
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI
RENDICONTI

VITTORIO DUCHI, STEFANO SANTONI

**Metamorphism and Metal Mobilization in
Calcareous Rocks from Campiglia Marittima
Mineralized Area. Nota II**

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 65 (1978), n.6, p. 323–331.*

Accademia Nazionale dei Lincei

<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1978_8_65_6_323_0>

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)
SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>

Geochimica. — *Metamorphism and Metal Mobilization in Calcareous Rocks from Campiglia Marittima Mineralized Area*. Nota II di VITTORIO DUCHI (*) e STEFANO SANTONI (*), presentata (**) dal Socio G. CAROBBI.

RIASSUNTO. — Su novantadue campioni di rocce della formazione carbonatica liassica della Serie Toscana di Campiglia Marittima sono state condotte determinazioni sul contenuto di Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, Zn mediante spettrofotometria di assorbimento atomico.

In questa area sono note mineralizzazioni ad ossidi e idrossidi di ferro, a cassiterite e a solfuri misti associati a silicati di skarn; queste mineralizzazioni si ritrovano in una formazione della Serie Toscana nota come « calcare massiccio ». Una parte di questa formazione (marmi) è stata metamorfosata da una intrusione quarzomonzonitica a cui queste mineralizzazioni sono associate.

Sono state studiate le variazioni del contenuto dei metalli tra i marmi e il calcare massiccio non metamorfosato ed è stato evidenziato che durante il processo termometamorfico il contenuto dei metalli pesanti nella roccia tende a diminuire.

È stata fatta una stima approssimata dell'importanza quantitativa di tale mobilitazione ed ipotizzata una relazione alle mineralizzazioni. Infine si è proposto un modello schematico della mobilitazione dei metalli attraverso soluzioni acquose riscaldate dalla intrusione.

As mentioned in the last sentence of the preceeding note, we report here the bibliographic references, the table of analytical data and the figures related to the topics discussed in Note I.

TABLE I.
Coefficients of correlation of the overall samples⁽¹⁾.

	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn	Ins. res.
Mg	1.000	—0.048	—0.077	0.128	0.082	—0.077
Mn		1.000	<u>0.246</u>	0.075	—0.111	<u>0.297</u>
Fe			1.000	—0.005	—0.130	<u>0.789</u>
Cu				1.000	<u>0.763</u>	0.044
Zn					1.000	—0.110
Ins. res. . .						1.000

⁽¹⁾ Significant relations ($r > 0.24$, $P =$ probability relation being casual $= 0.02$) are underlined.

(*) Istituto di Mineralogia, Petrografia e Geochimica. Via Lamarmora 4, Firenze.

(**) Nella seduta del 10 novembre 1978.

TABLE 2.
Lithological types and their chemical features.

sampling zone	sample no.	lithotype (*)	Ca (%)	Mg (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Insol. res. (%)
C	1	<i>m</i>	38.33	2240	495	182	9.2	30.2	0.63
B	2	<i>arl</i>	37.87	1910	1153	587	6.9	7.5	2.33
B	3	<i>arl</i>	37.37	3510	152	1449	11.2	6.0	2.93
B	4	<i>arl</i>	37.62	3390	74	1476	5.5	7.0	2.76
B	5	<i>cl</i>	36.79	3290	389	1836	5.1	14.5	4.77
B	6	<i>cl</i>	28.86	2480	401	2323	4.1	10.0	23.80
B	7	<i>cl</i>	35.49	2460	495	2048	4.9	15.0	6.56
B	8	<i>arl</i>	37.12	3390	445	1475	14.4	6.7	5.43
B	9	<i>uml</i>	38.50	2650	670	285	5.9	19.2	0.30
B	10	<i>uml</i>	35.99	2550	1827	891	5.9	5.5	9.42
B	11	<i>uml</i>	37.49	2630	1839	720	6.8	7.0	0.51
B	12	<i>uml</i>	38.60	2850	420	81	9.9	5.3	0.65
C	13	<i>m</i>	38.22	1880	1368	197	5.6	21.1	0.34
C	14	<i>m</i>	36.70	2610	316	187	5.9	17.2	1.45
C	15	<i>m</i>	38.50	3530	338	105	6.8	11.1	0.20
C	16	<i>m</i>	37.80	2580	227	172	7.1	8.3	0.51
A	17	<i>m</i>	38.25	6710	102	448	5.0	3.0	0.45
A	18	<i>m</i>	38.84	3550	44	94	6.2	3.6	0.44

(*) *m* = marble of the "calcare massiccio" formation; *uml* = unmetamorphosed limestone of the "calcare massiccio" formation;
arl = marly limestone of the "calcare rosso ammonitico" formation; *cl* = cherty limestone of the "calcare selcifero formation".

TABLE 2. *continued.*

sampling zone	sample no.	lithotype	Ca (%)	Mg (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Insol. res. (%)
A	19	<i>m</i>	38.24	3840	43	190	5.8	5.5	0.43
A	20	<i>m</i>	37.79	2080	196	82	7.9	7.0	0.16
A	21	<i>m</i>	38.23	2740	65	120	5.7	3.7	0.32
A	22	<i>uml</i>	36.99	3280	597	1644	6.0	7.7	3.23
A	23	<i>uml</i>	38.22	2640	70	145	6.0	3.5	0.61
A	24	<i>uml</i>	38.51	3330	40	159	5.7	6.5	0.40
A	25	<i>uml</i>	37.93	2760	1485	235	6.0	8.3	0.35
A	26	<i>cl</i>	29.99	2440	1709	1450	26.0	14.0	21.65
A	27	<i>cl</i>	30.61	3400	1188	5845	7.0	18.2	20.16
A	28	<i>cl</i>	25.41	2490	518	1703	6.3	5.8	32.20
A	29	<i>uml</i>	37.26	3190	215	1309	8.7	7.0	3.02
A	30	<i>arl</i>	35.83	3090	290	2073	6.0	8.7	10.24
A	31	<i>cl</i>	31.69	2920	327	2300	11.8	9.0	16.95
A	32	<i>arl</i>	35.83	3090	215	1309	8.7	7.0	5.31
A	33	<i>arl</i>	36.66	3460	275	1481	18.8	13.7	6.10
A	34	<i>uml</i>	37.60	3460	50	115	11.2	8.0	0.90
A	35	<i>m</i>	37.87	5210	45	67	9.2	5.8	0.16
P	36	<i>uml</i>	37.47	15886	255	290	13.0	47.9	2.21

TABLE 2. *continued.*

sampling zone	sample no.	lithotype	Ca (%)	Mg (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Insol. res. (%)
P	37	<i>cl</i>	34.99	1699	757	1974	7.7	14.59	9.90
P	38	<i>arl</i>	37.46	3546	195	1229	5.0	7.5	5.90
B	39	<i>m</i>	38.14	5640	178	200	5.0	7.0	0.40
B	40	<i>m</i>	38.64	1248	104	95	5.8	26.3	1.99
B	41	<i>m</i>	36.96	5495	91	150	4.0	11.5	0.21
B	42	<i>uml</i>	36.96	1798	148	215	6.1	6.0	0.88
B	43	<i>m</i>	39.80	1600	120	90	4.8	53.0	0.66
B	44	<i>m</i>	38.77	5245	100	330	3.5	2.5	1.58
B	45	<i>uml</i>	39.90	1670	165	178	5.7	17.5	0.41
B	46	<i>m</i>	38.61	1456	115	92	5.3	6.0	0.14
B	47	<i>m</i>	39.92	1847	160	105	5.7	28.9	0.14
B	48	<i>m</i>	37.49	2380	71	100	6.1	7.5	2.00
B	49	<i>uml</i>	38.17	1224	450	270	6.0	23.0	2.09
B	50	<i>uml</i>	38.73	2362	159	289	4.0	7.0	0.80
B	51	<i>uml</i>	37.75	1470	491	350	4.8	4.0	0.97
B	52	<i>arl</i>	34.83	1776	160	1916	7.2	10.0	6.41
B	53	<i>arl</i>	27.68	2048	392	5996	6.1	8.0	29.94
B	54	<i>cl</i>	37.17	2658	400	1809	5.0	10.0	3.83

TABLE 2. *continued.*

sampling zone	sample no.	lithotype	Ca (%)	Mg (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Insol. res. (%)
B	55	<i>uml</i>	36.99	2350	67	90	6.1	10.0	1.00
B	56	<i>uml</i>	39.50	1825	297	229	20.7	153.0	1.33
B	57	<i>m</i>	39.86	1967	124	91	4.2	23.0	0.26
B	58	<i>m</i>	39.88	1644	204	125	4.5	15.7	0.36
C	59	<i>m</i>	37.68	2416	79	90	6.1	8.0	0.84
C	60	<i>m</i>	39.95	899	188	110	3.8	6.8	0.39
C	61	<i>m</i>	39.99	2429	510	303	8.3	24.0	0.31
C	62	<i>m</i>	39.16	1499	250	160	4.8	47.6	0.25
C	63	<i>m</i>	39.15	1847	208	180	4.8	70.9	2.10
C	64	<i>m</i>	39.58	1099	435	155	3.8	25.5	1.30
C	65	<i>m</i>	37.27	1599	200	178	4.0	9.5	1.09
C	66	<i>m</i>	38.85	1414	209	154	3.8	51.8	1.51
C	67	<i>m</i>	36.72	1499	230	125	6.1	65.7	0.46
C	68	<i>m</i>	39.99	1550	479	133	4.8	54.5	0.56
P	69	<i>uml</i>	39.87	4365	379	149	4.8	9.0	0.30
P	70	<i>uml</i>	38.00	9500	1530	387	30.0	118.0	3.58
P	71	<i>uml</i>	39.98	55761	160	655	3.0	7.0	3.37
P	72	<i>uml</i>	37.67	21281	70	309	81.4	221.8	0.83

TABLE 2. continued.

sampling zone	sample no.	lithotype	Ca (%)	Mg (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Insol. res. (%)
P	73	uml	33.24	30487	222	310	3.8	25.3	0.32
P	74	uml	36.91	16959	322	294	7.0	15.0	1.00
P	75	uml	32.95	21468	839	304	9.0	15.3	3.38
S	76	m	35.20	7997	103	615	14.5	82.5	2.40
S	77	m	38.38	810	374	135	5.0	14.6	0.25
S	78	m	39.00	1270	240	176	6.1	17.2	2.35
S	79	m	38.48	2248	87	500	4.0	3.0	1.45
S	80	m	37.75	1900	380	668	5.7	8.0	4.31
S	81	m	31.49	37998	322	432	4.8	21.5	1.50
S	82	m	36.45	16477	414	288	4.0	11.2	2.32
S	83	uml	36.89	17449	235	279	4.0	6.5	1.50
T	84	uml	39.13	2395	145	133	5.7	15.3	2.61
T	85	uml	39.57	2528	71	223	4.0	7.5	1.30
T	86	arl	33.00	1800	118	710	9.1	58.5	3.87
T	87	uml	38.99	2250	55	130	4.0	10.5	0.22
T	88	arl	34.66	1998	502	1658	5.0	8.0	8.52
T	89	cl	36.94	2197	495	1997	4.2	7.0	4.92
T	90	uml	38.96	3097	61	143	12.3	27.3	0.90
T	91	cl	34.99	2450	418	1940	16.7	41.0	8.67
T	92	uml	38.63	1647	231	225	45.1	203.0	2.00

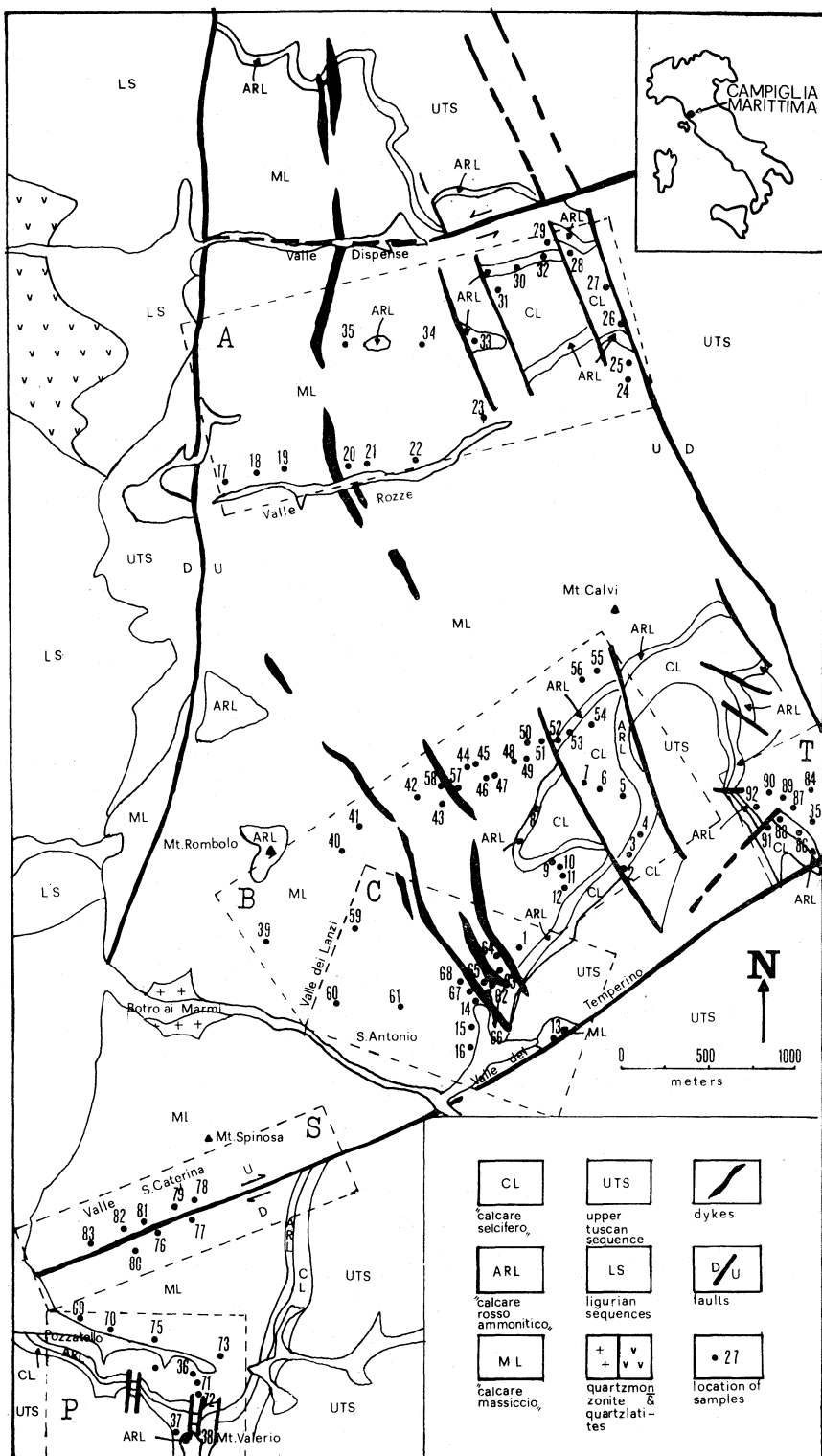
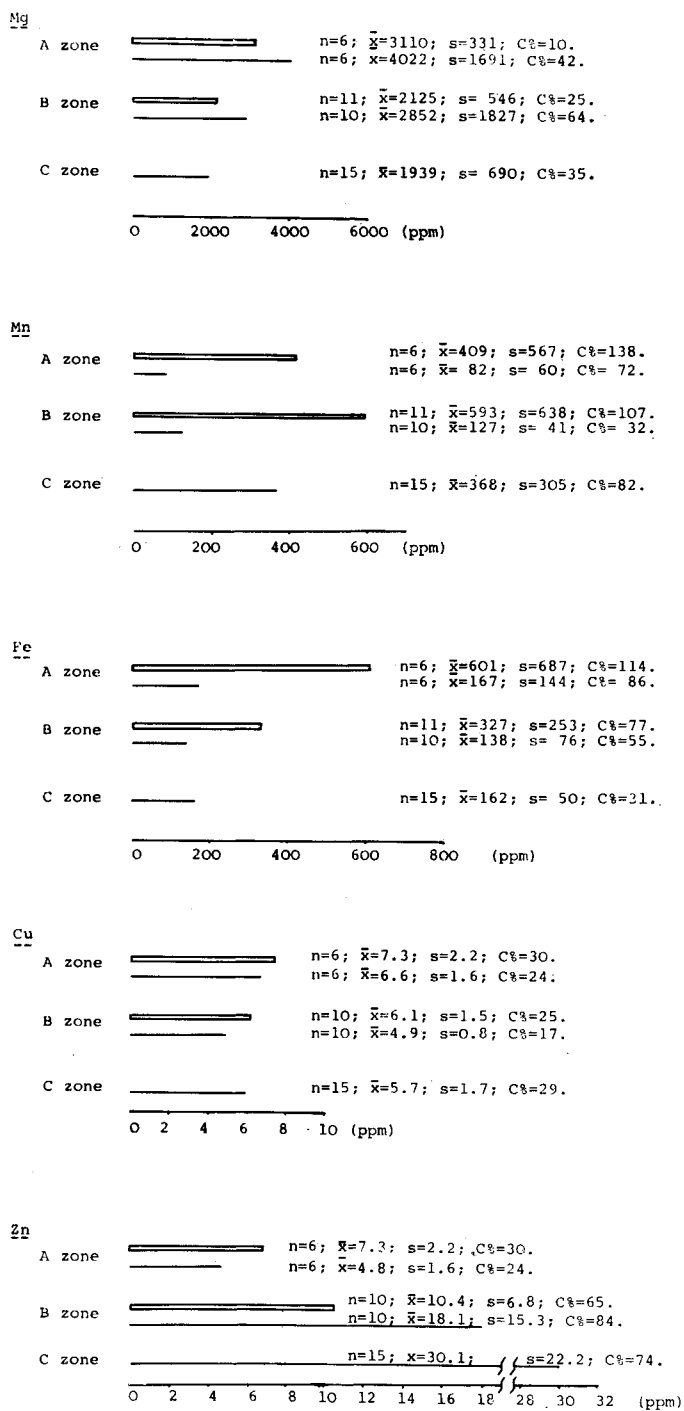


Fig. 1. - Lithostratigraphic and structural map of the hills of Campiglia Marittima (off the map). After Giannini (1955), simplified and modified. The sampling zones are outlined.



uml= unmetamorphosed "calcare massiccio" 

m="marbles"=metamorphosed "calcare massiccio" 

Fig. 2. - Schematic representation of the mean metal contents of "marbles" and "calcare massiccio" in zones A, B, and C.

REFERENCES

- BARBERI F., INNOCENTI F. e MAZZUOLI R. (1967) - *Contributo alla conoscenza chimico-petrografica e magmatologica delle rocce intrusive, vulcaniche e filoniane del Campigliese*. «Mem. Soc. Geol. Ital.», 6, 643-681.
- BARTOLOMÉ P. e EVRARD P. (1970) - *On the genesis of the zoned skarn complex at Temperino, Tuscany*. In: «Internat. Union Geol. Sci. A.», No. 2: *Problems of Hydrothermal Ore Deposition*, Schweizerbart, Stuttgart, 53-57.
- BELEVTSSEV YA. N. (1970) - *Sources of Metals of Metamorphic-Hydrothermal Deposits*. In: «Internat. Union Geol. Sci. A.», No. 2: *Problems of Hydrothermal Deposition*, Schweizerbart, Stuttgart, 30-35.
- BELEWZEW JA. N., FOMENKO W. JU., KUTSCHER W. N. e KUSENKO S. W. (1973) - *Die Mobilisierung von Metallen aus sedimentären und metamorphen Gesteinen durch wässrige Lösungen*. «Z. angew. Geol.», 19, 449-452.
- BENCINI A. e TURI A. (1974) - *Mn distribution in the mesozoic carbonate rocks from Lima Valley, Northern Apennines*. «J. Sed. Petrol.», 44, 774-782.
- BERNARDINI G., CORSINI F. e TANELLI G. (1974) - *Galena and Chalcopyrite from the skarn-sulphide deposit Valle del Temperino*. «Rend. Soc. Ital. Mineral. Petr.», 30, 585-595.
- BERTOLANI M. (1958) - *Osservazioni sulle mineralizzazioni metallifere del Campigliese*, «Per. Mineral.», 17, 311-353.
- BOCCALETTI M., COLI M. e NAPOLEONE G. (1977) - *Nuovi allineamenti strutturali negli Appennini da immagini LANDSAT*. «Boll. Soc. Geol. Ital.», 96, in press.
- BORSI S., FERRARA G., MAZZUOLI R. e TONGIORGI E. (1967) - *Determinazione col metodo K/Ar dell'età delle rocce magmatiche della Toscana*. «Boll. Soc. Geol. Ital.», 86, 403-410.
- BORTOLOTTI V., PASSERINI P., SAGRI P. e SESTINI G. (1970) - *The Miogeosynclinal sequence*. In: *Development of the Northern Apennines Geosyncline*, G. Sestini, ed. «Sedimentary Geology», 4, 341-444.
- CORSINI F. e TANELLI G. (1974) - *Analisi alla microsonda elettronica delle blende del giacimento della Valle del Temperino*, «Rend. Soc. Ital. Mineral. Petr.», 30, 205-221.
- ELTER P., GIGLIA G., TONGIORGI M. e TREVISAN L. (1975) - *Tensional and compressional areas in the recent (Tortonian to present) evolution of the northern Apennines*. «Boll. Geofisica», 17, 317-362.
- FERRARA G. (1962) - *Nuovi dati sull'intrusione terziaria del Campigliese*. «Atti Soc. Tosc. Sci. Nat.», ser. A, 69, 559-583.
- GIANNINI E. (1955) - *Geologia dei Monti di Campiglia Marittima*. «Boll. Soc. Geol. Ital.», 74, 219-296.
- GIBBS R. J. (1977) - *Transport phases of Transition Metals in the Amazon and Yukon Rivers*. «Geol. Soc. Am. Bull.», 88, 829-843.
- GREGORIO F., LATTANZI P. e TANELLI G. (1977) - *A contribution to the genetic knowledge of the skarn-sulphide deposit of the Valle del Temperino (Campiglia Marittima, Toscana): Sphalerite, Pyrite and Pirrhotite assemblage*. «Rend. Soc. Ital. Mineral. Petr.», 33, 125-136.
- STELLA A. (1938) - *Nuovi dati sul giacimento di Stagno del Campigliese*. «Rend. Reg. Ass. Naz. Lincei», ser. 6^a, 27, 506-513.
- STELLA A. (1955) - *La miniera di Stagno di Monte Valerio*. «Boll. Soc. Geol. Ital.», 47, 115-15.
- TANELLI G. (1977) - *I giacimenti a skarn della Toscana*. «Rend. Soc. Ital. Mineral. Petr.», 33, in press.