

VISUALIZZAZIONE GRAFICA E ARCHEOMETALLURGIA: LINGOTTI DA SITI ETRUSCHI DELL'EMILIA

In questa occasione vengono presentati i risultati delle analisi chimiche effettuate su lingotti metallici dell'Etruria padana. Nella fattispecie sono stati presi in esame reperti provenienti da Parma-Fraore dove nel secolo scorso erano stati recuperati frammenti di *aes rude* all'interno di una tomba ad inumazione datata all'inizio del V sec. a.C. e da Parma-Quingento di S. Prospero dove il Pigorini recuperò nel 1871 parte di un ripostiglio contenente diversi pani contrassegnati dall'impronta del ramo secco (MARINI CALVANI, CATARSI DALL'AGLIO 1988; MARINI CALVANI, CATARSI DALL'AGLIO 1989) e da Marzabotto (BO), dove negli scavi ottocenteschi vennero in luce due pezzi di *aes signatum* in contesti databili tra VI e V sec. a.C. (MALNATI 1988). A questi si aggiungono i materiali recentemente rinvenuti a Case Nuove di Siccomonte - Cabriolo nel Fidentino all'interno di un vasto insediamento protostorico databile tra il primo quarto del VI sec. a.C. e gli inizi del IV sec. a.C., che si viene a porre come la testimonianza più occidentale a noi nota dell'espansione etrusca in Val Padana (CATARSI DALL'AGLIO, SASSATELLI 1991-92; CATARSI DALL'AGLIO 1994).

I risultati ottenuti, abbinando le risorse dei software utilizzati dai computer ai valori ottenuti su un determinato campione, mediante analisi chimico-fisico-strutturali e metallografiche, sono stati possibili grazie ad una tecnica di campionamento derivata da un'esperienza pratica sul restauro maturata in lunghi anni di ricerca nel settore, che ha permesso di mettere a punto un metodo di prelievo che non lascia traccia sull'oggetto e che, con pochi milligrammi di campione, permette abitualmente di evidenziare la presenza di circa 15 elementi componenti la lega.

Il campione prelevato, dopo essere stato accuratamente pesato, è stato trattato chimicamente ed infine sottoposto a lettura mediante spettrofotometro ad assorbimento atomico, anche se da qualche tempo si è dato luogo ad una serie di uguali misure effettuate con la spettrofotometro a plasma. Con questo tipo di analisi si effettua una misura quali-quantitativa degli elementi costituenti la lega.

La prima serie di lingotti da noi esaminati è costituita da un nucleo proveniente da Marzabotto che ha dato i risultati riportati in tabella (Tav. XXIV, A).

I dati ottenuti sono stati trascritti utilizzando il programma Excel di Windows sia nella versione 4.0 che nella versione 5.0, essendosi svolta la ricerca in tempi diversi.

Tabella dei risultati													
Ident.	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Sb	Bi	Au	Co	As	Cd	Ni	Ag
18597	97.9		0.79	0.07	0.18	0.03	0.61		0.01	0.37		0.06	0.23
4790	96.8		0.09	0.03	0.71	0.26	0.6		0.19	1.21		0.12	0.17
4791b	96.5		0.28	0.26	1.45	0.42	0.1		0.03	0.23		0.07	0.28
Rip3	98.1		0.89	0.02	0.11	0.12	1.27		0.01	0.38		0.03	0.19
1604	94.2		2.06	0.03	0.98	0.2	0.09		0.14	2.98		0.12	0.1
18578a	66		0.1	0.32	31.6	0.1	0.04		0.15	0.3		0.02	0.18
18578b	64.7		0.09	0.35	32.7	0.07	0.04		0.15	0.53		0.03	0.16
4784	61.4		0.17	0.62	35.5	0.34	0.07		0.14	0.65		0.03	0.37
4785	79.2		0.06	1.87	16.6	0.21	0.16		0.12	0.51		0.04	0.32
4786	72.5		0.03	0.24	25.1	0.07	0.04		0.15	0.19		0.02	0.2
4787	67.2		0.7	0.29	29.4	0.41			0.06	0.6		0.04	0.19
4788	64.5		0.16	0.36	31.1	0.09	0.04		0.12	0.52		0.04	0.13
4789	69		0.59	0.21	32.7	0.35			0.06	0.58		0.04	0.21
Rip1	72.7		0.33	0.33	25		0.09		0.12	0.27		0.03	0.08
18579	42.1		55.2	0.13	0.21	0.22			0.01	1.14		0.02	0.17
18580	44.1		48.3	0.01	0.23	5.27			0.01	1.61		0.6	0.76
18581	31.6		63.6	0	0.19	2.46			0.04	1.45		0.73	0.62
1601	48.6		48.3	0.03	0.03	1.77	0.04			1.52		0.42	0.21
1602	49		49	0.05	0.07	0.11	0.07			0.1		0.01	0.06
Rip4	83.5	0.2	12.7	0.59	0.1	1.38	1.27			1.14		0.02	0.19
1600	51	6.76	40.5	0.1	0.1	0.05	0.1			0.24		0.02	0.06
1603	84	12.9	0.74	0.03	0.09	0.02	0.08		0.05	0.29		0.06	0.05
Rip2	86	11.9	0.74	0.09	0.22		0.02		0.01	0.44		0.06	0.09

Fig. 1

Dall'esame della tabella è possibile vedere che tutti gli oggetti sono caratterizzati da una consistente presenza di rame; per un secondo gruppo di lingotti si evidenzia, oltre al rame, anche la presenza di piombo; per altri ancora anche la presenza di ferro.

Trasferendo i dati analitici riportati in tabella in grafico con un diagramma a barre (grafico in Tav. XXIV, a), ci rendiamo immediatamente conto non solo delle differenze evidenti che caratterizzano gli oggetti, ma, dalla nuova facilità di lettura ottenuta mediante il grafico, ci si accorge che i lingotti possono essere ulteriormente caratterizzati per il loro appartenere a tre gruppi che evidenziano non trascurabili differenze.

Aggiungendo ulteriori risultati analitici ottenuti questa volta dalle indagini condotte su lingotti dell'area parmense, trasferiti prima in tabella (Fig.

1) e poi in grafico (Tav. XXIV, b), ci si rende conto di una caratterizzazione perfettamente confrontabile con quella esaminata in precedenza.

Si assiste inoltre alla presenza di un ulteriore quarto gruppo, forse meglio osservabile nel grafico successivo (Fig. 2), caratterizzato da concentrazioni di un elemento, quale lo stagno, la cui presenza non era risultata precedentemente per gli altri lingotti indagati. Occorre sottolineare che questa presenza, che si riscontra su qualche lingotto e che sembra chiaramente indicare la presenza di un quarto gruppo di lingotti da fusione, induce seriamente a pensare a questi lingotti come ad un prodotto a rame-stagno pronto per fondere oggetti diversi.

Successivamente sono stati accorpati tutti i risultati analitici in un'unica tabella (Fig. 3) che risulta anch'essa essere costituita da tre principali gruppi compositivi (rame, rame-piombo, rame-ferro) e da un ulteriore gruppo con presenza di stagno.

In questo caso risulta ancora più evidente la caratterizzazione ottenuta dal grafico (Tav. XXV) che meglio evidenzia i gruppi e gli elementi che caratterizzano tali lingotti.

Le ulteriori e più recenti indagini sono state condotte su un campione caratterizzato da lingotti ed oggetti.

In questo caso il software utilizzato si è dimostrato uno strumento notevolmente efficace che ha permesso letture diverse utilizzando alcuni degli strumenti del programma (cfr. la tabella - Fig. 4 - in cui sono riportati in sequenza di campionamento gli esami effettuati sull'ultimo campione di oggetti).

Per leggere meglio i dati analitici si è poi realizzata una seconda tabella in cui gli oggetti erano ordinati secondo il valore decrescente del rame (Fig. 5); un'altra ancora con gli oggetti ordinati secondo i valori decrescenti del piombo (Fig. 6) ed una terza per valori decrescenti dello stagno (Fig. 7).

Se esaminiamo il grafico corrispondente (Figg. 8-10) alla tabella completa di tutti i dati, appare ancora più evidente che le forti concentrazioni di uno o due elementi (ad esempio rame e rame-piombo) corrispondono a tipologie riferibili a lingotti; le fasce intermedie e del grafico e delle tabelle con significativi contenuti di altri alliganti, quali lo stagno, si riferiscono a tipologie di oggetti, quali parti di fibule, laminette ... tanto da avvalorare ulteriormente l'ipotesi della presenza di lingotti a rame e stagno necessari per la fusione degli oggetti in bronzo.

Abbiamo poi inserito tutti i dati di queste analisi in un'unica tabella e ne abbiamo ricavato un grafico (Figg. 11-13) che, nonostante la separazione in tre videate dato il grande numero di campioni, permette di avere ulteriori conferme meglio evidenziando le presenze degli elementi a costituire quattro complessi: rame puro, rame-stagno, rame-ferro, rame-piombo.

Anche in questo caso Excel ha permesso di poter leggere in maniera diversa non solo i valori decrescenti delle concentrazioni, ma anche i relativi

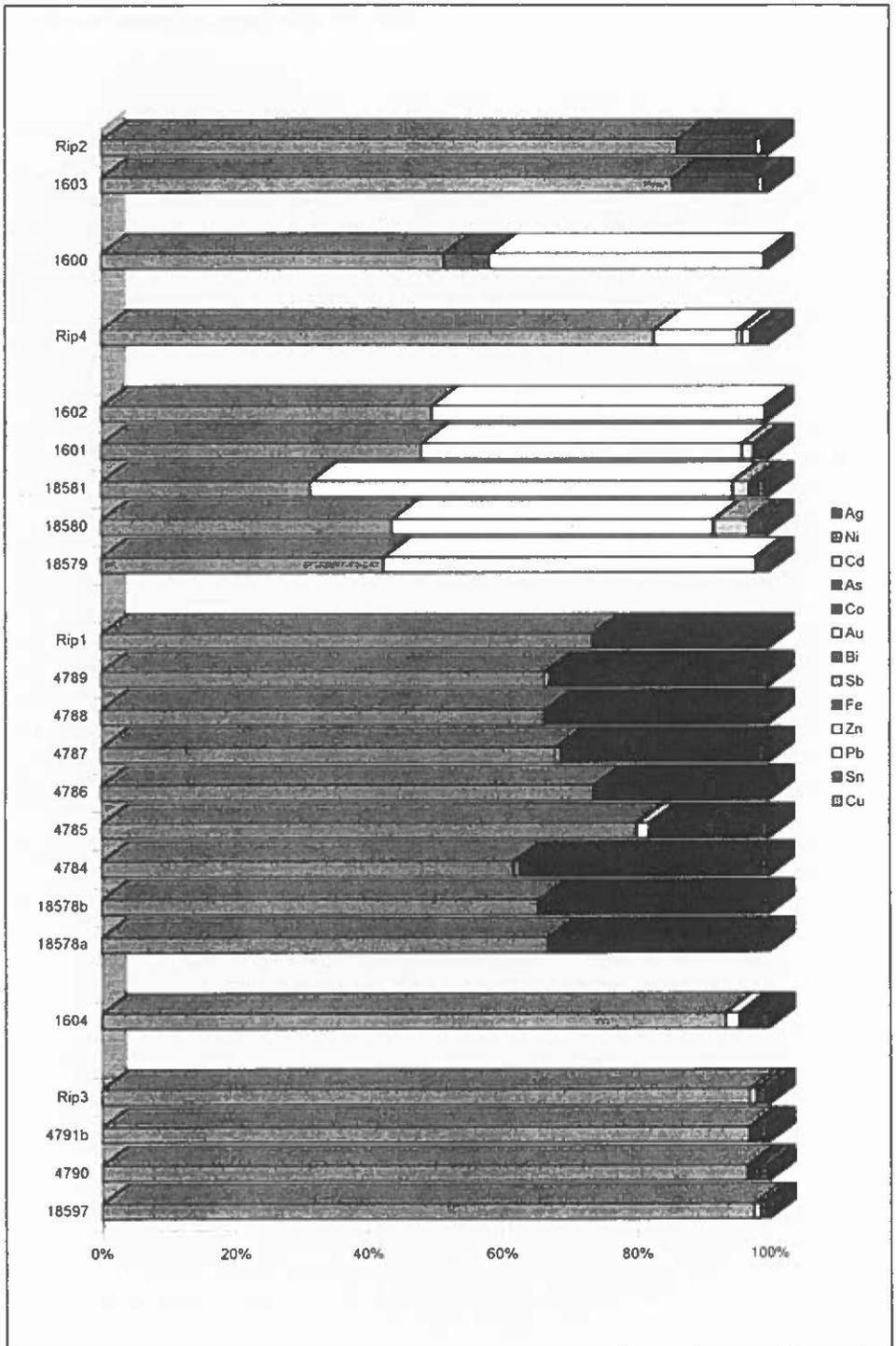


Fig. 2

Ident.	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Sb	Bi	Au	Co	As	Cd	Ni	Ag	Mn
354	97.83		0.28	0.001	0.19	0.2			0.007	2.85		0.005	0.04	
355	97.93		0.28	0.04	tracce	0.14			0.01	2.022		0.113	0.1	
356	97.79		1.34		0.09	0.07	0.62			0.451		0.082	0.2	
18597	97.85		0.79	0.07	0.18	0.03	0.61		0.005	0.37		0.058	0.232	
4790	96.76		0.09	0.03	0.71	0.26	0.6		0.187	1.213		0.121	0.165	
4791b	96.48		0.28	0.26	1.45	0.42	0.1		0.034	0.23		0.065	0.275	
Rip3	98.11		0.89	0.02	0.11	0.12	1.27		0.01	0.38		0.03	0.19	
1604	94.2		2.06	0.03	0.98	0.2	0.08		0.143	2.98		0.12	0.1	
1857a	65.96		0.1	0.32	31.56	0.1	0.04		0.15	0.301		0.022	0.176	
1857b	64.73		0.09	0.35	32.72	0.07	0.04		0.153	0.533		0.025	0.155	
4784	61.36		0.17	0.62	35.47	0.34	0.07		0.141	0.651		0.03	0.372	
4785	79.23		0.06	1.87	16.61	0.21	0.16		0.12	0.511		0.035	0.318	
4786	72.52		0.03	0.24	25.12	0.07	0.04		0.149	0.186		0.022	0.195	
4787	67.18		0.7	0.29	29.35	0.41			0.06	0.6		0.037	0.187	
4788	64.48		0.16	0.36	31.05	0.09	0.04		0.121	0.521		0.037	0.126	
4789	68.99		0.59	0.21	32.72	0.35			0.06	0.583		0.036	0.209	
Rip1	72.72		0.33	0.33	25.03		0.09		0.12	0.27		0.027	0.08	
350	82.52		0.21	0.45	14.71	0.52	0.11		0.109	1		0.024	0.18	
351	68.05		0.61	0.22	29.41	0.44	0.03		0.054	1.128		0.21	0.09	
353	54.74		1.33	0.93	38.62	1.46			0.007	2.147		0.083	0.13	
18579	42.11		55.2	0.13	0.21	0.22			0.013	1.143		0.023	0.17	
18580	44.12		48.34	0.009	0.23	5.27			0.013	1.612		0.6	0.756	
18581	31.62		63.63	0.001	0.19	2.46			0.041	1.449		0.73	0.62	
1601	48.62		48.29	0.03	0.03	1.77	0.04			1.52		0.42	0.21	
1602	49.01		49.04	0.05	0.07	0.11	0.07			0.1		0.01	0.06	
349	65.5		27.1	4.44	1.57	0.13	0.05		0.015	1.6		0.024	0.26	
352	87.8		4.51	0.2	4.11	1.06			0.114	1.426		0.21	0.33	
357	89.12		4.66	0.08	3.89	0.2	0.76		0.044	0.778		0.083	0.24	
Rip4	83.46	0.2	12.68	0.59	0.1	1.38	1.27			1.14		0.02	0.19	
1600	50.99	6.76	40.5	0.1	0.1	0.05	0.1			0.24		0.02	0.06	
1603	84	12.86	0.74	0.03	0.09	0.02	0.08		0.05	0.29		0.06	0.05	
Rip2	85.97	11.93	0.74	0.09	0.22		0.02		0.01	0.44		0.059	0.09	

Fig. 3

decrementi o incrementi degli altri elementi costituenti una lega.

I grafici di Excel permettono inoltre di poter meglio valutare le concentrazioni relative dei più importanti elementi costituenti una lega.

Appaiono evidenti anche le differenze nell'uso di Excel 4 ed Excel 5, sia nella fase della costruzione delle tabelle che in quella dei grafici, come è mostrato dal confronto della stessa tabella graficata in Excel 4.0 (Fig. 14) e poi in Excel 5.0 (Fig. 15).

Le analisi che sono state programmate hanno lo scopo di avere informazioni su un campione maggiormente allargato in modo da poter ulteriormente precisare la conoscenza di questo settore di studio.

L'uso della grafica computerizzata rappresenta, come è apparso da quan-

		Sic 95																
Oggetto	Ident.	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Sb	Bi	Au	Co	As	Cd	Ni	Ag	Mn	Na	K	
Lingotto	Sic 18	99 600			0,020	0,020					0,580			0,050			0,018	0,016
Lingotto	Sic 51	98 360		0,080	0,030	0,100		0,040			0,790		0,020	0,230			0,026	0,027
Lingotto	Sic 16	98 300			0,100	0,040	0,290	0,370		0,021	0,660			0,300			0,047	0,034
Lingotto	Sic 41	97 670	0,650		0,020	0,050					0,490			0,120			0,019	0,017
Lingotto	Sic 25	97 280		0,210	0,030	0,040	0,070				0,900			0,170			0,019	0,013
Lingotto	Sic 48	96 730			0,080	0,330		0,050			0,610			0,150			0,029	0,029
Lingotto	Sic 34	96 710		0,110	0,760	0,100		0,200		0,054	0,560		0,020	0,330			0,026	0,035
Lingotto	Sic 17	95 950	0,950	0,440	0,160	0,770		0,070		0,075	0,780			0,370			0,023	0,019
Verghetta	Sic 30	92 230	4,530	0,680	0,020	0,050	0,190			0,039	0,870		0,200	0,670			0,014	0,011
Lingotto	Sic 49	91 760	7,400		0,090	0,100								0,050			0,034	0,024
Verghetta	Sic 39	90 250	7,280	10,660	0,260	0,270		0,070		0,028	0,600		0,030	0,210			0,035	0,018
Rastrelli	Sic 42	90 080	7,630	0,860	0,020	0,040		0,220			0,630		0,100	0,300			0,041	0,033
Barretta	Sic 37	89 370	7,470	1,390	0,005	0,170	0,005				0,500		0,100	0,280			0,022	0,017
Lingotto	Sic 47	89 210	9,460	0,090	0,050	0,080				0,026	0,540		0,370	0,980			0,033	0,036
Lingotto	Sic 50	89 060			0,006	0,180	5,360	0,050					0,210	0,160			0,037	0,024
Laminetta	Sic 40	88 670	9,810		0,020	0,090					0,560			0,020			0,018	
Oggetto?	Sic 28	88 420	6,020	2,290	0,020	0,390		0,700			0,600			0,110			0,028	0,015
Lingotto	Sic 43	86 780	10,340	0,730	0,010	0,290	0,270			0,018	0,500		0,030	0,320			0,056	0,047
Ogg in lam	Sic 46	96 580	11,760		0,010	0,045					0,570			0,060	0,150		0,022	0,016
Lingotto	Sic 52	86 280	0,270	0,150	0,010	0,180		0,120			0,540		0,100	0,460			0,027	0,029
Fingompu	Sic 31	86 260	10,930	0,550	0,020	0,040		0,060			0,830		0,730	2,550			0,022	0,044
Fibula	Sic 46	85 790	8,170	2,420	0,010	0,030	0,270	0,240		0,011	0,770		0,420	0,850			0,014	0,011
Oggetto?	Sic 38	85 720	11,320	1,530	0,010	0,030					0,650		0,260	0,520			0,015	0,020
Oggetto?	Sic 35	85 280	9,300	1,670	0,010	0,020	0,500				0,790		0,060	0,470			0,021	0,015
Molla fib	Sic 44	85 070	12,250	0,810	0,020						0,700		0,040	0,250			0,015	0,011
Lingotto	Sic 33	83 950	2,890	10,740	0,020		0,120	0,070			0,800		0,210	0,150			0,038	0,021
Laminetta	Sic 23	83 310	12,000	0,050	0,020	0,320	0,580				0,740		0,350	1,580			0,025	
Spillone	Sic 32	81 820	11,000	5,440	0,020			0,310			0,530		0,040	0,290			0,030	0,020
Lingotto	Sic 27	74 560		23,990	0,050	0,040		0,080			0,500			0,170			0,021	0,024
Cavallino	Sic 36	72 090	7,040	19,430	0,040			0,070			0,660		0,020	0,170			0,032	0,017
Laminetta	Sic 15	68 710		25,520	0,070	2,000		0,260		0,046	0,960			0,260	0,820		0,650	0,001
Lingotto	Sic 24	63 890		31,030	0,010	0,040	2,430						0,730	1,030			0,044	0,072
Lamina	Sic 29	63 500	0,410	32,260	0,310	0,450	0,420	0,080		0,025	0,490		0,450	0,490			0,016	0,018
Lingotto	Sic 19	58 430		40,120	0,090	0,040		0,050			0,630		0,010	0,130			0,039	0,020
Lingotto	Sic 21	56 980		41,270	0,040	0,110		0,080			0,460			0,040			0,380	0,021
Lingotto	Sic 20	51 740		39,770	0,020	0,060	2,600	0,040		0,049	0,118		1,500	3,110			0,005	0,041
Barretta	Sic 22	0 330		97,880	0,004	0,010		0,040			0,560			0,100			0,049	0,028
Anello	Sic 28																	

Fig. 4

		Sic95																
Oggetto	Ident.	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Sb	Bi	Au	Co	As	Cd	Ni	Ag	Mn	Na	K	
Laminetta	Sic 15	68 710		25,520	0,070	2,000		0,260		0,046	0,960			0,260	0,820		0,650	0,001
Lingotto	Sic 16	98 300			0,100	0,040	0,290	0,370		0,021	0,660			0,300			0,047	0,034
Lingotto	Sic 17	95 950	0,950	0,440	0,160	0,770		0,070		0,075	0,780			0,370			0,023	0,019
Lingotto	Sic 18	98 600			0,020	0,050					0,580			0,120			0,019	0,017
Lingotto	Sic 19	58 430		40,120	0,090	0,040		0,050			0,630		0,010	0,130			0,039	0,020
Lingotto	Sic 20	51 740		39,770	0,020	0,060	2,600	0,040		0,118			1,500	3,110			0,005	0,041
Lingotto	Sic 21	56 980		41,270	0,040	0,110				0,049	0,460			0,040			0,380	0,021
Barretta	Sic 22	0 330		97,880	0,004	0,010		0,040			0,560			0,100			0,049	0,028
Laminetta	Sic 23	83 310	12,000	0,050	0,020	0,320	0,580				0,740		0,350	1,580			0,025	
Lingotto	Sic 24	63 890		31,030	0,010	0,040	2,430						0,730	1,030			0,044	0,072
Lingotto	Sic 25	97 280		0,210	0,030	0,040	0,070				1,170			0,170			0,019	0,013
Oggetto?	Sic 26	86,420	6,020	2,290	0,020	0,390		0,700			0,600			0,110			0,028	0,015
Lingotto	Sic 27	74 560		23,990	0,060	0,040		0,080			0,500			0,170			0,021	0,024
Anello	Sic 28																	
Lamina	Sic 29	63 500	0,410	32,260	0,310	0,450	0,420	0,080		0,025	0,490		0,450	0,490			0,016	0,018
Verghetta	Sic 30	92 230	4,530	0,680	0,020	0,050	0,190			0,039	0,870		0,200	0,670			0,014	0,011
Fibula	Sic 31	86 260	10,930	0,550	0,020	0,040		0,060			0,830		0,730	2,550			0,022	0,044
Spillone	Sic 32	81 820	11,000	5,440	0,020			0,310			0,530		0,040	0,290			0,030	0,020
Lingotto	Sic 33	83 950	2,890	10,740	0,020		0,120	0,070			0,600		0,210	0,150			0,038	0,021
Lingotto	Sic 34	96 710		0,110	0,760	0,100		0,200			0,054	0,660		0,020	0,330		0,026	0,035
Oggetto?	Sic 35	85 280	9 300	1 670	0 010	0 020	0 500				0 790		0 060	0 470			0 021	0 015
Cavallino	Sic 36	72 090	7 040	19 430	0 040			0 070			0 660		0 020	0 170			0 032	0 017
Barretta	Sic 37	89 370	7 470	1 390	0 005	0 170	0 005				0 500		0 100	0 280			0 022	0 017
Fibula	Sic 38	85 720	11 320	1 530	0 010	0 030					0 650		0 260	0 520			0 015	0 020
Verghetta	Sic 39	90 250	7 280	10 660	0 260	0 270		0 070		0 028	0 600		0 030	0 210			0 035	0 018
Laminetta	Sic 40	88 670	9 810		0 020	0 090					0 560			0 020			0 018	
Lingotto	Sic 41	97 670	0 650		0 020	0 050					0 490			0 120			0 019	0 017
Rastrelli	Sic 42	90 080	7 630	0 860	0 020	0 040		0 220			0 630		0 100	0 300			0 041	0 033
Lingotto	Sic 43	86 780	10 340	0 730	0 010	0 290	0 270			0 018	0 500		0 030	0 320			0 056	0 047
Molla fib	Sic 44	85 070	12 250	0 810	0 020						0 700		0 040	0 250			0 015	0 011
Oggetto?	Sic 45	85 790	8 170	2 420	0 010	0 030	0 270	0 240		0 011	0 770		0 420	0 850			0 014	0 011
Ogg in lam	Sic 46	88 580	11 760		0 010	0 045					0 570		0 060	0 150			0 022	0 016
Lingotto	Sic 47	89 210	9 460	0 090	0 050	0 080				0 026	0 540		0 370	0 980			0 033	0 038
Lingotto	Sic 48	96 730			0 080	0 330		0 050			0 610			0 150			0 029	0 029
Lingotto	Sic 49	91 760	7 400		0 090	0 100								0 050			0 034	0 024
Lingotto	Sic 50	89 060			0 006	0 180	5 360	0 050					0 210	0 160			0 037	0 024
Lingotto	Sic 51	98 360		0 080	0 030	0 100		0 040			0 790		0 020	0 230			0 026	0 027
Lingompu	Sic 52	86 280	0 270	0 150	0 010	0 180		0 120			0 540		0 100	0 460			0 027	0 029

Fig. 5

Visualizzazione grafica e archeometallurgia

Oggetto	Ident.	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Sb	Bi	Au	Co	As	Cd	Ni	Ag	Mn	Na	K
Barretta	Sic 22	0,330		97,980	0,004	0,010		0,040				0,560		0,100		0,049	0,028
Lingotto	Sic 21	56,980		41,270	0,040	0,110					0,049	0,460		0,040		0,380	0,021
Lingotto	Sic 19	56,430		40,120	0,090	0,040						0,630		0,010	0,130	0,039	0,020
Lingotto	Sic 20	51,740		39,770	0,020	0,060	2,600	0,040			0,118			1,500	3,110	0,005	0,041
Lamina	Sic 29	63,500	0,410	32,260	0,310	0,450	0,420	0,080			0,025	0,490		0,450	0,490	0,016	0,018
Lingotto	Sic 24	63,890		31,030	0,010	0,040	2,430							0,730	1,030	0,044	0,072
Laminetta	Sic 15	68,710		25,520	0,070	2,000		0,260			0,046	0,960		0,260	0,820	0,650	0,001
Lingotto	Sic 27	74,560		23,990	0,060	0,040		0,080				0,500		0,170		0,021	0,024
Cavallino	Sic 36	72,090	7,040	19,430	0,040			0,070				0,660		0,020	0,170	0,032	0,017
Lingotto	Sic 33	83,950	2,890	10,740	0,020		0,120	0,070				0,600		0,210	0,150	0,038	0,021
Verghetta	Sic 39	90,250	7,280	10,660	0,260	0,270		0,070			0,028	0,600		0,030	0,210	0,035	0,018
Spillone	Sic 32	81,820	11,000	5,440	0,020			0,310				0,530		0,040	0,290	0,030	0,020
Oggetto?	Sic 46	85,790	8,170	2,420	0,010	0,030	0,270	0,240			0,011	0,770		0,420	0,850	0,014	0,011
Oggetto?	Sic 26	88,420	6,020	2,290	0,020	0,390		0,700				0,600		0,110		0,028	0,015
Oggetto?	Sic 35	85,280	9,300	1,670	0,010	0,020	0,500					0,790		0,060	0,470	0,021	0,015
Fibula	Sic 38	85,720	11,320	1,530	0,010	0,030						0,650		0,260	0,520	0,015	0,020
Barretta	Sic 37	89,370	7,470	1,390	0,005	0,170	0,005					0,500		0,100	0,280	0,022	0,017
Rastrell.	Sic 42	90,080	7,630	0,860	0,020	0,040		0,220				0,630		0,100	0,300	0,041	0,033
Molla fib.	Sic 44	85,070	12,250	0,810	0,020							0,700		0,040	0,250	0,015	0,011
Lingotto	Sic 43	86,780	10,340	0,730	0,010	0,290	0,270				0,018	0,500		0,030	0,320	0,056	0,047
Verghetta	Sic 30	92,230	4,530	0,680	0,020	0,060	0,190				0,039	0,870		0,200	0,670	0,014	0,011
Fibula	Sic 31	86,260	10,930	0,550	0,020	0,040		0,060				0,830		0,730	2,550	0,022	0,044
Lingotto	Sic 17	95,950	0,950	0,440	0,160	0,770		0,070			0,075	0,780		0,370		0,023	0,019
Lingotto	Sic 25	97,280		0,210	0,030	0,040	0,070					1,170		0,170		0,019	0,013
Lingotto	Sic 52	86,280	0,270	0,150	0,010	0,180		0,120				0,540		0,100	0,460	0,027	0,029
Lingotto	Sic 34	96,710		0,110	0,760	0,100		0,200			0,054	0,660		0,020	0,330	0,026	0,035
Lingotto	Sic 47	89,210	9,460	0,090	0,050	0,080					0,026	0,540		0,370	0,980	0,033	0,038
Lingotto	Sic 51	98,360		0,080	0,030	0,100		0,040				0,790		0,020	0,230	0,026	0,027
Laminetta	Sic 23	83,310	12,000	0,050	0,020	0,320	0,580					0,740		0,350	1,580	0,025	
Lingotto	Sic 18	98,600			0,020	0,020						0,580		0,050		0,018	0,016
Lingotto	Sic 16	98,300			0,100	0,040	0,290	0,370			0,021	0,660		0,300		0,047	0,034
Lingotto	Sic 41	97,670	0,650		0,020	0,050						0,490		0,120		0,019	0,017
Lingotto	Sic 48	96,730			0,080	0,330		0,050				0,610		0,150		0,029	0,029
Lingotto	Sic 49	91,760	7,400		0,090	0,100								0,050		0,034	0,024
Lingotto	Sic 50	89,060			0,006	0,180	5,360	0,050					0,210	0,160		0,037	0,024
Laminetta	Sic 40	88,670	9,810		0,020	0,090						0,560		0,020		0,018	
Ogg. in lam.	Sic 46	86,580	11,760		0,010	0,045						0,570		0,060	0,150	0,022	0,016
Anello	Sic 28																

Fig. 6

Oggetto	Ident.	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Sb	Bi	Au	Co	As	Cd	Ni	Ag	Mn	Na	K
Molla fib.	Sic 44	85,070	12,250	0,810	0,020						0,700		0,040	0,250		0,015	0,011
Laminetta	Sic 23	83,310	12,000	0,050	0,020	0,320	0,580				0,740		0,350	1,580		0,025	
Ogg. in lam.	Sic 46	86,580	11,760		0,010	0,045					0,570		0,060	0,150		0,022	0,016
Fibula	Sic 38	85,720	11,320	1,530	0,010	0,030					0,650		0,260	0,520		0,015	0,020
Spillone	Sic 32	81,820	11,000	5,440	0,020			0,310			0,530		0,040	0,290		0,030	0,020
Fibula	Sic 31	86,260	10,930	0,550	0,020	0,040		0,060			0,830		0,730	2,550		0,022	0,044
Lingotto	Sic 43	86,780	10,340	0,730	0,010	0,290	0,270				0,018	0,500		0,030	0,320	0,056	0,047
Laminetta	Sic 40	88,670	9,810		0,020	0,090						0,560		0,020		0,018	
Lingotto	Sic 47	89,210	9,460	0,090	0,050	0,080					0,026	0,540		0,370	0,980	0,033	0,038
Oggetto?	Sic 35	85,280	9,300	1,670	0,010	0,020	0,500				0,790		0,060	0,470		0,021	0,015
Oggetto?	Sic 45	85,790	8,170	2,420	0,010	0,030	0,270	0,240			0,011	0,770		0,420	0,850	0,014	0,011
Rastrell.	Sic 42	90,080	7,630	0,860	0,020	0,040		0,220			0,630		0,100	0,300		0,041	0,033
Barretta	Sic 37	89,370	7,470	1,390	0,005	0,170	0,005				0,500		0,100	0,280		0,022	0,017
Lingotto	Sic 49	91,760	7,400		0,090	0,100							0,050		0,034	0,024	
Verghetta	Sic 39	90,250	7,280	10,660	0,260	0,270		0,070			0,028	0,600		0,030	0,210	0,035	0,018
Cavallino	Sic 36	72,090	7,040	19,430	0,040			0,070				0,660		0,020	0,170	0,032	0,017
Oggetto?	Sic 26	88,420	6,020	2,290	0,020	0,390		0,700			0,600		0,110		0,028	0,015	
Verghetta	Sic 30	92,230	4,530	0,680	0,020	0,060	0,190				0,039	0,870		0,200	0,670	0,014	0,011
Lingotto	Sic 33	83,950	2,890	10,740	0,020		0,120	0,070				0,600		0,210	0,150	0,038	0,021
Lingotto	Sic 17	95,950	0,950	0,440	0,160	0,770		0,070			0,075	0,780		0,370		0,023	0,019
Lingotto	Sic 41	97,670	0,650		0,020	0,050						0,490		0,120		0,019	0,017
Lamina	Sic 29	63,500	0,410	32,260	0,310	0,450	0,420	0,080			0,025	0,490		0,450	0,490	0,016	0,018
Lingotto	Sic 20	51,740		39,770	0,020	0,060	2,600	0,040			0,118			1,500	3,110	0,005	0,041
Lingotto	Sic 21	56,980		41,270	0,040	0,110					0,049	0,460		0,040		0,380	0,021
Barretta	Sic 22	0,330		97,980	0,004	0,010		0,040				0,560		0,100		0,049	0,028
Lingotto	Sic 24	63,890		31,030	0,010	0,040	2,430							0,730	1,030	0,044	0,072
Lingotto	Sic 25	97,280		0,210	0,030	0,040	0,070					1,170		0,170		0,019	0,013
Lingotto	Sic 27	74,560		23,990	0,060	0,040		0,080				0,500		0,170		0,021	0,024
Anello	Sic 28																
Lingotto	Sic 34	96,710		0,110	0,760	0,100		0,200			0,054	0,660		0,020	0,330	0,026	0,035
Lingotto	Sic 48	96,730			0,080	0,330		0,050				0,610		0,150		0,029	0,029
Lingotto	Sic 50	89,060			0,006	0,180	5,360	0,050					0,210	0,160		0,037	0,024
Lingotto	Sic 51	98,360		0,080	0,030	0,100		0,040				0,790		0,020	0,230	0,026	0,027

Fig. 7

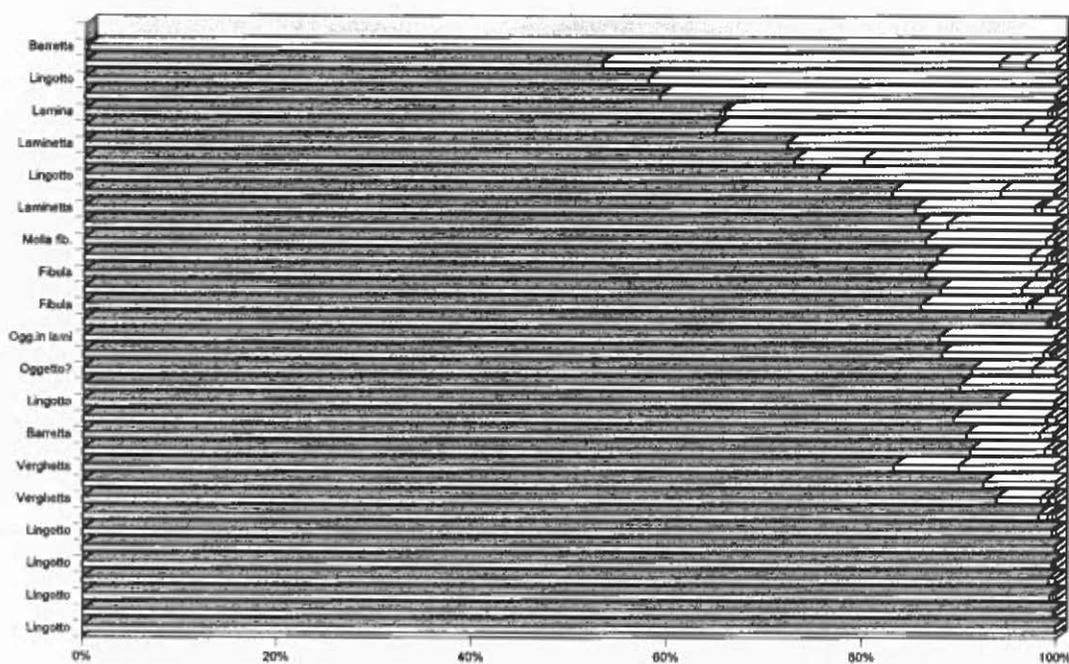


Fig. 8

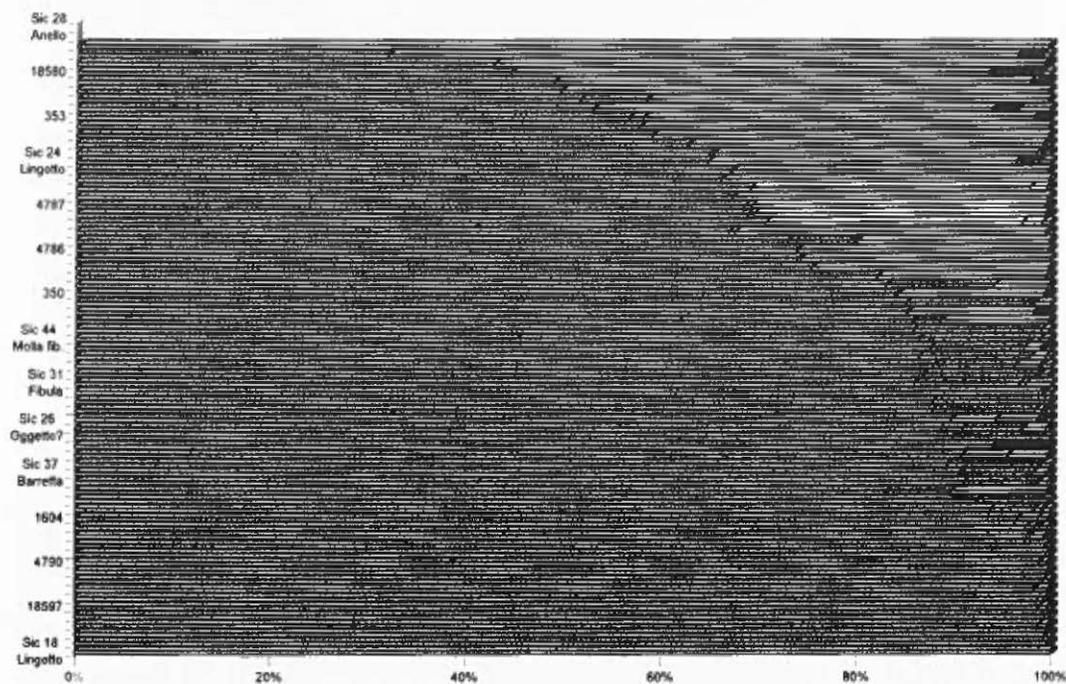


Fig. 9

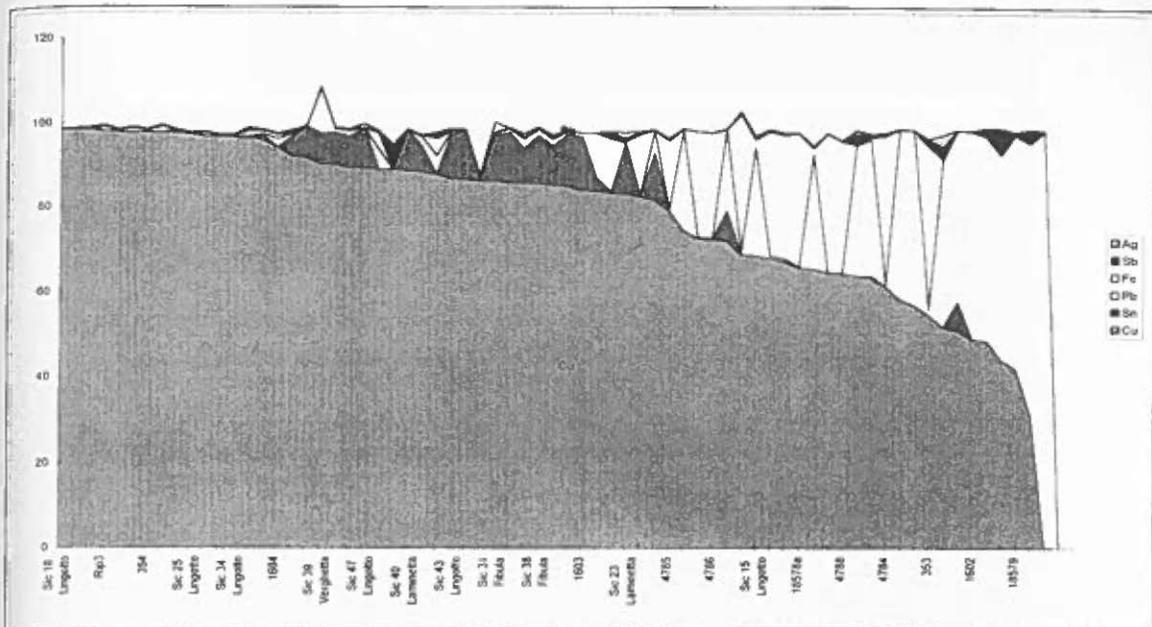


Fig. 10

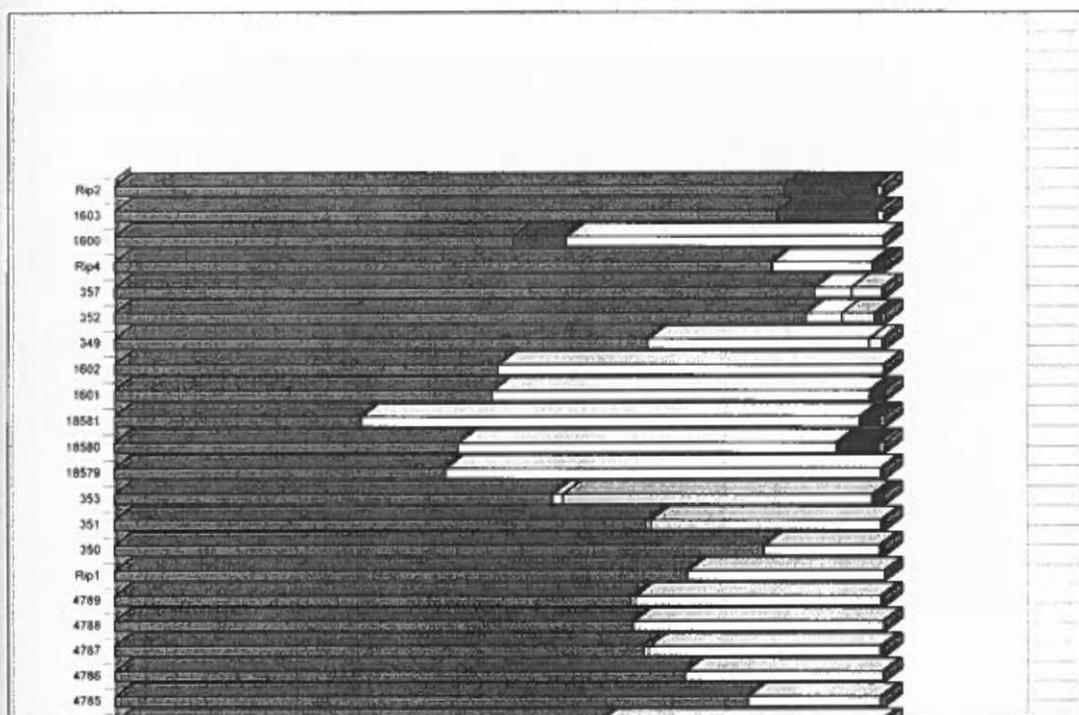


Fig. 11

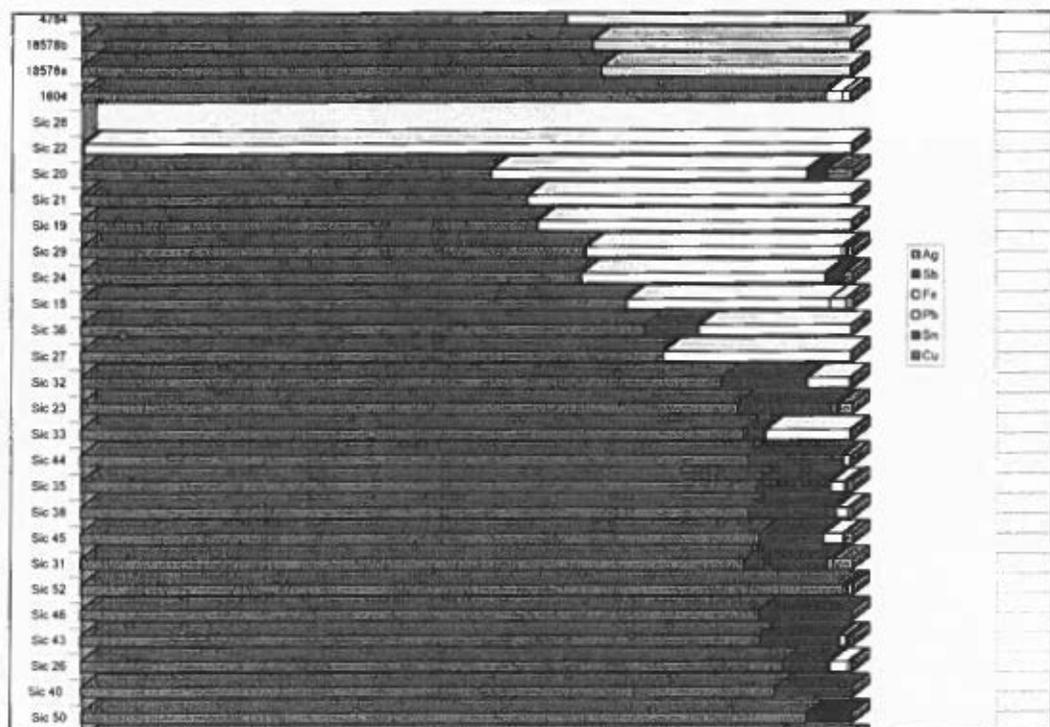


Fig. 12

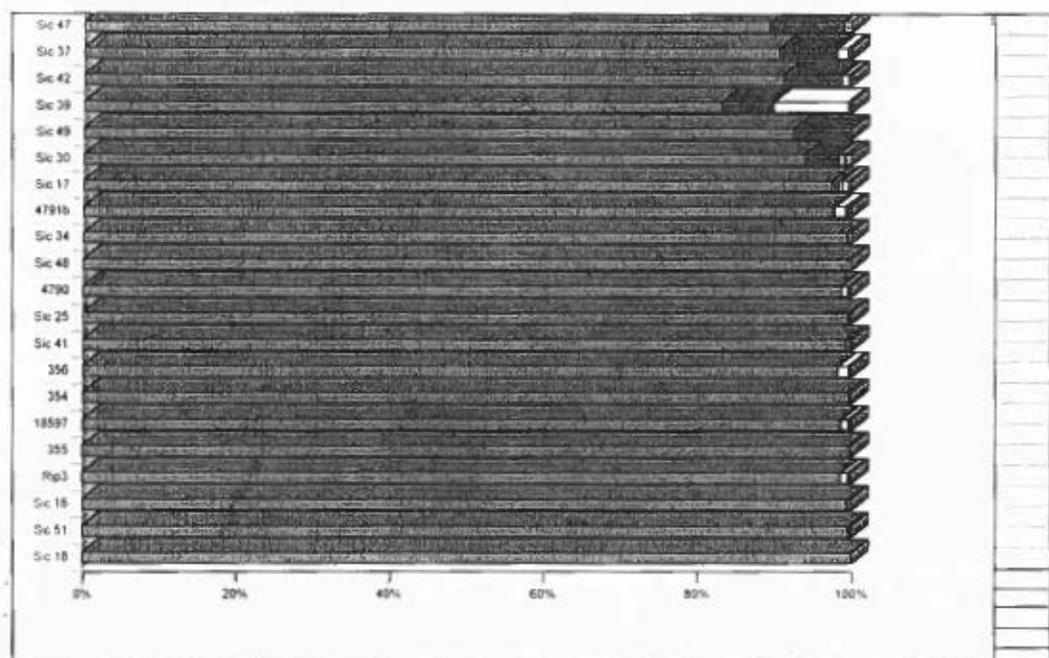


Fig. 13

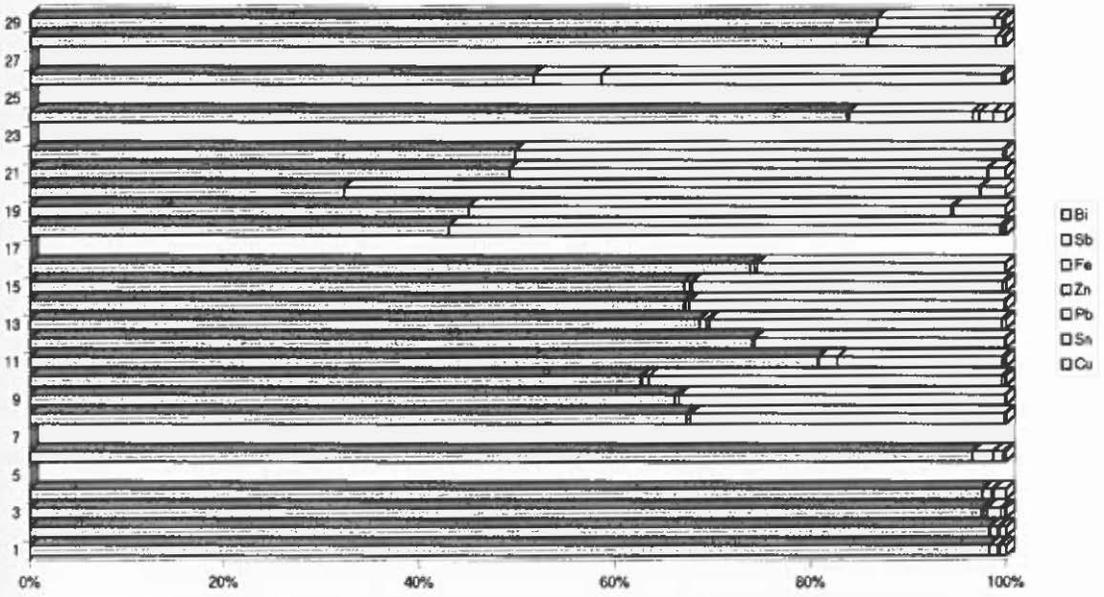


Fig. 14

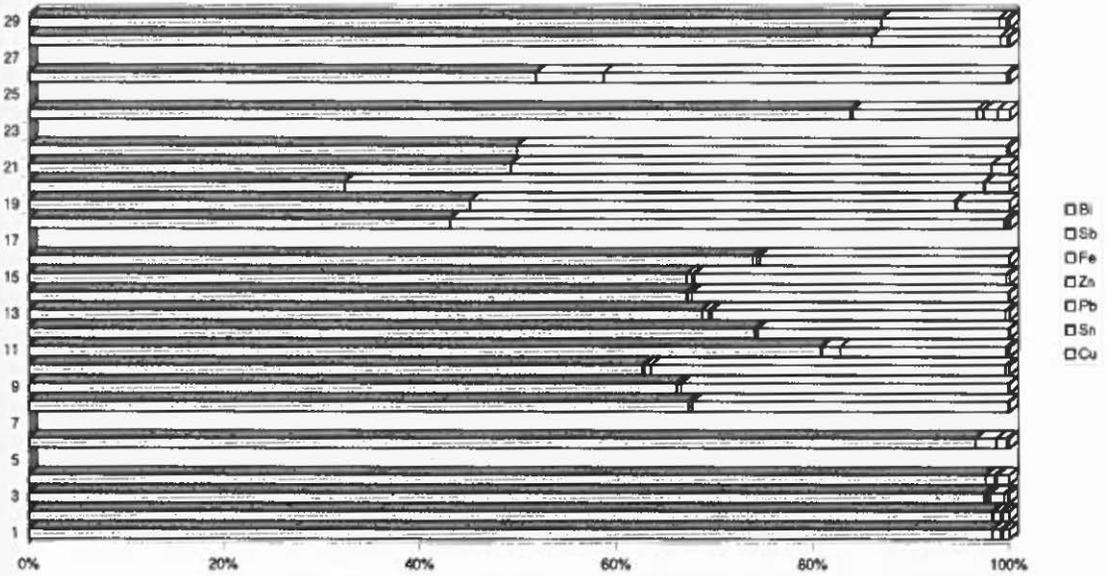


Fig. 15

to mostrato, uno strumento che permette non solo una facile lettura delle presenze di elementi costituenti una lega, ma permette anche di meglio evidenziare le differenze compositive caratterizzanti diverse classi di oggetti metallici.

MANUELA CATARSI DALL'AGLIO

Soprintendenza Archeologica dell'Emilia-Romagna
Museo Archeologico Nazionale, Parma

LUIGI MALNATI

Soprintendenza Archeologica del Veneto
Padova

ELENA ANTONACCI

Foggia

LIVIO FOLLO

Laboratorio di Archeometallurgia e Conservazione
Bologna

BIBLIOGRAFIA

CATARSI DALL'AGLIO M. 1994, *Il territorio fidentino nell'antichità*, in *Fidenza*, Milano, 12-55.

CATARSI DALL'AGLIO M., SASSATELLI G. 1990-91, *Fidenza (PR), Cabriolo, loc. Case Nuove di Siccomonte*, «Studi e Documenti di Archeologia», 7, Bologna, 120-122.

MALNATI L. 1988, *Marzabotto (Bologna)*, in *Aes signatum - Un aspetto dell'economia nell'Emilia preromana*, Reggio Emilia, 85-87.

MARINI CALVANI M., CATARSI DALL'AGLIO M. 1988, *Quingento di San Prospero (Parma) e territorio parmense*, in *Aes signatum - Un aspetto dell'economia dell'Emilia preromana*, Reggio Emilia, 29-38.

MARINI CALVANI M., CATARSI DALL'AGLIO M. 1989, *I pani di rame di Quingento di San Prospero*, in *Quingento di S. Prospero fra II e I Millennio a.C.*, Parma, 123-134.

ABSTRACT

Metallic ingots from the Etruria Padana have been studied. They come from either old excavations or recent ones. The samples have been exposed to chemical-physical-structural and metallographic analysis; the withdrawal, resulting from a setting-up after a lot of years of restoration, does not leave any trace on the object, it concerns a few milligrams of sample and it usually allows us to notice about 15 elements in the alloy. The sample has been drawn after an accurate weighing and a series of chemical treatments, and then it is exposed to a strummental analysis through Atomic Absorption Spectrometry. With this type of analysis a qualitative and quantitative measurement of the elements of the alloy is made. The results of the analysis are transferred to tables through Excel; then, through these tables, we have a series of graphics giving a better opportunity to evaluate the concentration of the most important elements of the alloy. The computer allows us also to organize, in the same table, the study of one or more elements in comparison with the others, in order to give different meanings to the results obtained. For example, producing a decreasing movement in the concentration of an element; so we have some graphics that can better point out the differences. The use of the computer graphics consents not only an easy reading of the elements of the alloy, but also a better evidence of the differences regarding the composition that are particular to some different classes of metal objects.