristalli di celestina direttamente associati a resti di Madreporari e di Ippuritidi.

Questa scarsità di dati a disposizione circa il comportamento geo-chimico dello Sr nei processi di dissoluzione (naturali o artificiali) dei sedimenti carbonatici, porta a ritenere interessante una prima analisi dei tenori di Sr in vari campioni di « terra rossa » e la ricerca di eventuali relazioni fra tale grandezza e le caratteristiche granulometriche, mineralogiche e chimiche dei materiali studiati.

Metodologia analitica.

I dosaggi sono stati eseguiti per fluorescenza X secondo una metodologia ampiamente descritta in un precedente lavoro (M. Moresi, 1973). La correzione degli errori legati ai vari effetti di matrice viene conseguita tramite la radiazione $WL\beta_1$ emessa dall'anticatodo e diffusa dal campione.

L'utilizzazione di questo « standard interno » direttamente fornito dalla apparecchiatura consente di evitare qualsiasi manipolazione del campione e rende così la procedura particolarmente semplice e rapida. Tali caratteristiche di praticità si accompagnano ad una sufficiente esattezza e riproducibilità delle misure su materiali silicatici anche notevolmente diversi per composizione granulometrica e chimica, rendendo la metodologia perfettamente adeguata ai dosaggi di elementi in traccia per scopi geochimici.

Contenuto di Sr nei campioni esaminati.

Nelle tabelle da I a VI sono riportati i tenori di Sr dosati nei campioni ⁽¹⁾ di « terra rossa » preventivamente liberati dalla frazione carbonatica (ove presente) mediante HCl dil. al 2%.

Nella fig. 1 sono indicate le aree di provenienza dei vari campioni.

a) *Campioni della pianura del Tavoliere.*

Si tratta di quattro campioni (tab. I) precedentemente analizzati da L. Dell'Anna e C. L. Garavelli (1968); provengono tutti da profondità ⁽²⁾ superiori ai 10 m, da depositi compresi fra calcari del Cretaceo superiore al letto e formazioni plio-pleistoceniche al tetto.

b) *Campioni del Promontorio del Gargano.*

I quattro campioni riportati nella tab. II provengono da una zona compresa fra Rignano Garganico ed il lago di Varano (L. Dell'Anna

⁽¹⁾ Le zone campionate mantengono le denominazioni adottate dai vari AA. nelle precedenti ricerche; anche per i singoli campioni sono state utilizzate le stesse numerazioni o sigle. Nelle tabelle viene indicata la località di provenienza di ciascun campione, mentre nel testo si riportano alcune caratteristiche dei depositi, rinviando per ulteriori informazioni alla bibliografia specifica di volta in volta citata.

⁽²⁾ Le profondità si intendono sempre riferite al piano di campagna.

e C. L. Garavelli, 1968). Risultano prelevati da depositi costantemente interclusi fra calcari cretacei e posti a profondità superiori ai 10 m.



Fig. 1. — Ubicazione geografica dei depositi campionati.

TABELLA I. — *Campioni della pianura del Tavoliere.*

Provenienza	ppm Sr
1) Loc. Casa Santoro, 10 Km ad O di S. Severo	132
2) Pressi della SS 16, 4 Km a NE di S. Severo	162
3) Pressi di Masseria Masselli, 5 Km a N di S. Severo	125
4) Contrada Seminario, 5 Km a ESE di S. Severo	81
media	125 ppm Sr
deviazione standard	33 ppm Sr
coefficiente di variazione	26%

c) *Campioni delle Murge.*

In questo gruppo sono compresi 17 campioni provenienti da aree sensibilmente distanti, anche se appartenenti in senso lato alla zona murgiana. Si ritiene pertanto opportuno suddividere (vedi tabelle III,

IV e V) i campioni in tre sottogruppi comprendenti rispettivamente: 7 camp. dalle « Murge Basse » (fascia costiera antistante l'altopiano murgiano propriamente detto, e precisamente dintorni di Barletta, Andria e Bisceglie); 2 camp. dalle « Murge Alte » (più propriamente Murgia Serraficaia, tra Spinazzola ed Altamura); 8 camp. dalla Murgia di Castellana. Questi ultimi campioni erano stati già studiati da L. Dell'Anna, M. Di Pierro e F. Quagliarella-Asciano (1973) ed i precedenti da L. Dell'Anna (1967).

TABELLA II. — *Campioni del Promontorio del Gargano.*

Provenienza	ppm Sr
5) Contrada De Mayo, 3 Km a NNO di Rignano G.	287
6) Contrada Piccirella, 5,5 Km a SO di S. Giovanni Rotondo	555
7) Monte Copparone, 8 Km a N di S. Giovanni Rotondo	125
8) Masseria Palatella, 8 Km a NNE di S. Giovanni Rotondo	436
media	351 ppm Sr
deviazione standard	186 ppm Sr
coefficiente di variazione	53%

TABELLA III. — *Campioni delle « Murge Basse ».*

Provenienza	ppm Sr
1) Loc. Masserelli, ad O di Barletta, c.a 2 Km dal mare	101
2) Loc. Monte Altino, 6 Km a SW di Barletta	95
3) Loc. Torre di Bocca, Km 30 della strada Corato-Andria	111
4) come 3	100
5) come 3	95
6) come 3	85
9) Loc. S. Teresa, in agro di Bisceglie	96
media	98 ppm Sr
deviazione standard	8 ppm Sr
coefficiente di variazione	8%

Fra quelli delle « Murge Basse », il camp. 1 è stato prelevato alla profondità di circa 108 m ed il camp. 2 alla profondità di circa 68 m; entrambi provengono da depositi poggianti sul calcare cretaceo e coperti da formazioni plio-pleistoceniche. I camp. da 3 a 6 provengono da depositi compresi fra calcari del Cretaceo, incontrati tutti da una medesima perforazione alle profondità di m 200, 210, 292 e 296 rispettivamente. Il camp. 9 proviene anch'esso da un deposito compreso fra calcari del Cretaceo e posto a 355 m di profondità.

TABELLA IV. — *Campioni delle « Murge Alte ».*

Provenienza	ppm Sr
7) Staz. di Poggiorsini, strada Spinazzola-Altamura	111
8) come 7	131
media	121 ppm Sr
deviazione standard	14 ppm Sr
coefficiente di variazione	12%

TABELLA V. — *Campioni della Murgia di Castellana.*

Provenienza	ppm Sr
A) Pressi di Masseria Scarciglio	48
B) come A	101
C) Contrada S. Nicola	42
D) come C	43
E) Loc. Casino Inzuechi, Km 2 strada Castellana G.-Polignano	128
F) Loc. Casino Cisternino, 1,5 Km ad E di Castellana G.	55
G) Loc. Casino Francavilla, 2 Km a N di Castellana G.	30
H) Masseria Capoccia, 5 Km a NW di Castellana G.	88
media	67 ppm Sr
deviazione standard	35 ppm Sr
coefficiente di variazione	52%

I campioni delle « Murge Alte » provengono da due punti, distanti circa 50 m, di uno stesso deposito affiorante costituente in origine una sacca entro i calcari del Cretaceo.

I campioni della Murgia di Castellana provengono da otto sacche distinte affioranti in sei diverse cave aperte nei calcari attribuiti al Senoniano inferiore e medio. Alcune fra le sacche corrispondevano a giunti di stratificazione ed altre a fratture pressoché ortogonali rispetto all'andamento degli strati.

d) *Campioni della Penisola Salentina.*

Si tratta di 12 camp. già studiati dal punto di vista chimico-mineralogico da L. Dell'Anna (1967).

Solo il camp. 15 (tab. VI) proviene dal versante ionico del Salento (deposito intercluso entro calcari del Cretaceo superiore). Tutti gli altri depositi si trovano lungo il versante adriatico. Quelli relativi ai camp. 11, 18, 23 e 24 hanno calcari del Cretaceo al letto e formazioni del Miocene al tetto; calcari del Cretaceo al letto e formazioni

TABELLA VI. — *Campioni della Penisola Salentina.*

Provenienza	ppm Sr
11) Masseria Torre Mozza, strada Lecce-Arnesano	126
12) Località Merine, SE di Lecce	87
14) Strada Acaia-Strudà, 1 Km a SW di Acaia	90
15) Masseria Pantalei, strada Galatone-Nardò	87
16) Masseria Donna Carlotta, strada Otranto-Martano	96
17) Santuario Monte Vergine, Palmariggi	95
18) Località Casamassella, 7 Km a SW di Otranto	96
19) Località Torre del Serpe, presso Otranto	118
21) Località Forea, strada Poggiardo-Minervino	99
22) come 21	111
23) Masseria Sciascioline, strada Minervino-Cocumola	94
24) Masseria Di Monti, strada Castiglione-Depressa	90
media	99 ppm Sr
deviazione standard	13 ppm Sr
coefficiente di variazione	13%

plio-pleistoceniche al tetto nel caso dei camp. 12, 14, 16 e 17; mancano informazioni circa l'eventuale copertura dei depositi relativi ai camp. 19, 21 e 22 che poggiano peraltro sempre su calcari cretacei.

Questi ultimi tre depositi (e quello da cui proviene il camp. 17) sono attualmente affioranti, tutti gli altri campioni provengono da depositi profondi (fra 49 m per il camp. 23 e 124 m per il camp. 16).

Osservazioni sul tenore di Sr dosato nelle « terre rosse ».

Il tenore medio di Sr, calcolato per tutte le 37 « terre rosse », risulta pari a 123 ppm, con una deviazione standard $\sigma = 100$ ppm ed un coefficiente di variazione $(\sigma/\bar{x})\% = 81\%$.

L'istogramma di frequenza (fig. 2-a) mostra che 29 dei 37 campioni cadono nell'intervallo contenente il valor medio; 5 campioni, provenienti tutti dalla Murgia di Castellana, sono compresi nell'intervallo immediatamente inferiore. Da tutti questi si discostano sensibilmente, per i loro tenori assai più elevati, tre dei quattro campioni provenienti dal Gargano. Ad essi è essenzialmente imputabile l'elevata dispersione dei tenori dosati: escludendoli dal calcolo, il valor medio passa infatti a 96 ppm ma la deviazione standard scende a 28 ppm ed il coefficiente di variazione al 29%.

La fig. 2-b mostra l'istogramma di frequenza derivante dall'esclusione dei tre campioni « anomali » di cui sopra. Neanche in questo caso si osserva una distribuzione normale, ed anzi il lieve massimo secondario, visibile a bassi tenori di Sr ed imputabile ai campioni della Murgia di Castellana, indica che anche questi ultimi possono considerarsi non omogenei (per quanto concerne il tenore di Sr) alla maggioranza dei campioni studiati. Per questi ultimi, con esclusione delle « code », sia positive che negative, riscontrate nella distribuzione di frequenza, si calcola un valor medio di 105 ppm Sr, con $\sigma = 19$ ppm Sr e $(\sigma/\bar{x})\% = 18$.

Passando ai raggruppamenti di campioni precedentemente individuati su base topografica, va evidenziato come ai campioni provenienti dal Gargano e da Castellana corrispondano non solo valori medi « anomali », ma anche dispersioni alquanto più elevate (coeff. di variaz. pari a 53 e 52% rispettivamente). Le dispersioni interne agli altri raggruppamenti sono invece relativamente modeste (da 8 a 26%).

I valori medi di gruppo sono stati confrontati fra loro mediante la funzione t di Student, il cui valore è stato considerato significativo se corrispondente ad un livello di probabilità minore di 0,05. Ne emerge una sicura indicazione che i due gruppi « Gargano » ($\bar{x} = 351$ ppm) e « Castellana » ($\bar{x} = 67$ ppm), pur tenendo conto della loro elevata di-

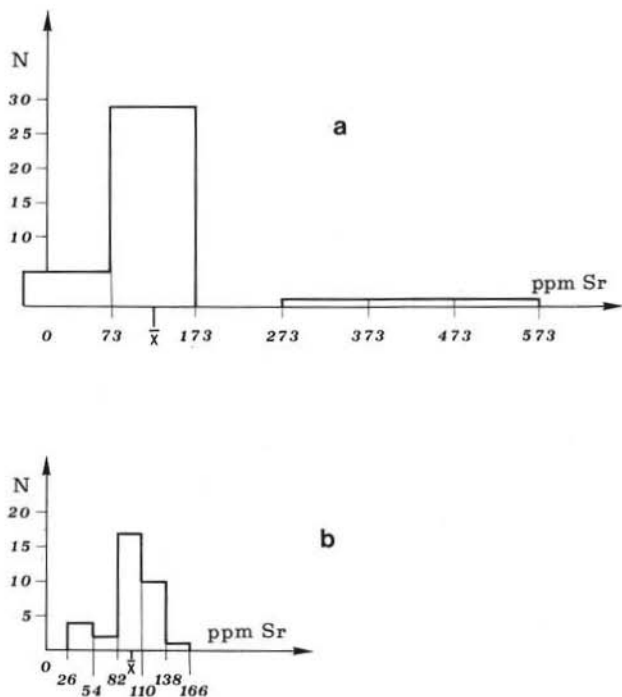


Fig. 2. — Distribuzione di frequenza relativa al contenuto di Sr nei campioni di « terra rossa » della regione pugliese.

a) tutti i camp. $N = 37$; $\bar{x} = 123$ ppm; $\sigma = 100$ ppm.

b) esclusi i camp. con $Sr \geq 287$ ppm: $N = 34$; $\bar{x} = 96$ ppm; $\sigma = 28$ ppm.

spersione, sono caratterizzati da un valore medio significativamente più alto e rispettivamente più basso nei confronti di tutti i rimanenti.

Questi ultimi costituiscono tuttavia, nel loro complesso, un insieme poco omogeneo. Infatti il tenore medio (121 ppm) dei due campioni delle « Murge Alte » risulta significativamente più alto di quello

(98 ppm) relativo al gruppo « Murge Basse ». Tenendo eventualmente conto di altre più deboli indicazioni fornite dalle prove di Student, si potrebbero addirittura separare i gruppi « Tavoliere » e « Murge Alte » da un lato, e quelli « Murge Basse » e « Salento » dall'altro.

Va rilevato infine che non vi è perfetta corrispondenza tra raggruppamenti topografici e tenori di Sr dosati, nel senso che il gruppo « Gargano » comprende anche un valore (125 ppm) che si allinea piuttosto con « Tavoliere » e « Murge Alte »; così pure, nel gruppo « Castellana », tre degli otto valori (101, 128 e 88 ppm) non si discostano in modo significativo né da « Tavoliere » o « Murge Alte », né da « Murge Basse » o « Salento ».

* * *

Anziché su base topografica, i campioni potrebbero raggrupparsi in funzione dell'attuale giacitura, profonda ovvero in superficie, dei rispettivi depositi. Considerando tutti i valori a disposizione si ottiene un valor medio di 146 ppm per i 23 depositi profondi e di 86 ppm per i 14 in superficie.

La differenza non risulta significativa, essendo molto elevate le dispersioni per entrambi i gruppi così individuati:

campioni da depositi profondi:	$\bar{x} = 146$ ppm
	$\sigma = 120$ ppm
	$(\sigma/\bar{x}) \% = 82$
campioni da depositi affioranti:	$\bar{x} = 86$ ppm
	$\sigma = 35$ ppm
	$(\sigma/\bar{x}) \% = 41$

Le medie dei due gruppi restano significativamente simili anche escludendo dal calcolo i valori più lontani dai massimi principali di frequenza degli istogrammi della fig. 2. Si nota tutt'al più una netta diminuzione delle dispersioni.

Una ripartizione fra depositi profondi ed affioranti può operarsi anche all'interno di un singolo gruppo (« Salento »): ma neanche in questo caso la differenza fra i valori medi (96 e 106 ppm rispettivamente) risulta statisticamente significativa.

Per i quattro campioni delle « Murge Basse » provenienti da diversi livelli incontrati da uno stesso sondaggio, può notarsi una dimi-

nuzione del tenore di Sr andando verso i più profondi. Manca tuttavia di significatività il corrispondente coefficiente di correlazione lineare.

* * *

Un'ultima ripartizione dei campioni può effettuarsi distinguendo fra depositi interclusi fra calcari del Cretaceo e depositi compresi fra questi ultimi al letto e sedimenti plio-pleistocenici o miocenici al tetto. Si ottiene:

campioni da depositi con calcare cretaceo al letto e al tetto:	N = 20 \bar{x} = 138 ppm σ = 135 ppm (σ/\bar{x}) % = 98
campioni da depositi con calcare cretaceo al letto ed altre formazioni al tetto:	N = 17 \bar{x} = 106 ppm σ = 21 ppm (σ/\bar{x}) % = 19

Anche in questo caso i valori medi non differiscono in modo significativo. A tale risultato contribuisce certamente l'elevata dispersione relativa alla prima popolazione che comprende i campioni sia a contenuto di Sr più alto (« Gargano »), sia più basso (« Castellana »).

Escludendo dal computo i valori più lontani dalla norma, il risultato non varia ed anzi le medie divengono pressoché coincidenti (105 e 106 ppm rispettivamente). Lo stesso dicasi ove si ripartiscano, in base al presente criterio, i campioni provenienti dal gruppo topografico (« Murge Basse ») contenente un sufficiente numero di esempi dei due tipi.

Tenore di Sr e granulometria dei campioni.

Le osservazioni riportate in questo paragrafo derivano da studi granulometrici condotti con differenti metodologie, tali da condurre a definizioni diverse per le varie classi.

I campioni dei gruppi « Tavoliere », « Gargano » e « Castellana » risultano divisi in una frazione psammitica ed una pelitica, con limite

di separazione a $62,5 \mu$ (L. Dell'Anna e C. L. Garavelli, 1968; L. Dell'Anna, M. Di Pierro e F. Quagliarella-Asciano, 1973). Per i gruppi « Murge Basse », « Murge Alte » e « Salento » sono invece distinte tre frazioni granulometriche, definite come « sabbia » (diametro $> 20 \mu$), « limo » (fra 20 e 2μ) e « limo fine + argilla » ($< 2 \mu$) (L. Dell'Anna, 1963 e 1967).

Nei campioni del gruppo « Tavoliere » i tenori di frazione psammitica risultano estremamente esigui (vedi tab. VII).

Per quanto il maggior tenore di Sr corrisponda al campione con più alta percentuale di frazione psammitica, non esiste una correlazione lineare significativa fra i due parametri.

TABELLA VII. — *Campioni della Pianura del Tavoliere: tenori di Sr e percentuali di frazione psammitica.*

camp.	Sr	fraz. psamm.
1	132 ppm	0,07% in peso
2	162	0,40
3	125	0,01
4	81	0,02

Anche per i campioni del gruppo « Gargano » (tab. VIII) la frazione psammitica è sempre molto scarsa. Esiste tuttavia in questo caso (vedi fig. 3) una correlazione lineare positiva fra le due grandezze (livello di probabilità circa 0,03); l'equazione della retta di regressione ⁽³⁾ risulta:

$$\text{ppm Sr} = 3395,88 (\% \text{ fraz. psamm.}) + 96,06$$

$$r = 0,971$$

⁽³⁾ Non appare verosimile che questa equazione possa estrapolarsi in un campo di concentrazioni assai più elevate di frazione psammitica. Per un ipotetico campione con il 100% di tale frazione, il contenuto di Sr risulterebbe infatti del 34%. E', se mai, plausibile che l'equazione rappresenti una relazione più complessa mediante un'approssimazione lineare, valida solo in un campo di valori assai piccoli per la variabile indipendente ed assai elevati per la derivata prima della funzione approssimata.

TABELLA VIII. — *Campioni del Promontorio del Gargano: tenori di Sr e percentuali di frazione psammitica.*

camp.	Sr	fraz. psamm.
5	287 ppm	0,04% in peso
6	555	0,13
7	125	0,02
8	436	0,11

TABELLA IX. — *Campioni della Murgia di Castellana: tenori di Sr e percentuali di frazioni granulometriche.*

camp.	a	b	c	d	e	f
A	99,76	0,24	48	36	36	12
B	94,25	5,75	101	81	76	25
C	97,74	2,26	42	36	35	7
D	99,96	0,04	43	36	36	7
E	93,53	6,47	128	90	84	44
F	97,45	2,55	55	51	50	5
G	99,98	0,02	30	35	35	—5
H	95,14	4,86	88	71	68	20

colonna a: % di frazione pelitica

colonna b: % di frazione psammitica

colonna c: ppm Sr dosate nel campione totale

colonna d: ppm Sr dosate nella frazione pelitica separata

colonna e: ppm Sr nel campione totale apportate dalla sola fraz. pelitica

colonna f: ppm Sr nel campione totale apportate dalla sola fraz. psammitica

Si ha evidentemente:

$$e = \frac{d \cdot a}{100} ; \quad f = c - e$$

Nei campioni del gruppo « Castellana » il contenuto di frazione psammitica varia entro un campo assai più ampio (tab. IX, colonna b). Anche in questo caso (vedi fig. 3) si osserva una correlazione lineare

(assai più stringente della precedente a causa del maggior numero di campioni: liv. di probab. $< 0,001$) espressa dalla equazione:

$$\text{ppm Sr} = 12,363 (\% \text{ fraz. psamm.}) + 32,582$$

$$r = 0,941$$

Per i campioni del gruppo « Castellana » sono stati eseguiti i dosaggi di Sr anche sulle frazioni pelitiche previamente separate dalla « terra rossa » globale (vedi tab. IX, colonna *d*).

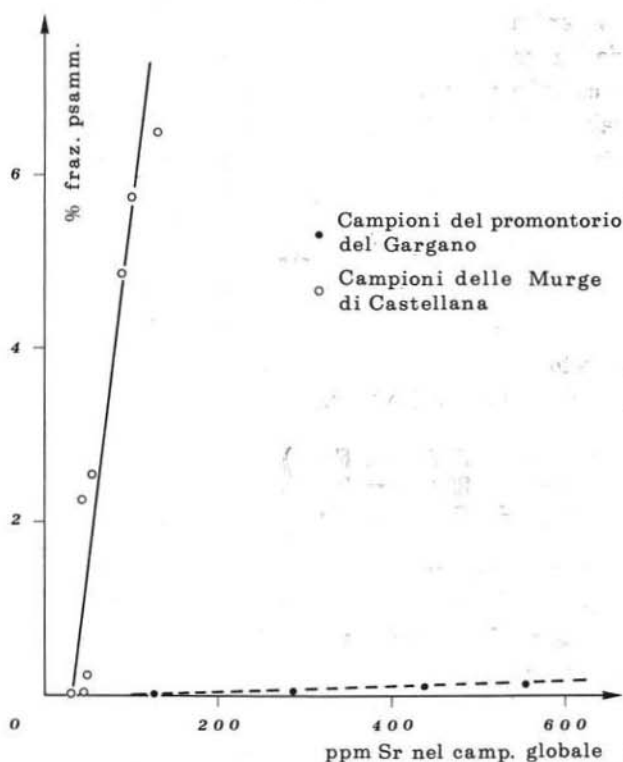


Fig. 3. — Correlazioni tra ppm Sr dosate nel campione globale e % di frazione psammitica.

Una elaborazione di questi dati e di quelli ottenuti relativamente al campione totale permette di risalire al tenore di Sr, espresso in ppm di campione totale ma apportato da ciascuna delle due frazioni (tab. IX, colonne *e*, *f*).

I valori così ottenuti relativamente alla frazione psammitica sono correlabili alle percentuali di quest'ultima.

Il calcolo mostra l'esistenza di una stretta correlazione lineare (liv. di probab. fra 0,01 e 0,001):

$$\begin{aligned} [\text{ppm Sr}]_{\text{psamm.}} &= 4,896 (\% \text{ fraz. psamm.}) + 0,794 \\ r &= 0,854 \end{aligned}$$

Il simbolo $[\text{ppm Sr}]_{\text{psamm.}}$ rappresenta ovviamente, per quanto ora detto, la concentrazione entro il campione totale dello Sr portato dai soli materiali a grana psammitica.

Per un campione costituito dal 100% di frazione psammitica si ricava un valore di circa 490 ppm Sr: cifra che rappresenta il tenore di Sr eventualmente dosabile nella frazione psammitica separata. Il valore piuttosto elevato del coefficiente di correlazione lineare indica d'altro canto che tale stima può con buona approssimazione ritenersi non troppo variabile in tutti i campioni.

Una diretta verifica sperimentale si è avuta dosando il tenore di Sr nelle frazioni psammitiche di tre campioni (E, F, ed H), i soli per i quali sia stato possibile separare una adeguata quantità di materiale. Questi dosaggi hanno fornito i valori:

$$\left. \begin{array}{l} \text{camp. E: 507 ppm Sr} \\ \text{camp. F: 388 ppm Sr} \\ \text{camp. H: 372 ppm Sr} \end{array} \right\} \text{media} = 422 \text{ ppm}$$

Questi valori sperimentali appaiono in sufficiente accordo con il valore previsto, quale media, di 490 ppm. D'altro canto, la stima statistica condotta sembra l'unica plausibile in quanto un calcolo individuale per ciascun campione avrebbe potuto comportare somme sfavorevoli di differenti tipi di errore, e quindi condurre anche a risultati aleatori (⁴).

Dai dati della tab. IX (colonne *b*, *d*), può anche stabilirsi una netta correlazione positiva tra percentuali di frazione psammitica e tenore di Sr dosato in quella pelitica:

$$\begin{aligned} \text{ppm Sr in fraz. pel.} &= 8,342 (\% \text{ fraz. psamm.}) + 31,362 \\ r &= 0,963 \end{aligned}$$

(⁴) Si veda ad esempio il caso del camp. G (tab. IX), per la cui frazione psammitica un calcolo individuale condurrebbe addirittura ad un tenore negativo di Sr.

TABELLA X. — *Campioni delle « Murge Basse » (e « Murge Alte »):
tenori di Sr e percentuali di frazioni granulometriche.*

camp.	Sabbia			Limo			Limo fine + argilla			Camp. totale		
	a'	b'	c'	a''	b''	c''	a'''	b'''	c'''	b	c	d
2	10,96	75	8	16,43	82	13	72,61	112	81	95	102	— 7,4%
3	11,46	41	5	17,62	73	13	70,92	106	75	111	93	+ 16,2
4	11,22	79	9	19,10	88	17	69,68	116	81	100	107	— 7,0
5	15,50	82	13	11,15	109	12	73,35	100	73	95	98	— 3,2
9	9,51	32	3	15,54	82	13	74,95	102	76	96	92	+ 4,2
(8)	(8,07)	(119)	(10)	(22,73)	(180)	(41)	(69,20)	(115)	(80)	(131)	(131)	(0)
medie		62 (71)			87 (102)			107 (108)		99 (105)	98 (104)	± 6,3%
σ		23 (31)			14 (40)			7 (7)		7 (14)	6 (14)	
(σ/̄x)%		38 (44)			16 (39)			6 (6)		7 (14)	6 (14)	

a', a'', a''': percentuali delle singole frazioni

b', b'', b''': ppm Sr dosate nelle singole frazioni

c', c'', c''': ppm Sr nel campione totale apportate da una singola frazione

b : ppm Sr dosate nel campione totale

$$c = c' + c'' + c''' ; \quad d = \frac{b - c}{b} \cdot 100$$

Fra parentesi sono indicati i dati relativi al campione delle « Murge Alte » ed i valori ottenuti includendo anche essi nel calcolo dei parametri statistici.

Questa indicazione verrà ripresa in sede di conclusioni. Essa mostra comunque che la frazione granulometricamente pelitica deve considerarsi « inquinata » da apporti estranei, il cui ammontare è statisticamente proporzionale alla quantità di frazione granulometricamente psammitica presente nel campione. Il valore di circa 32 ppm Sr, rappresentante l'intercetta sia di questa retta di regressione, sia di quella relativa alla correlazione fra le colonne *b* e *c* di tab. IX, rappresenterebbe il tenore di Sr di una ipotetica frazione pelitica « non inquinata ».

* * *

Relativamente al gruppo « Murge Basse », si disponeva di 5 campioni separati nelle tre frazioni granulometriche (« sabbia », « limo » e « limo fine + argilla ») cui precedentemente accennato. Ad essi si aggiunge un campione del gruppo « Murge Alte ».

Anziché ricorrere essenzialmente ad un calcolo indiretto (come fatto per il gruppo « Castellana »), è possibile in questo caso studiare la distribuzione dello Sr in funzione della granulometria sulla base di dati analitici diretti. I risultati sono riportati nella tab. X, in cui figurano tra parentesi i dati relativi al campione proveniente dalle « Murge Alte » ovvero ottenuti includendo anch'esso nei calcoli.

Per il campione totale si noterà come la concentrazione di Sr calcolata, quale media ponderata dei valori relativi a ciascuna frazione, sia in accordo con quella direttamente misurata.

Per le singole frazioni granulometriche si nota un progressivo arricchimento dello Sr in quelle più sottili.

Tuttavia, la differenza dei valori medi fra « sabbia » e « limo » non appare sufficientemente significativa (confronto mediante *t* di Student).

Un comportamento leggermente diverso è quello del camp. 8, non omogeneo ai rimanenti non solo per la differente località di provenienza ma anche per il differente tipo di deposito (affiorante anziché profondo). Per esso, solo la frazione più sottile mostra un tenore di Sr confrontabile con quello delle analoghe frazioni dei restanti campioni, mentre per sabbia e limo si hanno valori sensibilmente più alti. Inoltre lo Sr appare qui particolarmente concentrato nel « limo », mentre « sabbia » e « limo fine + argilla » mostrano concentrazioni di Sr molto vicine.

TABELLA XI. — Campioni del Salento: tenori di Sr e percentuali di frazioni granulometriche.

camp.	Sabbia			Limo			Limo fine + argilla			Camp. totale		
	<i>a'</i>	<i>b'</i>	<i>c'</i>	<i>a''</i>	<i>b''</i>	<i>c''</i>	<i>a'''</i>	<i>b'''</i>	<i>c'''</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
11	9,63	56	5	10,93	130	14	79,44	135	107	126	126	0 %
12	10,23	84	9	12,05	93	11	77,72	86	67	87	87	0
14	6,65	< l.r.	0	10,24	86	9	83,11	97	81	90	90	0
16	10,71	98	10	11,58	105	12	77,71	115	89	96	111	— 15,6
19	11,56	127	15	15,51	130	20	72,93	112	82	118	117	+ 0,8
21	11,61	73	8	20,06	117	23	66,33	114	76	99	107	— 8,1
22	15,89	105	17	18,08	103	19	66,02	111	73	111	109	+ 1,8
24	4,62	< l.r.	0	8,10	56	5	87,28	98	86	90	91	— 1,1
media		68			102			108		102	105	± 3,4%
σ		47			25			15		14	14	
$(\sigma/\bar{x})\%$		69			24			14		14	13	

< l.r. = al di sotto del limite di rivelabilità (~ 5 ppm)

a', *a''*, *a'''* : percentuali delle singole frazioni

b', *b''*, *b'''* : ppm Sr dosate nelle singole frazioni

c', *c''*, *c'''* : ppm Sr nel campione totale apportate da una singola frazione

b : ppm Sr dosate nel campione totale

$$c = c' + c'' + c'''; \quad d = \frac{b - c}{b} \cdot 100$$

* * *

Anche per il gruppo « Salento » si disponeva di un certo numero di campioni separati in frazioni granulometriche come per il gruppo « Murge Basse ».

Le determinazioni condotte separatamente per ciascuna di esse sono riassunte nella tab. XI. Anche in questo caso è buono l'accordo fra ppm dosate nel campione totale e ppm calcolate.

L'andamento complessivo è abbastanza simile a quello osservato per i campioni delle « Murge Basse », ma gli scostamenti individuali sono più numerosi e sensibili, con conseguente incremento delle dispersioni ed attenuazione o scomparsa della significatività per le differenze fra valori medi. Debolmente correlati fra loro ($r = 0,708$; liv. di probab. fra 0,05 e 0,02) appaiono i tenori di Sr dosati nel « limo » e rispettivamente nel « limo fine + argilla ». Più evidente è la correlazione fra la percentuale della « sabbia » nel campione totale e la concentrazione in essa dello Sr ($r = 0,845$; liv. di probab. fra 0,01 e 0,001). In accordo con una tendenza già suggerita dal campione 8 per i materiali di provenienza murgiana, i più elevati tenori di Sr nella sabbia (127 e 105 ppm) si riferiscono a « terre rosse » di depositi attualmente affioranti.

Tenore di Sr nei noduli separati da alcune « terre rosse » del Salento.

Da alcuni campioni di « terra rossa » provenienti dalla penisola Salentina si sono potuti separare dei noduli ⁽⁵⁾ in quantità tale da permettere i dosaggi di Sr. I risultati delle determinazioni sono riportati in tab. XII insieme a quelli ottenuti per i corrispondenti campioni di « terra rossa ».

I noduli contengono sempre un tenore di Sr inferiore a quello della rispettiva « terra rossa » inglobante. Le differenze fra i valori medi dei due diversi materiali risultano significative sia considerando tutti i campioni contemporaneamente (liv. di probab. $< 0,001$) sia distinguendoli in campioni di depositi profondi e campioni di depositi affioranti (liv. di probab. fra 0,01 e 0,001 in ambedue i casi).

(⁵) Accuratamente descritti in un precedente lavoro di L. Dell'Anna (1967).

TABELLA XII. — *Campioni del Salento: tenori di Sr nei noduli e nelle corrispondenti « terre rosse » inglobanti.*

camp.		Sr nei noduli	Sr nelle « terre rosse »
	15	79 ppm	87 ppm
depositi	16	62	96
profondi	18	68	96
	23	52	94
	17	59	95
depositi	19	82	118
affioranti	21	81	99
	22	72	111
depositi profondi		$\bar{x} = 65$ ppm $\sigma = 11$ ppm $(\sigma/\bar{x})\% = 17$	$\bar{x} = 93$ ppm $\sigma = 4$ ppm $(\sigma/\bar{x})\% = 5$
depositi affioranti		$\bar{x} = 73$ ppm $\sigma = 11$ ppm $(\sigma/\bar{x})\% = 15$	$\bar{x} = 106$ ppm $\sigma = 11$ ppm $(\sigma/\bar{x})\% = 10$
tutti i campioni		$\bar{x} = 69$ ppm $\sigma = 11$ ppm $(\sigma/\bar{x})\% = 16$	$\bar{x} = 99$ ppm $\sigma = 10$ ppm $(\sigma/\bar{x})\% = 10$

Non risulta significativa la differenza tra i tenori medi dei noduli separati da campioni di depositi profondi e depositi affioranti rispettivamente.

Non esiste correlazione lineare significativa fra Sr dosato nei noduli e nei corrispondenti campioni di « terra rossa » inglobante.

I noduli estratti dai campioni 16 e 23 sono di natura ferrifera piuttosto che alluminifera (L. Dell'Anna, 1967). Il loro tenore medio (57 ppm Sr) appare più basso rispetto a quello dei rimanenti (73 ppm Sr), ma lo scarso numero dei dati non consente di valutare l'eventuale significatività di tale indicazione.

Relazioni fra Sr e composizione chimica.

Vengono qui esposti i risultati ottenuti nella ricerca di correlazioni lineari fra i tenori di Sr e quelli dei vari componenti chimici presenti nelle « terre rosse » esaminate come costituenti maggiori. Si sono utilizzate le analisi chimiche ⁽⁶⁾ riportate per questi materiali nelle pubblicazioni specifiche (L. Dell'Anna, 1967; L. Dell'Anna *et al.*, 1968; L. Dell'Anna *et al.*, 1973). Le correlazioni sono state ricercate suddividendo i campioni in funzione dell'ubicazione topografica.

I risultati emersi da questi confronti sono riassunti nella tab. XIII, da cui si rileva immediatamente che la situazione appare molto varia passando da un gruppo di campioni all'altro.

Poche sono le correlazioni significative riscontrate e fra esse alcune (ad esempio per la coppia Sr-TiO₂) di non semplice interpretazione. E' interessante osservare che le correlazioni con Al₂O₃ e con SiO₂/Al₂O₃ (trovate per il gruppo « Gargano ») appaiono di segno contrario a quelle trovate per le « terre rosse » della Murgia di Castellana. In quest'ultimo gruppo, complessivamente il più ricco di correlazioni significative, i tenori di Sr sono anche positivamente correlati a quelli di SiO₂ e K₂O, nonché al rapporto SiO₂/Fe₂O₃.

Per i noduli estratti dalle « terre rosse » del Salento, l'osservazione già fatta circa il minor contenuto medio di Sr nei noduli ferriferi rispetto a quelli alluminiferi, si traduce adesso in una sensibile correlazione positiva fra tenore di Sr e rapporto Al₂O₃/Fe₂O₃.

⁽⁶⁾ Per il gruppo « Castellana » erano disponibili solo le analisi delle frazioni pelitiche. Queste ultime ammontano tuttavia sempre ad oltre il 93% del totale ed inoltre, in base ai due dati analitici noti (L. Dell'Anna *et al.*, 1973), le frazioni psammitiche sembrano contenere oltre l'85% di SiO₂.

Le correlazioni trovate per le frazioni pelitiche dovrebbero quindi rispecchiare fedelmente quanto si verifica per i campioni globali. Qualche debole influenza potrebbe al più risentirsi sulle correlazioni interessanti le percentuali di SiO₂ e quindi i tenori di silice da utilizzarsi per le correlazioni sono stati ricalcolati tenendo conto della quantità e composizione media (quale può ricavarsi dalle due analisi disponibili) di frazione psammitica presente.

TABELLA XIII. — Correlazioni tra Sr e componenti chimici.

	% SiO ₂	% Al ₂ O ₃	% Fe ₂ O ₃	% Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	SiO ₂ Fe ₂ O ₃	SiO ₂ Al ₂ O ₃	% CaO	% K ₂ O	% TiO ₂	% MgO	% Na ₂ O	% P ₂ O ₅
Pianura del Tavoliere	—	—	+	—	—	—	—	—	+	+	—	+
Promontorio del Gargano	—	++	+	—	—	—	+	—	+	—	—	+
« Murge Basse » e « Murge Alte »	—	+	—	+	+	—	—	—	++	—	+	—
Murgia di Castellana	++	---	—	—	++	++	—	++	+	—	+	—
Penisola Salentina	—	—	+	—	—	—	+	+	+	+	+	—
Noduli	+	+	—	++	+	—	+	—	—	+	+	—

+ correlazione positiva non significativa
 — correlazione negativa non significativa
 ++ correlazione positiva significativa
 --- correlazione negativa significativa
 Il limite di significatività è stato posto ad un liv. di probab. di 0,05

Discussione dei risultati.

Il tenore di Sr dei 37 campioni di « terra rossa » analizzati è caratterizzato da un valore medio di 123 ppm. La distribuzione di frequenza, non normale, ha un massimo intorno a tale valore e mostra altresì una elevata dispersione dei dati ($\sigma = 100$ ppm; $(\sigma/\bar{x}) \% = 81$). Quest'ultima caratteristica è imputabile essenzialmente a tre campioni con tenore di Sr compreso fra 287 e 555 ppm.

Sottraendo dal computo questi tre valori, la distribuzione di frequenza assume un andamento bimodale, con massimo secondario intorno a 40 ppm. Si può così individuare una terza popolazione, data da valori particolarmente bassi: 30, 42, 43, 48 e 55 ppm.

I gruppi di valori non omogenei con la maggioranza corrispondono a localizzazioni topografiche ben definite: per i valori eccezionalmente alti si tratta di tre su quattro campioni del gruppo « Gargano », per quelli più bassi si tratta di cinque su otto campioni del gruppo « Castellana ».

Già questa prima osservazione mette in luce che le « terre rosse » costituiscono — almeno per i campioni utilizzati in questa ricerca — un materiale alquanto eterogeneo dal punto di vista del contenuto di Sr. Questa inomogeneità deriva in primo luogo da differenze fra gruppi individuati in base alla provenienza dei campioni; ma anche all'interno di tali gruppi si possono osservare situazioni non semplici. Così un campione del gruppo « Gargano » e tre campioni del gruppo « Castellana » rientrano, in apparente contrasto con il comportamento complessivo dei gruppi di appartenenza, nell'ambito dei tenori più frequentemente osservati.

Tutto ciò sembra indicare che l'effettivo tenore di Sr entro una « terra rossa » possa dipendere dal sovrapporsi di differenti fattori, che intervengono ed interagiscono in modo diverso non solo per campioni topograficamente molto distanti, ma anche per quelli provenienti da una medesima zona.

D'altro canto le « terre rosse » costituiscono materiali non omogenei non solo dal punto di vista strettamente mineralogico, ma anche rispetto alla genesi e provenienza dei propri costituenti. Si può infatti distinguere in esse una frazione, preponderante, che deriva dalla dissoluzione di sedimenti carbonatici e dalla rielaborazione del residuo; ed una frazione, accessoria, dovuta ad apporti estranei.

A quest'ultima vengono generalmente riferite le frazioni granulometricamente più grossolane delle « terre rosse ».

Un interessante problema concerne il ruolo svolto da questi due tipi di costituenti nel determinare il tenore complessivo di Sr in una « terra rossa »: ed una prima indicazione al riguardo potrebbe aversi tramite la determinazione dello Sr nelle singole frazioni granulometriche. Soprattutto a causa della sensibile omogeneità granulometrica di molti campioni, tale studio si è potuto condurre solo in un numero limitato di casi, sufficienti tuttavia a porre in evidenza, anche sotto questo aspetto, una notevole varietà di situazioni.

Un primo esempio è fornito dai campioni del gruppo « Gargano », per i quali i tenori di Sr risultano positivamente e sensibilmente correlati a quelli di frazione psammitica. Tuttavia i valori (ed il campo di variabilità) del primo parametro sono così elevati rispetto a quanto si verifica per il secondo, che il coefficiente di regressione finisce per assumere un valore tanto elevato da rendere perplessi circa il significato stesso della correlazione.

Più chiara è la situazione osservata per il gruppo « Castellana », per il quale si osserva pure una spiccata correlazione positiva fra il tenore di Sr dosato nel campione globale e la percentuale in esso di frazione psammitica. I dosaggi di Sr direttamente eseguiti nelle frazioni pelitiche di tutti questi campioni, ed in tre frazioni psammitiche, hanno consentito di evidenziare una effettiva maggior concentrazione di Sr entro queste ultime: da oltre 370 ad oltre 500 ppm contro i tenori da 35 a 90 ppm dosati nelle frazioni pelitiche separate. Come in precedenza esposto, è possibile stimare in circa 490 ppm il tenore medio di Sr nella frazione psammitica; per quella pelitica si hanno invece tenori, non solo assai più bassi, ma variabili in funzione diretta del contenuto di frazione psammitica nel campione globale. Ciò consente di confermare, anche da questo punto di vista, il concetto di « inquinamento » già introdotto per le frazioni pelitiche delle « terre rosse » di Castellana da L. Dell'Anna *et al.* (1973). Secondo tali AA. molti campioni risultano « inquinati da una componente, estranea ad una vera « terra rossa » e, per quanto granulometricamente al di sotto di 0,062 mm, chimicamente analoga alle frazioni sabbiose ». Estrapolando le rette di regressione risulta che una ipotetica « terra rossa » non inquinata dovrebbe contenere intorno a 32 ppm Sr.

Da questo punto di vista risulta anche spiegabile la possibilità di suddividere le « terre rosse » di Castellana in due famiglie con tenori

medi di Sr nettamente diversi (106 e 44 ppm): si tratterebbe in effetti di un differente apporto di materiale « inquinante ».

Fra i minerali costituenti la componente inquinante predomina il quarzo accompagnato da quantità subordinate di ortoclasio (L. Dell'Anna *et al.*, 1973). E' plausibile che proprio quest'ultimo minerale possa considerarsi assai importante ai fini della distribuzione dello Sr entro le « terre rosse » di Castellana. E' noto che i K-feldspati, possono contenere spesso quantità rilevanti di Sr, fino a 2400 ppm (K. S. Heier, 1962) o addirittura oltre 4000 ppm (W. Noll, 1934).

La provenienza, in ultima analisi « psammitica », di gran parte dello Sr si accorda anche con le correlazioni positive fra SiO_2 , $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ da un lato e Sr dall'altro, riscontrate per le « terre rosse » di Castellana.

Il contenuto di Al_2O_3 costituisce invece una misura inversa del grado di « inquinamento »: si spiega perciò la corrispondente correlazione negativa.

Ancora differente è il quadro prospettato dai gruppi « Murge Basse » e « Salento ». Le « terre rosse » murgiane mostrano nella frazione sabbiosa un tenore medio di Sr significativamente inferiore a quelli relativi sia al « limo fine + argilla », sia al campione globale (e con minor significatività anche a quello del « limo »). Sembrerebbe perciò che in questo caso il materiale più sottile sia quello ove lo Sr tende a concentrarsi maggiormente, raggiungendo già nel « limo » valori (da 73 a 109 ppm) assai superiori a quello calcolato per l'ipotetica « terra rossa » non « inquinata » di Castellana.

Una situazione parzialmente analoga si presenta anche per il gruppo « Salento »: qui, nelle frazioni sabbiose relative a due campioni, il tenore di Sr è risultato inferiore ai limiti di rivelabilità (~ 5 ppm). Va notato che per questi due campioni le frazioni sabbiose risultano percentualmente le più basse (tab. XI) e che esiste una correlazione positiva fra percentuale di frazione sabbiosa e suo tenore in Sr. In particolare, i campioni con frazione sabbiosa relativamente più abbondante e più ricca in Sr (camp. 19 e 22) appartengono entrambi a depositi affioranti.

Sembra quindi di poter evidenziare due fatti distinti e concomitanti. Da un lato l'aumento dei tenori medi di Sr che accompagna la minor granulometria delle particelle tende ad individuare una più elevata concentrazione di Sr nei minerali argillosi o negli idrossidi.

Dall'altro, all'aumento quantitativo delle frazioni più grossolane corrisponde un sensibile arricchimento in Sr delle medesime. Ciò succede specialmente per i depositi affioranti, e la tendenza di questi ultimi a fornire frazioni sabbiose più ricche di Sr è confermata anche da quanto si verifica per il camp. 8 (« Murge Alte ») nei confronti di quelli del gruppo « Murge Basse » (vedi tab. X).

Infine, per i noduli separati da alcune « terre rosse » del gruppo « Salento », il tenore medio di Sr è risultato significativamente più basso di quello relativo ai corrispondenti materiali inglobati. I tenori di Sr in questi noduli sono inoltre positivamente correlati con il rapporto Al_2O_3/Fe_2O_3 nei noduli stessi. Ciò è verosimilmente collegabile alla suddivisione dei noduli in ferriferi ed alluminiferi (L. Dell'Anna, 1967), nel senso che lo Sr è mediamente più abbondante nei secondi ($\bar{x} = 73$ ppm) rispetto ai primi ($\bar{x} = 57$ ppm).

Non si ritiene di poter entrare in dettagli più di quanto non consentano sia il non rilevante numero di campioni esaminati, sia la carenza di sicure ipotesi sui meccanismi genetici dei noduli stessi. Ci si limiterà pertanto ad osservare che « la genesi dei noduli è verosimilmente da attribuirsi a processi chimico-fisici abbastanza diversi da quelli che hanno condotto alla formazione delle « terre rosse » (L. Dell'Anna, 1967). Se ciò costituisce un fatto discriminante dal punto di vista del tenore medio di Sr nelle « terre rosse » e nei noduli, la ulteriore « specializzazione » dei processi genetici relativi a questi ultimi, con formazione finale di noduli alluminiferi in un caso e ferriferi in un altro, sembra tradursi anch'essa in un tenore medio di Sr leggermente diverso nei due casi.

Osservazioni conclusive.

Le « terre rosse » qui esaminate appaiono un materiale sensibilmente eterogeneo dal punto di vista del contenuto di Sr: da gruppi di campioni con alcune centinaia di ppm Sr si passa ad altri con poco più di 30 ppm.

Lo stesso valore medio, intorno a 100 ppm Sr, corrispondente anche al massimo di frequenza, sembra da generalizzarsi con estrema cautela quale indicazione del contenuto di Sr in una « terra rossa » tipica.

Ciò, se non altro, in quanto appare ardua la definizione stessa di « terra rossa tipica ». Questi materiali possono infatti venire influenzati da una quantità di fattori, tra cui:

- Ubicazione topografica del deposito, anche in relazione con la possibilità che la « terra rossa » abbia avuto origine da differenti tipi di rocce carbonatiche, con differenti tipi di residuo insolubile.
- Processi di rimaneggiamento, più o meno spinto, subiti dalle « terre rosse » al momento del loro trasporto negli attuali depositi.
- Dilavamento dei materiali costituenti i depositi attualmente affioranti, che può condurre a fenomeni differenti a seconda della natura, o meno, di terreno agrario rivestita dal deposito stesso (L. Dell'Anna e C. L. Garavelli, 1968).
- Inquinamento da materiale estraneo ad una « terra rossa » in senso stretto.

Nel presente studio è stato possibile evidenziare come quest'ultimo fattore possa influenzare il tenore di Sr sia innalzandolo (gruppo « Castellana »), sia tendendo a diminuirlo (gruppi « Murge Basse » e « Salento »). Ma certamente giocano anche altri fattori più direttamente inerenti alla frazione granulometricamente più sottile (ed in buona parte colloidale) delle « terre rosse ». Si veda ad esempio il caso del gruppo « Gargano »: materiali praticamente esenti da frazione psammiteica raggiungono tenori di Sr intorno a 500 ppm. Nonostante la correlazione positiva fra ppm Sr da un lato ed i pur molto esigui tenori di frazione psammiteica dall'altro, non sembra che tra i due eventi possa stabilirsi una semplice relazione causale: la correlazione diretta esistente fra i tenori di Sr ed Al_2O_3 (e quella inversa fra i primi ed il rapporto SiO_2/Al_2O_3) sembra piuttosto suggerire l'intervento di meccanismi diversi e per adesso non ulteriormente chiaribili.

Così pure non appare spiegabile il perchè la « terra rossa non inquinata » della Murgia di Castellana debba contenere solo circa 30 ppm di Sr: e ciò nonostante la sua stretta analogia chimica con i campioni delle « Murge Basse » (L. Dell'Anna *et al.*, 1973).

In conclusione, lo Sr appare un « elemento guida » da usare, per le « terre rosse », con tutta la prudenza inerente alla molteplicità dei fattori che possono condizionarne la distribuzione. Ma forse proprio a causa di ciò appare non inutile una futura estensione delle ricerche, onde pervenire ad una valutazione dell'incidenza statistica delle varie possibili situazioni e ad una loro più specifica interpretazione.

BIBLIOGRAFIA

- ANDRIEUX C. (1960) - *Sur l'origine du strontium dans des formations récifales du sénonien toulonnais*. « Bull. soc. franç. minéral. et crist. », 83, 216.
- BAUSCH W. M. (1965) - *Strontiumgehalte in süddeutschen Malmkalken*. « Geol. Rundschau », 55, 86.
- BAUSCH W. M. (1968) - *Outlines of Distribution of Strontium in Marine Limestones*. In: Müller G. e Friedman G. M. (Edit.): *Recent Developments in Carbonate Sedimentology in Central Europe*, Springer Verlag, 106.
- DELL'ANNA L. (1963) - *Contributo allo studio dei calcari della Penisola Salentina*. « Periodico mineral. Roma », 32, 519.
- DELL'ANNA L. (1967) - *Ricerche su alcune terre rosse della Regione Pugliese*. « Periodico mineral. Roma », 36, 539.
- DELL'ANNA L. e GARAVELLI C. L. (1968) - *Su alcune « terre rosse » della Puglia Settentrionale*. Ist. Mineral. e Petrograf. Univ. Bari, Grafiche Rossi Editr.
- DELL'ANNA L., DI PIERRO M. e QUAGLIARELLA-ASCIANO F. (1973) - *Le « terre rosse » delle Grotte di Castellana (Bari)*. « Periodico mineral. Roma », 42, 23.
- FORNASERI M. e GRANDI L. (1963) - *Contenuto in Sr di serie calcaree italiane*. « Giorn. geol., Ann. museo geol. Bologna », [2], 31, 171.
- FORNASERI M. e GRANDI L. (1968) - *Nuovi dati sul contenuto in Sr di serie calcaree italiane*. « Periodico mineral. Roma », 37, 733.
- GARAVELLI C. L. e MORESI M. (1973) - *Osservazioni sul contenuto di Sr in rocce carbonatiche pugliesi*. « Periodico mineral. Roma », 42, 69.
- HEIER K. S. (1962) - *Trace elements in feldspars - a review*. « Norsk. Geol. Tidsskr. », 42, 415.
- IMREH J. e IMREH G. (1961) - *Contributii la studiul genezei celestinei sedimentare*. « Studi si Cercetari de Geologie », 6, 2, Bucuresti.
- IMREH I. e IMREH G. (1971) - *Contenuto in stronzio e bario dei calcari eocenici e tortoniani della parte ovest e nord-ovest del Bacino Transilvanico (Romania)*. « Periodico mineral. Roma », 40, 357.
- MORESI M. (1973) - *Correzione degli effetti di matrice tramite i raggi X diffusi: alcune applicazioni al dosaggio di elementi in traccia entro materiali silicatici*. « Periodico mineral. Roma », 42, 495.
- NOLL W. (1934) - *Geochemie des Strontium*. « Chem. Erde », 8, 507.
- PERINET G. e ANDRIEUX C. (1958) - *Sur la présence de strontium dans des formations récifales du sénonien toulonnais*. « Bull. soc. franç. et crist. », 81, 276.