

## 7.8. *Ceramica antica e tecniche archeometriche*

Con il termine archeometria, da ricollegare probabilmente al titolo della rivista scientifica inglese "Archaeometry", pubblicata dal 1958, si indica una disciplina piuttosto recente, che si avvale di metodi scientifici e di analisi di laboratorio per rispondere alle domande poste dall'archeologia.

Le applicazioni dell'archeometria sono molteplici. Le più conosciute riguardano le prove di autenticità di oggetti antichi, oppure le datazioni di reperti delle più svariate epoche; non mancano applicazioni anche nel campo della conservazione o del restauro. In ambito archeologico ci si serve dell'archeometria anche per conoscere meglio le tecnologie usate nell'antichità oppure per determinare la provenienza di alcuni oggetti, la ceramica ad esempio, in altro modo difficilmente ricavabili.

Se pur con un certo ritardo, i metodi dell'archeometria si stanno diffondendo ampiamente anche in Italia; se bene impiegati, costituiscono infatti un

valido aiuto per colmare alcune lacune metodologiche dell'archeologia.

Spesso gli archeologi si pongono quesiti relativi al vasellame ceramico recuperato negli scavi, la cui risoluzione è fondamentale per la comprensione di fenomeni storici ed economici molto importanti.

Le domande più comuni a proposito del vasellame ceramico antico riguardano:

1. l'origine della ceramica –

Non sempre le ceramiche sono state fabbricate là dove sono state trovate. Sapere da dove vengono permetterebbe di ricostruire, almeno in parte, i flussi commerciali dell'antichità.

2. le tecniche di fabbricazione –

In questo caso si vuole sapere di più sulla tecnologia usata dai vasai dell'antichità, sulle scelte da loro operate nell'uso delle argille, nella loro lavorazione, nella cottura e rifinitura dei recipienti.

Per rispondere a queste domande bisogna utilizzare tecniche scientifiche che partono dall'analisi della materia con cui sono stati eseguiti gli oggetti e che tengono conto delle loro proprietà chimiche e fisiche. In questa sede ci si limiterà a trattare per sommi capi ciò che concerne il primo quesito, cioè le determinazioni di origine delle ceramiche.

#### LE DETERMINAZIONI DI ORIGINE DELLA CERAMICA ANTICA

Determinare l'origine di una ceramica grazie alle analisi di laboratorio significa poter affermare che una data ceramica proviene da una fornace o da un'altra, entrambe conosciute. Oppure, nel caso di fornaci sconosciute, poter affermare che una ceramica appartiene ad un gruppo piuttosto che ad un altro. Si tratta cioè di indagare le relazioni che esistono tra le composizioni della ceramica e il rispettivo luogo di fabbricazione.

Uno dei primi obiettivi è formare e caratterizzare dei gruppi di ceramiche, i cosiddetti "gruppi di riferimento". Con questa definizione si intende un insieme statisticamente sufficiente di campioni ceramici appartenenti a vasellame, sicuramente prodotto in un determinato luogo, che è stato analizzato e di cui si conosce la composizione chimica e mineralogica. I gruppi di riferimento serviranno, in un secondo momento, come punto di partenza per il confronto con ceramiche di cui non si conosce l'origine.

Nel caso specifico dell'analisi chimica delle ceramiche di Torrita di Siena è stato possibile sia isolare in mezzo alla ceramica locale i campioni di ceramica di Arezzo, le cui composizioni sono ormai note, sia creare dei gruppi che servono come punto di partenza della ricerca futura.

Per determinare l'origine delle ceramiche si utilizzano di solito metodi chimici e minero-petrografici. La scelta di uno o più metodi di indagine, dipende dal tipo di ceramica analizzata, ma anche dai mezzi e dal tempo a disposizione. È opinione corrente che i metodi minero-petrografici siano più indicati per l'analisi di ceramiche grezze; quelli chimici, invece, per i materiali più fini.

#### ANALISI CHIMICHE

L'analisi chimica basa la sua procedura sul presupposto che il vasellame ceramico è realizzato con argilla. L'argilla, formatasi dal processo di disgregazione e sedimentazione delle rocce silicatiche, è un materiale dalla componenti ete-

rogenee, che offre a chi lo analizza un punto di partenza per dedurre la sua provenienza.

La Fluorescenza a raggi X, il metodo chimico utilizzato per la ceramica di Torrita è uno dei metodi chimici più usati oltre all'attivazione neutronica, per le determinazioni di origine. Grazie a questo tipo di analisi è possibile individuare e misurare contemporaneamente un elevato numero di elementi chimici.

Con un numero di analisi sufficiente dal punto di vista statistico si può individuare lo spettro di variazione di ogni elemento analizzato.

Se un recipiente ceramico, o meglio, il campione da esso prelevato, ha dei valori che non coincidono con il gruppo di riferimento, con tutta probabilità non appartiene al gruppo considerato. Questo non significa però sempre che esso non possa provenire dalla stessa zona del gruppo di riferimento. Le differenze possono essere causate dall'utilizzo di un'argilla, sempre locale, ma con differenze composizione chimica, oppure dipendere da ragioni tecniche, come ad esempio dall'aggiunta di un degrassante particolare. D'altro canto si può verificare anche il caso di terre provenienti da zone distanti tra di loro, con un'analoga composizione geologica.

Per questo motivo è sempre necessario considerare tutti i dati a disposizione ed avere ben presente la problematica archeologica per definire questioni relative alla determinazione d'origine delle ceramiche.

I dati ricavati dall'analisi chimica, in virtù del loro carattere quantitativo, sono particolarmente indicati per l'applicazione di elaborazioni statistiche; si prestano cioè alla creazione di gruppi di materiali ceramici con caratteristiche simili. Anche il confronto tra tali gruppi risulta piuttosto agevole. Inoltre, la possibilità di analizzare un numero elevato di elementi chimici, consente di lavorare sulla base di più dati ed aiuta a diminuire i rischi di confusione nel separare le ceramiche provenienti da officine diverse.

Il problema più grosso di questo metodo, a parte il costo elevato della attrezzatura, è dato dal fatto che non esiste ancora una banca dati completa delle varie argille, per cui, una volta eseguite le analisi, non sempre è possibile attribuire con certezza il vasellame analizzato ad un'area geografica particolare. In tal caso però vengono in aiuto altre branche dell'archeometria (come ad esempio l'analisi mineralogica con microscopio a luce polarizzata su sezione sottile) che consentono di collegare la ceramica analizzata a certe aree geografiche oppure possono escluderne la provenienza da altre.

#### ANALISI MINERO-PETROGRAFICHE

Questo tipo di analisi contribuisce all'identificazione delle possibili zone di origine della ceramica, grazie allo studio dei minerali e dei frammenti di rocce in essa contenuti. I campioni di ceramica, ridotti ad una lamina sottile, inglobati tra due vetrini, vengono osservati al microscopio.

L'analisi minero-petrografica si basa sull'ipotesi che certi minerali si trovano in alcune zone e non in altre. Se vengono individuati nei campioni dei minerali ben definiti e caratteristici di certe aree geografiche è possibile risalire ad un'area in particolare o alle possibili aree di origine della materia prima impiegata.

Il principale vantaggio di questo metodo è dato, oltre che dal costo non molto elevato, dalla possibilità di verificare con una certa facilità la somiglianza o la dissimiglianza della ceramica analizzata con la situazione geologica dell'area di presunta provenienza.

Poiché si tratta di un'indagine di tipo per lo più qualitativo, non si presta

però alle elaborazioni di tipo statistico; non è molto facile creare dei gruppi oppure confrontarli con questo metodo che, secondo l'opinione di alcuni studiosi, lascia ancora troppo margine all'interpretazione soggettiva. Ciononostante, può fornire una notevole quantità di informazioni che, integrate ai dati della più complessa analisi chimica, contribuiscono ad una migliore conoscenza e verifica dei risultati ottenuti.

Per una bibliografia essenziale vedi: CUOMO DI CAPRIO 1985; PACT 1984-1985; PICON-LE MIÈRE 1987; PICON 1973b; SCHNEIDER 1978; SCHNEIDER-HOFFMANN 1976; *Scienze in archeologia* 1990.

G.O.

### 7.9. *Analisi chimiche della ceramica proveniente dalla fornace di C. VMBRICIVS CORDVS*

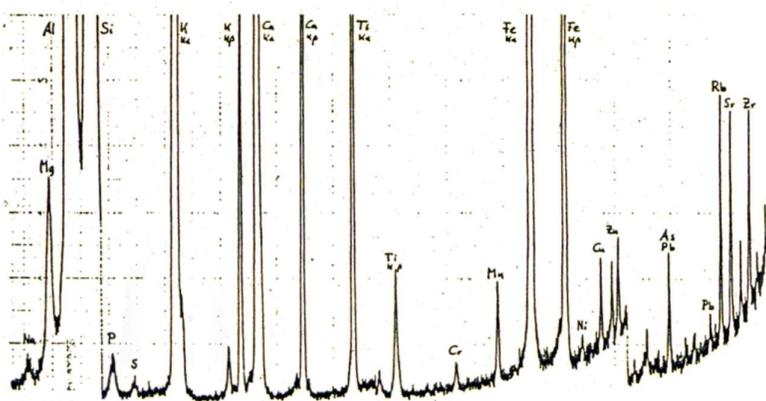
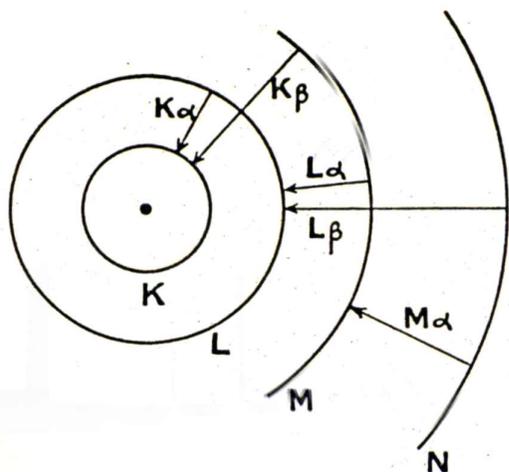
#### SCOPO DELLA ANALISI

La ceramica può essere classificata in gruppi a seconda della composizione dei materiali, gruppi che rispecchiano le differenze regionali delle argille nei vari centri di produzione. Le argille sono miscele composite di diversi minerali argillosi e residui minerali delle diverse rocce da cui sono derivate per disgregazione le argille. Il trasporto più o meno lungo del materiale disgregato, prima che esso venga immagazzinato sotto forma di argilla, causa una ulteriore differenziazione. Le materie prime disponibili per la produzione della ceramica antica sono per le ragioni geologiche già citate, così specifiche in ogni luogo, che oggi, determinando la composizione dei materiali ceramici, se ne può dedurre il luogo di produzione, purché siano disponibili dei campioni, i cosiddetti gruppi di riferimento per il raffronto. Gruppi di riferimento sicuri sono costituiti dai reperti rinvenuti negli scavi di fornaci di vasai antichi.

Tra queste spiccano gli scarti di fornace, cioè gli oggetti ceramici non riusciti, rimasti *in loco* come detriti e dotati della tipica composizione locale. La ceramica dell'officina di Torrita, a cui appartengono le due fornaci scavate, costituisce l'unico gruppo di riferimento per la sigillata basata su reperti di fornace dell'Italia centrale. Le ricerche dovrebbero dare una risposta agli interrogativi archeologici concernenti i laboratori: a Torrita si produceva sigillata, ceramica comune e laterizi usando la stessa materia prima? Il frammento di matrice rinvenuto a Torrita era d'importazione o prova la produzione locale di matrici destinate alla sigillata? Oltre ai molti esemplari di *Cordus*, i nomi degli altri vasai presenti sui materiali di Torrita denotano l'esistenza di laboratori locali o di vasi importati?

#### METODI

Mentre per la ceramica con grosse inclusioni l'analisi mineralogica su sezioni sottili con il microscopio polarizzatore costituisce un metodo adeguato, la ceramica fine si presta invece all'analisi chimica. Molte migliaia di analisi in diversi laboratori hanno dimostrato che per effettuare una caratterizzazione sicura devono essere determinati almeno 15 elementi. Sulla base dell'esperienza fatta si prestano alla determinazione d'origine sia gli elementi principali che



TAV. L - Principio della spettrometria a raggi X. Ogni atomo irradiato emette diverse linee caratteristiche, che nel modello dell'atomo di Bohr sono definite come passaggi di elettroni tra gli strati K, L e M. Lo spettro qui riprodotto di un frammento di sigillata mostra tutte le linee degli atomi contenuti nel provino come linee coordinate dal sodio (Na) fino allo zirconio (Zr).

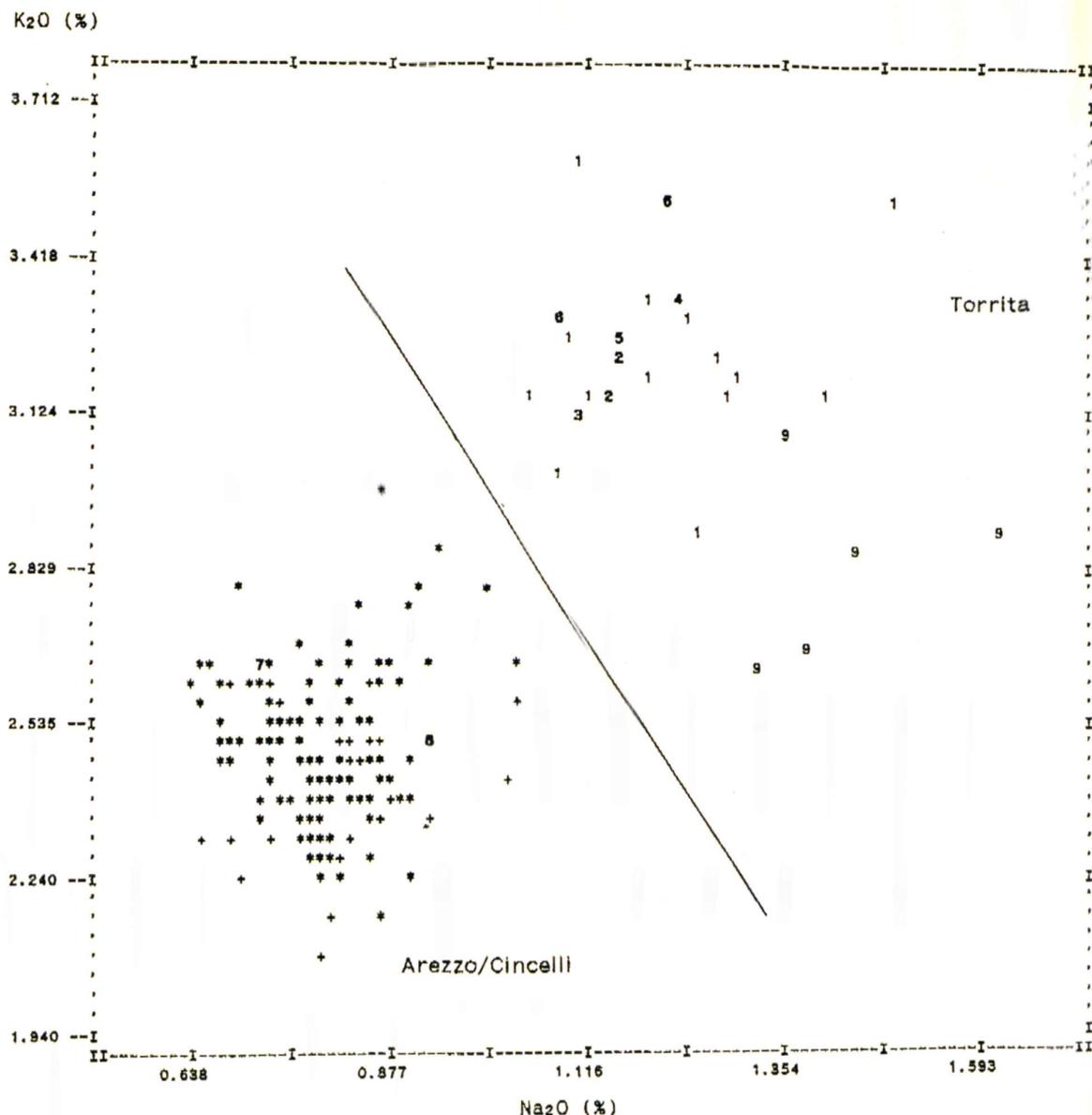
quelli secondari, come pure gli oligo elementi. I primi sono individuabili anche col metodo più utilizzato della fluorescenza a raggi X (Tav. L), gli ultimi con il metodo più costoso dell'analisi ad attivazione neutronica. Se le analisi sono precise e corrette è possibile comparare senza difficoltà i dati pubblicati (cfr. Conspectus pp. 27-38).

Per l'analisi della fluorescenza a raggi X vengono prelevati dai cocci dei piccoli frammenti di g. 1 o 2. Dopo aver effettuato una pulitura degli strati superficiali per eliminare eventuali impurità, essi vengono puliti con acqua distillata e macinati. La polvere viene resa incandescente a 850 gradi e mescolata con un fondente in proporzione di 1 a 4 (miscela di litio e borato), viene fusa a 1150 gradi e la massa fusa viene colata in una "conchiglia" di platino. Le sottili lastrine di vetro ottenute alla solidificazione, di un diametro di 32 mm., sono irradiate con raggi X. Le linee di fluorescenza derivatene vengono registrate e sulla base delle intensità misurate vengono calcolate le concentrazioni di 24 elementi conformemente alle tarature prefissate. La concentrazione più bassa dei singoli elementi si situa, nella ceramica, tra 1 e 20 ppm ca.

#### GRUPPI DI RIFERIMENTO TORRITA DI SIENA

I risultati sono presentati nella tabella 1. Le analisi della sigillata (1) e degli altri frammenti bollati (2-6) costituiscono un gruppo chimico omogeneo, come il gruppo di riferimento della sigillata di Arezzo, la cui dispersione è simile. I frammenti bollati analizzati di Torrita di Siena sono prodotti tutti con la stessa argilla. Il gruppo contiene campioni bollati da *Cordus* di sigillata e di laterizi, nonché dei frammenti di sigillata rinvenuti a Torrita di *Hospes*, *Camurius* e *Manneius*. Alcuni dei campioni analizzati provengono da scarti di fornace; il gruppo rappresenta quindi sicuramente la composizione tipica della ceramica locale di Torrita. Può essere quindi considerato un gruppo di riferimento sicuro per quell'officina.

Dal risultato delle analisi risulta che *L. Umbricius Cordus* usava le stesse argille calcaree sia per i laterizi (6) che per la sigillata (1). Le stesse argille locali erano anche usate da *L. Umbricius Hospes* (2), da *Camurius* (3) e da *Manneius* (4), le cui sigillate di Torrita di Siena si distinguono chimicamente dalla sigillata



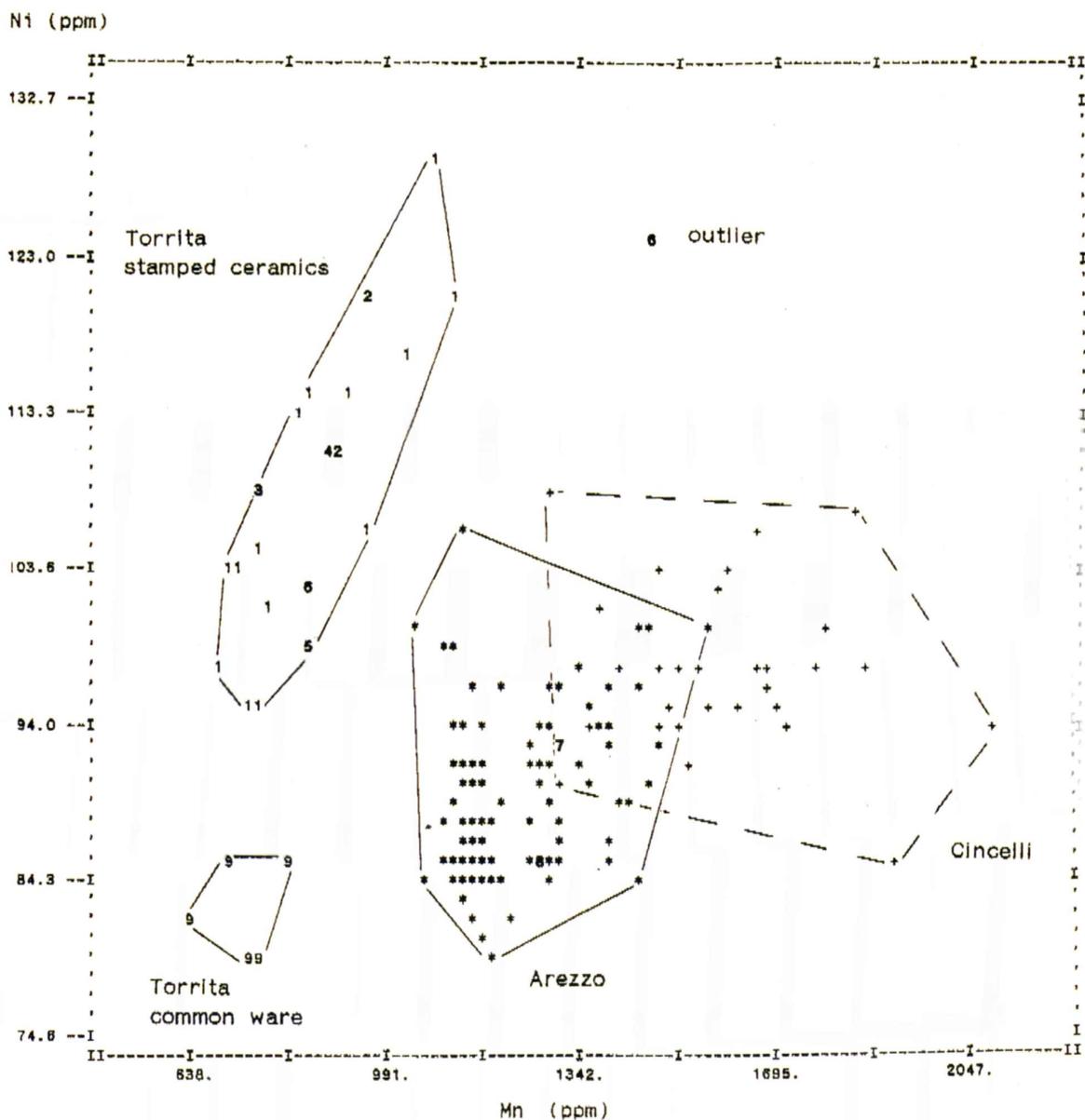
TAV. LI - Rappresentazione grafica delle concentrazioni di potassio e sodio. Le analisi della sigillata bollata di Cordus (1), Hospes (2), Camurius (3) e Manneius (4) rientrano nello stesso campo, come pure i laterizi analizzati (5) (6). Le analisi della matrice a placca (7) e di uno stampo (8) rientrano invece nel campo di Arezzo/Cincelli. La ceramica comune costituisce un gruppo a parte (9).

prodotta da Arezzo (valore medio A). La somiglianza della composizione è anche evidenziata nel grafico dei risultati delle analisi (Tav. LI-LIII).

#### METODOLOGIA

Le analisi delle ceramiche prodotte in un luogo, a partire dagli stessi materiali variano, entro certi limiti, a causa delle differenze dei diversi strati nei depositi di argilla, del trattamento diverso dei vasi e di inevitabili imprecisioni analitiche. Questa dispersione deve essere presa in considerazione quando si raffrontano le analisi. Essa è rappresentata nella tab. 1 come deviazione dello standard (= std. dev. %); nei diagrammi di variazione (Tav. LI-LII), in cui ogni punto raffigura una analisi individuale, è più evidente.

Per dimostrare la diversità dei vari gruppi, è sufficiente considerare gli ele-



TAV. LII – Rappresentazione grafica delle concentrazioni di manganese e nichel (spiegazione dei numeri come alla Tav. LI). Dato che la sigillata di Arezzo e Cincelli ha una composizione lievemente diversa, il luogo di produzione della matrice (7) e di uno stampo (8) è Arezzo piuttosto che Cincelli.

menti chimici, le cui concentrazioni siano significativamente diverse. Questo giustifica per esempio l'affermazione che i due oggetti 7 e 8 quasi sicuramente non siano stati prodotti a Torrita. Per dimostrare che ambedue gli oggetti siano stati prodotti ad Arezzo e non in un altro luogo con argille di composizione simile è necessario avere una conferma dal confronto di almeno 15 elementi, nell'ambito delle variazioni all'interno di un gruppo. Ciò comporta un raffronto sulla base della tabella dei dati o tramite l'utilizzo della statistica multivariata.

L'analisi cluster rappresenta una delle possibilità di studiare simultaneamente diversi elementi e di raggruppare le analisi in un dendrogramma a seconda delle loro analogie (Tav. LIII). Il risultato dell'analisi cluster può essere verificato grazie all'analisi discriminante, cosa non necessaria nel nostro caso data la chiarezza dei risultati. La suddivisione dei gruppi di riferimento Torrita nei sottogruppi A, B e C (Tav. LIII) non è per ora interpretabile date le scarse analisi effettuate.

### Major and minor elements

no.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	loss
STAMPED CERAMICS FROM THE KILNS IN TORRITA DI SIENA											
Reference group of stamped ceramics from Torrita di Siena (n = 20)											
mean	55.2	0.840	18.4	7.35	0.106	4.13	9.22	1.17	3.22	0.185	1.03
±std.dev.%	1.5	2.0	1.8	3.5	15.6	10.2	13.5	9.8	4.9	10.5	75.9
IMPORTS FROM AREZZO (4282 = matrix plate for sigillata; 5373 = mould)											
4282	56.3	0.873	18.4	7.59	0.166	3.43	9.59	0.91	2.48	0.228	0.88
5373	55.4	0.853	18.6	7.28	0.162	3.57	10.55	0.70	2.64	0.229	2.97
MEAN OF TERRA SIGILLATA FROM AREZZO (n = 86)											
mean	54.9	0.858	18.4	7.41	0.156	3.55	10.9	0.77	2.49	0.260	1.24
±std.dev.%	2.4	2.7	2.8	3.3	10.3	2.3	20.2	10.6	6.4	14.8	92.8
COMMON WARE FROM TORRITA DI SIENA (n = 5)											
mean	62.7	0.834	17.4	7.05	0.091	2.60	4.58	1.40	2.83	0.129	0.48
±std.dev.%	3.1	1.6	2.3	3.3	10.1	12.3	43.3	8.5	6.4	7.6	77.9

### Trace elements

no.	V	Cr	Ni	Cu	Zn	Rb	Sr	Y	Zr	Ba	Ce
STAMPED CERAMICS FROM THE KILNS IN TORRITA DI SIENA											
Reference group of stamped ceramics from Torrita di Siena (n = 20)											
mean	133	197	108	45	125	155	263	28	161	384	79
±std.dev.%	12.6	7.0	8.8	13.9	5.0	6.1	13.3	11.6	4.2	8.2	15.2
IMPORTS FROM AREZZO (4282 = matrix plate for sigillata; 5373 = mould fragment)											
4282	124	174	93	54	130	126	275	27	137	397	74
5373	133	165	86	49	114	140	309	27	133	400	93
MEAN OF TERRA SIGILLATA FROM AREZZO (n = 86)											
mean	134	174	90	48	122	128	305	29	133	443	75
±std.dev.%	7.6	5.2	5.8	12.4	5.8	8.8	14.9	6.5	4.9	6.7	16.5
COMMON WARE FROM TORRITA DI SIENA (n = 5)											
mean	141	158	83	20	101	150	197	29	207	390	87
±std.dev.%	6.2	3.7	3.4	38.9	4.8	3.9	20.8	5.8	4.5	8.0	12.7

TABELLA I

### CERAMICA COMUNE DI TORRITA DI SIENA

La ceramica comune di Torrita (9) è stata prodotta con argille diverse rispetto a quelle della ceramica bollata dello stesso luogo (1-6). I pochi campioni analizzati finora di ceramica comune, anfore ed altri oggetti, dato l'alto tenore di silicio e zirconio, sono stati prodotti con un'argilla probabilmente più sabbiosa. La percentuale in calcio, che per garantire una buona qualità del rivestimento deve essere di ca. 10% CaO, è generalmente più bassa nella ceramica comune. Visto che, in un caso almeno, si tratta di un'analisi di uno scarto di fornace, il gruppo della ceramica comune costituisce un secondo gruppo di riferimento sicuro.

DENDROGRAM TORRITA DI SIENA

(BROOKHAVEN DATA HANDLING PROGRAMS: AGCLUS -- HIERARCHICAL AGGREGATIVE CLUSTERING PROGRAM;  
 DISTANCE MEASURE 'SQUARED EUCLIDIAN DISTANCES' USED WITH SI TI AL FE MG MN NA K V CR NI ZN RB ZR BA  
 AGGREGATIVE CLUSTERING OF A DISTANCE MATRIX - TYPE 'NATURES GROUPS'; N = 31; DATA LOGGED)

object	no.	multivariate distance	
7	4282	-. .	
C	5063	-'-. .	
8	5373	-. I-----	
A	mean	-I I	I
M	5099	-'-'	I
1	4724	-. .	I----
1	4720	-'-. .	I I
1	4729	----'-. .	I I
1	4727	-. . I-----	I I
2	4736	-I I	I I
6	4283	-'-. I	I I
1	4734	----I I	I I
1	4721	-. I-'	I I
1	4725	-I I	I I
4	4735	-'-'	I I
3	4730	-. .	I-----
3	4731	-I	I
1	4728	-I-. .	I
5	4842	-I I	I
1	4719	-' I	I
1	4722	-. I-. .	I
1	4726	-'-' I	I
1	4723	-. . I-----	I
1	4732	-I I I	I
1	4733	-'----' I	I
2	4737	-----'-----	I
9	4280	-. .	I-
9	4281	-'-. .	I
9	4278	-. I-----	
9	4279	-'-I	
9	4277	----'	

**Explanation:**

Terra Sigillata from the kilns in Torrita:

- 1 CORDVS
  - 2 L.V.H. (L.VMRICIVS HOSPES)
  - 3 CAMVRIVS
  - 4 MAJNNEIUVS
- other stamped ceramics from CORDVS
- 5 dolium
  - 6 tiles
- imports from Arezzo
- 7 matrix plate (matrici a placca)
  - 8 mould

reference material from Arezzo

- A mean of 91 analyses of terra sigillata
- M sigillata sherd from Manneius
- C sigillata sherd from Camurius

common pottery from Torrita

- 9 amphorae, form 8, waster

TAV. LIII – Raggruppamento delle analisi sulla base delle analogie, quale risultano da un'analisi cluster. Tre sono i gruppi nettamente distinti: la ceramica bollata, la ceramica comune e le analisi della ceramica di Arezzo/Cincelli. Le analogie vengono effettuate registrando le concentrazioni di 15 elementi, escludendo il calcio a causa della forte dispersione.

## IMPORTAZIONI DA AREZZO

La composizione della sigillata prodotta ad Arezzo è ormai nota da diverse analisi (Conspectus p. 27). La somiglianza di due campioni di Torrita con la ceramica di Arezzo risulta chiaramente dal raffronto di tutti gli elementi analizzati nella tabella d'analisi e dalle rappresentazioni grafiche. Un'analisi riguarda una matrice a placca per la produzione di *appliques* per sigillata (7), l'altra una matrice per sigillata decorata (8). Ambedue i pezzi sono sicuramente stati portati da Arezzo a Torrita (nel caso si escluda che il vasaio di Torrita utilizzasse dell'argilla aretina).

Si possono utilizzare per una comparazione anche due campioni di sigillate di *Camurius* e di *A. Manneius* rinvenute al Monte Iato (Sicilia), le cui analisi sono state effettuate nel nostro istituto in un altro contesto (HÄDINGER 1992). Esse erano sicuramente state prodotte ad Arezzo (Tav. LIII). Nel caso si tratti delle stesse persone – a Torrita è conservato solo il bollo *J-nneius* – esse avrebbero lavorato sia a Torrita che ad Arezzo.

G. S.