

## Il cantiere costruttivo del foro di Traiano

I recenti studi e, soprattutto, le ultime indagini archeologiche che, tra il 1998 e il 2000, hanno portato alla scoperta di gran parte del foro di Traiano, permettono di avere oggi una conoscenza piuttosto esauriente dell'aspetto originario di questo monumento<sup>1</sup> (figg. 1. 2). Tutta la metà orientale del complesso è stata, infatti, riportata in luce e la ricostruzione dei settori mancanti della metà occidentale sembra ragionevolmente realizzabile mediante il semplice ribaltamento della parte nota. Ciò consente di ottenere una planimetria ricostruttiva del foro ormai del tutto realistica, mentre l'approfondita e pluridecennale conoscenza dell'evidenza archeologica disponibile, permette di formulare ipotesi sull'effettivo sviluppo degli alzati anch'esse apparentemente assai vicine alla realtà.

Gli studi di Carla Maria Amici<sup>2</sup>, di James Packer<sup>3</sup>, di Eugenio La Rocca<sup>4</sup>, di Lucrezia Ungaro e Marina Milella<sup>5</sup> oltre che di chi scrive<sup>6</sup>, hanno infatti fornito, nel corso degli ultimi venti anni, una quantità di nuovi dati che, al di là dei comprensibili disaccordi tra studiosi, risulta fondamentale per la ricostruzione del complesso architettonico in ogni sua parte. In sostanza, sembra di poter affermare che il foro di Traiano è ormai un monumento dall'aspetto definito che si presta, in quanto tale, a molteplici approfondimenti.

In questa sede è stata impostata una prima quantificazione sommaria dei materiali impiegati per la sua edificazione che pure incontra, come vedremo, alcune serie difficoltà, oltre ad approfondimenti tematici legati a classi specifiche e a particolari aspetti del cantiere costruttivo. Siamo comunque ancora

lontani dall'ottenere quel «magico coefficiente» che esprima il rapporto tra edificio e risorse impiegate e che, unito a quelli di molti altri monumenti, ci permetterebbe di visualizzare, con un semplice grafico, l'andamento dell'architettura romana rispetto alla storia sociale ed economica della città. Ma, per quanto attiene all'argomento di questo saggio, sembra opportuno elencare preliminarmente le difficoltà che, al momento, si oppongono a una quantificazione completa dello sforzo costruttivo profuso nel foro di Traiano. Queste difficoltà consistono principalmente nella impossibilità di stabilire l'esatto rapporto tra blocchi di tufo e di travertino, negli elevati di molte parti del complesso e nella assoluta mancanza di conoscenza rispetto alla reale profondità raggiunta dalle fondazioni.

Allo stato attuale, il primo problema sembra ancora senza soluzione e vi si è parzialmente ovviato riunendo l'uso del tufo e del travertino sotto la generica definizione di «opera quadrata». Quanto alle fondazioni si resta in attesa dei risultati di nuovi carotaggi che dovrebbero essere eseguiti per la realizzazione della linea C della metropolitana, mentre l'unico dato utile che è possibile ricavare dall'analisi delle strutture visibili riguarda l'assenza assoluta di impronte di sbadacciature lungo i bordi superficiali esposti delle fondazioni dell'intero complesso. Ciò significa, probabilmente, che le gettate furono realizzate in cavo libero, nello spessore del banco di argilla naturale sottostante il foro e che, quindi, non si spinsero a notevole profondità.

A favore di una buona approssimazione dei risultati dei calcoli effettuati sta, al contrario, la

Con riferimento al foro di Traiano i punti cardinali si citano in forma semplificata: per nord si intende nordovest, per est si intende nordest e via dicendo.

1 Meneghini 2001a; Meneghini 2001b.

2 C. M. Amici, *Foro di Traiano. Basilica Ulpia e Biblioteche* (1982).

3 J. E. Packer, *The Forum of Trajan in Rome. A Study of the Monument* (1997); id., *Il Foro di Traiano a Roma. Breve studio dei monumenti* (2001).

4 E. La Rocca, *I Fori Imperiali* (1995); E. La Rocca – L. Ungaro – R. Meneghini (ed.), *I luoghi del consenso imperiale. Il Foro di Augusto. Il Foro di Traiano I* (1995).

5 L. Ungaro – M. Milella (ed.), *I luoghi del consenso imperiale. Il Foro di Augusto. Il Foro di Traiano II* (1995).

6 R. Meneghini, *RM* 105, 1998, 117–148; Bianchi 2001 passim; Meneghini 2001a; Meneghini 2001b.

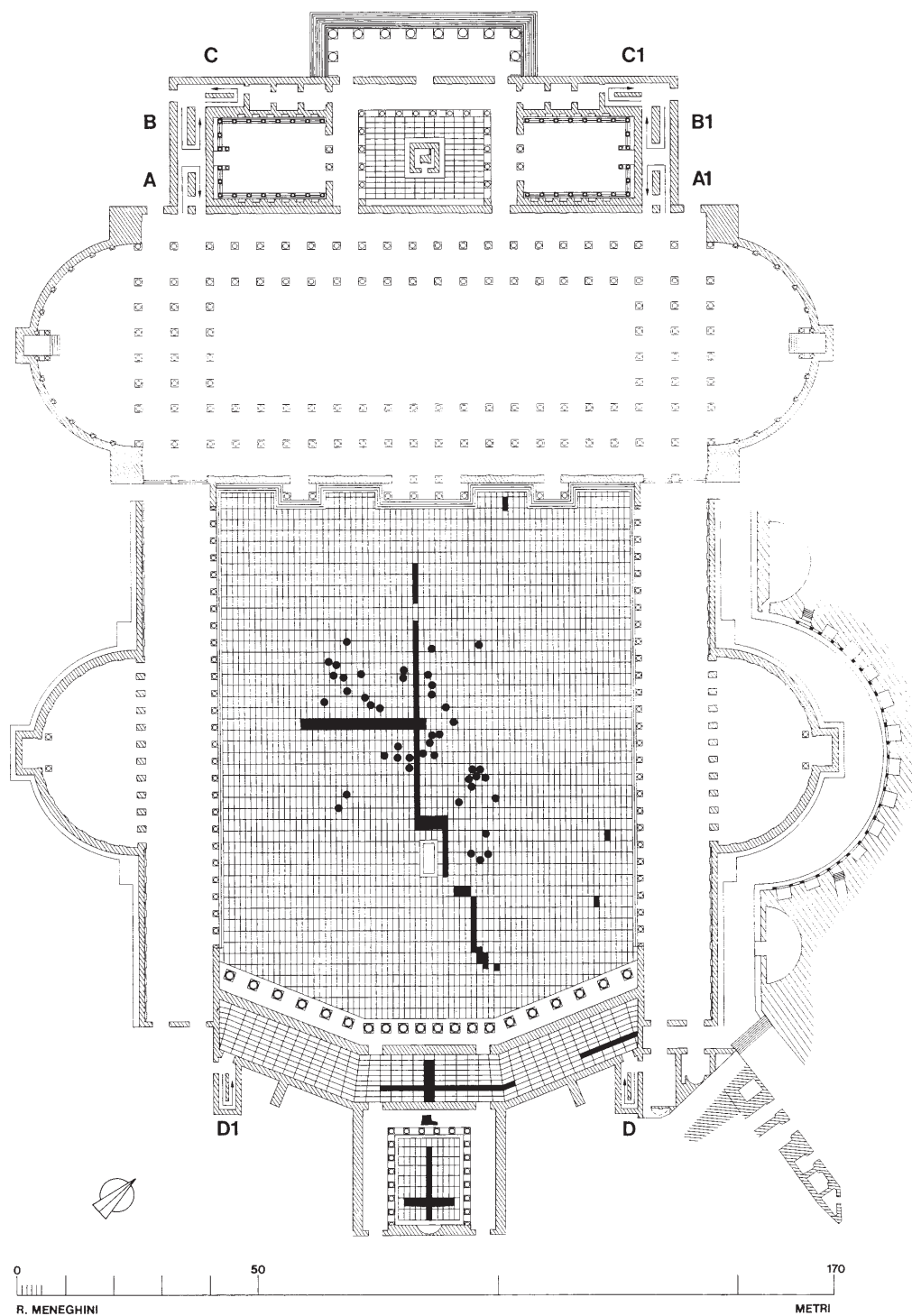
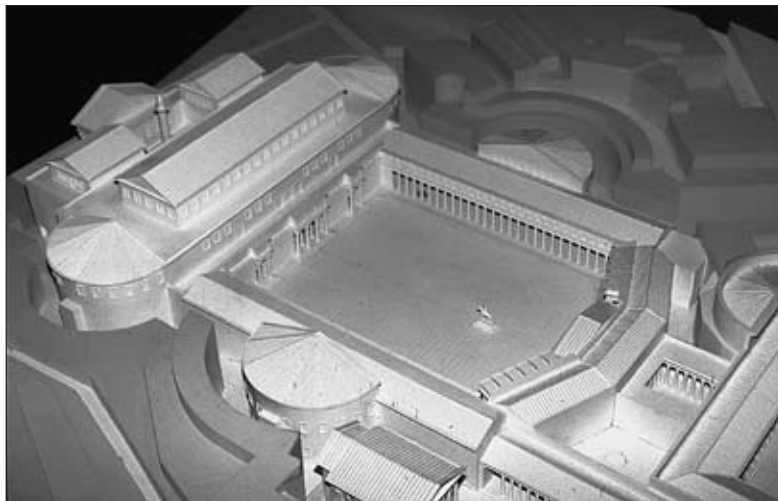


Fig. 1 Planimetria ricostruttiva del foro di Traiano con evidenziazione (in nero) dei listoni di travertino e dei fori per travi inclinate (pallini)

Fig. 2 Plastico ricostruttivo del foro di Traiano con vista da sud



certezza che le grandi quantità dei materiali impiegati, come il numero complessivo delle colonne o il volume del calcestruzzo dei sottofondi, non variano in maniera consistente a fronte delle diverse ipotesi ricostruttive avanzate dagli studiosi. Si tratta sempre, in sostanza, di variazioni relativamente piccole, contenute in un ambito stimabile intorno al dieci per cento del totale.

Un notevole aiuto per la determinazione delle opere murarie che costituivano le varie parti del complesso proviene comunque dall'evidenza archeologica disponibile. Si è infatti verificato che la presenza di settori realizzati in laterizio è sempre segnalata da frammenti di crollo, grandi o piccoli, mentre l'assenza di questi ultimi indica l'esistenza di strutture in opera quadrata. Lo stesso discorso vale per le volte in cementizio, la cui presenza è regolarmente provata da spezzoni crollati delle dimensioni più diverse. Queste stesse regole sono risultate valide anche per gli scavi del passato, laddove è stato possibile recuperare qualche forma di documentazione.

Tracce dirette di apparati di cantiere sono apparse, nel corso degli scavi recenti, soltanto sotto forma di listoni di travertino, destinati a essere obliterati dalla posa della pavimentazione marmorea della piazza (fig. 1). Tali listoni sono di difficile interpretazione poiché non sembrano sinora trovare alcun confronto<sup>7</sup>. Essi sono certamente pertinenti alla fase costruttiva del foro e consistono

in lastre di travertino poggiate sul cementizio del sottofondo della piazza e del settore meridionale del monumento (fig. 3). Attraversano il complesso da nord a sud, lungo l'asse maggiore, con le lastre disposte in una fila continua e accostate per testa. In più punti intersecano perpendicolarmente altre strutture analoghe formate, in due casi, da lastre accostate per il taglio, un accorgimento adottato, apparentemente, per disporre di una maggiore superficie. Senza dubbio i listoni costituiscono un rafforzamento del sottofondo e sembrano giustificati dall'esercizio di una attività continua sopra di essi: il che spinge a identificarli come tracciato per lo spostamento di carichi pesanti.

In tal senso sono stati individuati numerosi fori per travi inclinate, tagliati nel calcestruzzo del sottofondo del settore centrale della piazza (fig. 1). Alcuni di questi fori sembrano connessi ai listoni e la loro inclinazione lascia pensare a travi infisse al suolo per il fissaggio di argani utilizzati proprio per il traino di grossi pesi. È possibile che in qualche caso si tratti invece delle travi inclinate di «capre» usate durante la posa delle lastre di marmo bianco della pavimentazione della piazza. Evidentemente i listoni dovevano essere coperti da assi e traversine ingrassate per far scorrere i carichi, anche se la superficie superiore delle lastre di travertino non mostra tracce di trascinamento poiché fu abbassata, scalpellandola, all'atto della posa in opera del pavimento marmoreo.

Il fatto che uno dei listoni di maggiori dimensioni provenga da ovest e tutto il sistema appaia complessivamente orientato in senso nord-sud può

7 Meneghini 2001a, 253; Meneghini 2001b, 54, 55.

forse fornire indicazioni sulla successione dei lavori all'interno del cantiere costruttivo del foro. Sembra infatti che i carichi venissero introdotti nell'area del cantiere dalla parte del portico occidentale che, evidentemente, fu costruito per ultimo e fossero diretti tanto alla facciata della basilica Ulpia, già quasi completata, quanto al settore meridionale della piazza e al tratto conclusivo del portico orientale aggirando l'Equus Traiani del quale, dunque, doveva già esistere almeno il basamento.



Fig. 3 Listone di travertino nel settore centrale della piazza del foro, particolare

Non sembra casuale che i materiali da costruzione provenissero da ovest poiché è questo, come vedremo, l'unico possibile punto d'arrivo della viabilità dagli scali sul Tevere e dalla Flaminia. L'area, confinante con il tempio di Venere Genitrice nel foro di Cesare, non a caso rifatto da Traiano<sup>8</sup>, fu dunque plausibilmente utilizzata come zona di sca-

rico e smistamento dei materiali fino alla conclusione dei lavori, quando fu ultimata chiudendo la piazza a ovest, probabilmente tra il 110 e il 111.

A proposito di date, sembra utile ricordare quali siano i limiti cronologici stimabili per la realizzazione del foro stesso. Dai Fasti Ostiensi sappiamo che il foro e la basilica furono inaugurati nel gennaio del 112 e la Colonna Coclide nel maggio del 113<sup>9</sup>. Più difficile appare il tentativo di stabilire la cronologia d'inizio dei lavori. Si è spesso attribuita a Domiziano, sulla base di alcune fonti letterarie, la paternità dei lavori di sbancamento del Quirinale, per la costruzione del foro, che sarebbero stati realizzati intorno al 94/95<sup>10</sup>. Anche se è probabile non vi sono, in realtà, prove archeologiche che ciò sia avvenuto e forse, invece, la prima data certa utilizzabile è quella del 105, attribuita da John Ward Perkins, in un saggio del 1976, all'estrazione di una delle colossali colonne da cinquanta piedi in Granodiorite del mons Claudianus, in Egitto, utilizzate per il pronao nord<sup>11</sup>.

Le indagini più recenti<sup>12</sup> sembrano introdurre una ipotesi alternativa per l'identificazione delle cosiddette biblioteche come parte del templum Divi Traiani. Esse potrebbero infatti essere interpretate come aule di culto affrontate del tempio la cui facciata sarebbe stata costituita dal pronao stesso. Il ritrovamento di bolli laterizi adrianei degli anni 123–125<sup>13</sup>, prova che in età traiana il cortile della Colonna non era ancora stato costruito mentre già esistevano le pareti perimetrali in mattoni delle cosiddette biblioteche dalle quali, sinora, sono stati recuperati solo bolli dell'epoca di Traiano.

La notizia di una colonna in Granodiorite da cinquanta piedi, ancora in viaggio per Roma nel 120, fornita dal papiro Gießen 69<sup>14</sup>, sembra collegarsi ai dati precedenti come prova che i lavori per la costruzione del tempio erano in corso sotto Adriano, e furono terminati probabilmente entro il 128, ma che facevano parte di un progetto iniziale unitario già ampiamente realizzato da Traiano.

Per un tentativo di quantificazione del tempo necessario alla costruzione dell'intero complesso si può dunque individuare nei primi tre o quat-

8 C. M. Amici, *Il Foro di Cesare* (1991) 75–136.

9 *Fast. mag. Ost.* I 13, 1 n. 22; I 13, 1 n. 3.

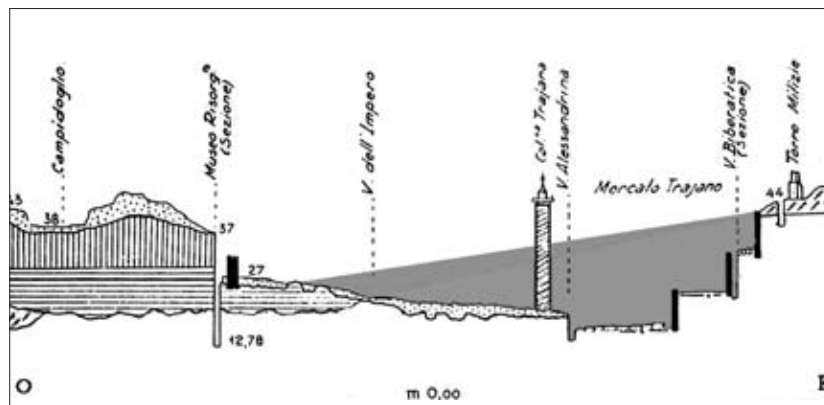
10 Alcuni bolli rinvenuti nella fogna che corre lungo il portico orientale della piazza sono di Domiziano (CIL XV 100of e 259): Bianchi 2001, 91 s. fig. 3.

11 J. B. Ward Perkins, *Columna Divi Antonini*, in: *Mélanges d'histoire ancienne et d'archéologie offerts a Paul Collart* (1976) 345–352.

12 R. Meneghini, *MEFRA* 114, 2002, 655–692.

13 *Ibid.* Appendice; Bianchi 2001, 117–119.

Fig. 4 Sezione ricostruttiva con evidenziazione del taglio operato nella pendice del Quirinale per la costruzione del foro di Traiano



tro anni del secondo secolo, il periodo utilizzato per l'elaborazione del progetto mentre, a partire dal 105, si cominciarono a cavare le colonne da cinquanta piedi, presso le cave egiziane del mons Claudianus, che furono estratte e inviate a Roma almeno fino a quindici anni più tardi. La costruzione della basilica Ulpia e della piazza del foro e l'erezione e la decorazione scolpita della Colonna Istoriata, possono avere avuto luogo tra il 105/106 e il 112/113, date delle rispettive inaugurazioni, fornite dai Fasti Ostiensi. I lavori proseguirono poi, in tono minore, sino al completamento del settore settentrionale del tempio del Divo Traiano, intorno al 128, con la realizzazione del cortile della Colonna e del pronao con fusti da cinquanta piedi e, forse, in quello meridionale, a ridosso del foro di Augusto<sup>15</sup>.

Complessivamente dunque, 22 o 23 anni di lavori concentrati soprattutto nei primi sette o otto, durante i quali fu realizzata la maggior parte del complesso. In un momento indefinito, compreso comunque tra la fine del regno di Domiziano, l'inizio di quello di Traiano e i primi anni dei lavori, in tutto tra dieci e dodici anni, si pone lo scavo del mons, citato nell'epigrafe alla base della Colonna Coclide<sup>16</sup> e dallo storico Cassio Dione<sup>17</sup>.

Sulla base delle indagini geologiche effettuate da Antonia Arnoldus e Albert Ammerman durante gli scavi del 1998–2000 si è infatti stabilito che esso deve essere interpretato come una vera e propria pendice del Quirinale che dai mercati di Traiano, a 40 m di quota s. l. m., scendeva sino a spegnersi in corrispondenza della basilica e del clivo Argentario a 18,5 m s. l. m.<sup>18</sup> (fig. 4). La pendice si allargava a sud fino al foro di Augusto e a nord fino alla Colonna Coclide (fig. 5). In pratica si trattava di una sorta di prisma che sviluppava un volume di circa 316.000 mc, escluse naturalmente le cubature degli edifici del quartiere che doveva sorgere sul declivio e del quale nulla sappiamo, salvo che in esso era situato l'antico atrium Libertatis<sup>19</sup>. Utilizzando un parametro offerto dalle analisi di Janet DeLaine<sup>20</sup>, che traduce in sei metri cubi la quantità di argilla rimossa quotidianamente da uno scavatore, è possibile quantificare in oltre 52.600 le giornate lavorative necessarie per la rimozione del solo mons, escluse le macerie del quartiere soprastante.

Ipotizzando un anno di tempo con un numero di giornate di lavoro compreso tra 220 e 300<sup>21</sup> si ottiene una media di poco più di duecento scavatori al giorno contemporaneamente all'opera. Se agli scavatori si aggiungono altrettanti spalatori il numero

14 J. Th. Peña, JRA 2, 1989, 126–132.

15 Vedi infra e Bianchi 2001, 111 s.

16 CIL VI 960.

17 Cass. Dio. 68, 16, 2.

18 Cfr. S. Rizzo, RM 108, 2001, 215–244.

19 LTUR I (1993) 133–135 s. v. Atrium Libertatis (F. Coarelli).

20 J. DeLaine, The Baths of Caracalla, JRA Supplementary series 25 (1997) 183.

21 Ibidem 105. La scelta della studiosa è generale e tiene conto delle nundine (un giorno ogni otto) e dei calcoli di Frontino. Si deve però tenere conto che, nel caso del foro di Traiano, si trattava di un'opera pubblica di primaria importanza che richiedeva una certa continuità con probabile alternanza di squadre di lavoro. La stessa DeLaine stima a 290 giorni l'anno lavorativo per le attività di supporto al cantiere come l'estrazione e la lavorazione della pietra.

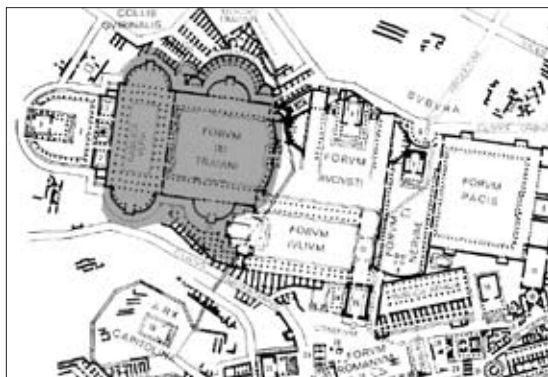


Fig. 5 Planimetria con evidenziazione dell'estensione originaria della pendice del Quirinale rimossa per la costruzione del foro di Traiano

raggiunge le quattrocento unità e computando tra due e quattro portatori di ceste per lo smaltimento del materiale rimosso da ogni coppia di lavoranti, si toccano le 800–1200 persone al giorno. Una cifra che sembra ampiamente giustificata considerando anche la presenza dei soprastanti e dei conduttori dei carri necessari a movimentare i detriti ed è quindi possibile ipotizzare, in conclusione, che se lo sbancamento del mons fosse stato realizzato nell'arco di un anno avrebbe visto l'impiego medio di un migliaio di persone al giorno.

#### Opera cementizia

Nel grafico che configura le percentuali dei materiali utilizzati nella costruzione del foro di Traiano, il calcestruzzo spicca per il suo altissimo indice di presenza (fig. 6). Questo materiale costituisce infatti il 49% del totale, per un volume di circa 80.000 mc, anche se l'acquisizione di dati certi sulla profondità raggiunta dalle fondazioni potrebbe aumentarne la presenza percentuale, anche in maniera consistente, ed è concentrato per il 60% nel sottofondo dell'intero complesso (tabella 1). La parte restante è distribuita per lo più fra il concreto dei muri in laterizio e le volte di copertura delle navate laterali della basilica Ulpia, spezzoni crollati delle quali giacciono tuttora nei sotterranei di via dei

Fori Imperiali (fig. 7). Queste volte sono caratterizzate dall'uso di scapoli di lava alveolare, allettati a strati, alternati con tuffelli, per alleggerire il peso del conglomerato.

Recentemente uno di questi crolli è stato parzialmente girato poiché mostrava, nella parte inferiore, una consistente porzione di curvatura della volta del secondo ordine che, in tal modo, è stato possibile rilevare e ricostruire nel suo sviluppo originario oltre a quantificarne la cubatura complessiva<sup>22</sup>. Una determinazione della forza lavoro impiegata per il calcestruzzo sembra possibile, allo stato attuale, soltanto per i sottofondi data la differente e non sempre quantificabile tempistica di realizzazione delle volte.

Subito dopo aver eseguito il taglio del mons, sulla superficie disponibile così ottenuta, pari a oltre 30.000 mq, furono incise e realizzate le fondazioni e gettato uno strato di cementizio di 47.000 mc in funzione di sottofondo generale. Tale sottofondo poggiava in buona parte direttamente sull'argilla naturale mentre nell'area della basilica Ulpia e delle cosiddette biblioteche colmava i dislivelli dovuti alle preesistenze ed era caratterizzato da uno spessore variabile in corrispondenza dei diversi settori del monumento. Come si è infatti potuto verificare grazie ai tratti in vista del sottofondo e a numerosi pozzi medievali dai quali è tagliato, esso risulta spesso 2–2,2 m nel sottosuolo delle cosiddette biblioteche, mediamente 3,9 m in quello della basilica Ulpia<sup>23</sup>, 0,75 m sotto l'intera piazza e 1,6 m sotto i portici laterali mentre la sala trisegmentata,

	vol. (mc)
sottofondi dell'intero complesso	47186,00
nuclei dei muri in laterizio	11210,19
volte della basilica (I ordine)	4494,62
volte della basilica (II ordine)	4625,48
volte della sala trisegmentata	1790,25
volte delle scale A–A1 e D–D1	1299,28
<b>totale</b>	<b>70605,82</b>

Tabella 1 Quantità del calcestruzzo

22 Lo stesso tipo di indagine è stato svolto per le volte rampanti delle scale. È in corso uno studio più dettagliato di tutti i frammenti di crollo conservati e l'analisi geologica dei materiali utilizzati da parte di chi

scrive e di Patrizia Tucci, del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Roma «La Sapienza».

23 La determinazione di tali spessori è stata possibile anche grazie a materiale inedito conservato negli

che chiude a sud la piazza, poggia su di una gettata spesso in media mezzo metro. Volendo applicare, anche in questo caso, i parametri offerti dall'analisi di Janet DeLaine sulle terme di Caracalla, si può quantificare la realizzazione del sottofondo in più di 124.000 giornate di lavoro che, distribuite nell'arco di 220–300 giorni, danno una presenza in cantiere di un numero di lavoratori variabile tra le 564 e le 413 unità.

Anche in questo caso bisogna considerare che una ridotta percentuale del sottofondo, corrispondente ai settori del pronao e del cortile della Colonna (poco meno di 1.400 mc a fronte dei 47.000 totali), fu realizzata in età adrianea e che dunque il calcolo della forza lavoro potrebbe risultare leggermente sovradimensionato. Ma se, nuovamente, si aggiungesse alle persone conteggiate, che sono solo quelle addette alla movimentazione dei materiali per il «getto» vero e proprio del calcestruzzo, il numero degli operai che impastavano la malta, quello degli addetti ai trasporti e quello dei soprastanti, probabilmente ci si avvicinerebbe di nuovo alle mille presenze quotidiane.

	vol. (mc)
muri perimetrali e plinti di sottobase delle colonne della basilica	7823,62
absidi della basilica	5106,23
fondazioni delle biblioteche e del cortile della Colonna	498,21
muri perimetrali del pronao e delle biblioteche	6083,00
portici della piazza (comprese esedre e blocchi di fondazione)	12480,23
elevato della sala trisegmentata	6319,95
fondazioni della sala trisegmentata e del colonnato sud	546,61
fondazioni del colonnato e dei muri perimetrali dell'area sud	162,03
<b>totale</b>	<b>39019,88</b>

Tabella 2 Quantità dell'opera quadrata

archivi dell'Ufficio Scavi della Sovrintendenza per i Beni Culturali del Comune di Roma. Si tratta di una sezione delle cosiddette biblioteche e della basilica Ulpia, ove sono localizzati i sondaggi effettuati durante gli scavi e i restauri del 1931/32, proprio per determinare lo spessore del sottofondo nei settori al-

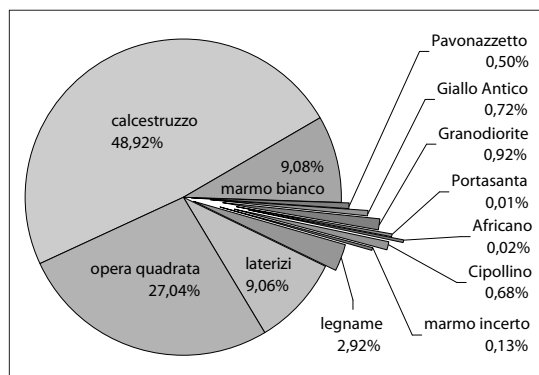


Fig. 6 Rappresentazione percentuale dei materiali utilizzati per la costruzione del foro di Traiano

### Opera quadrata

L'opera quadrata in blocchi di tufo e travertino costituisce la seconda classe dei materiali più usati nella costruzione del foro e copre circa un quarto del totale (fig. 6, tabella 2). Si può veramente affermare che l'ossatura del foro è costituita dall'opera quadrata.

Questa tecnica fu impiegata sia nelle fondazioni di muri e colonnati che negli elevati di quasi tutti gli edifici dei principali blocchi costruttivi del complesso, quali i muri di fondo e le esedre dei portici e le pareti perimetrali e le absidi della basilica. Per tali strutture si fece uso di peperino, che fu inserito anche, assieme al travertino, nelle fondazioni dei muri. In travertino furono realizzate tutte le opere di sottofondazione dei colonnati, come dimostrano le impronte rimaste, in corrispondenza del colonnato orientale della piazza, dove i blocchi misuravano da 1,30 m a 1,65 m di larghezza<sup>24</sup> per 0,75 m di altezza. In particolare, riguardo ai volumi dei portici della piazza sono state calcolate le cubature sia delle fondazioni che degli elevati della fronte, dei muri di fondo rettilinei e degli emicicli nonché gli attici soprastanti i colonnati e le facciate coronate da timpano sopra gli emicicli stessi.

loro scoperti. Anche nei «Giornali dei Lavori», pure inediti e conservati nello stesso luogo, vi è una succinta descrizione di queste indagini.

<sup>24</sup> Ai fini del calcolo è stato considerato il valore minimo di 1,3 m che risulta più diffuso.



Fig. 7 Spezzone crollato di un segmento di volta di copertura del primo ordine della basilica Ulpia

Del travertino usato per la fondazione dell'edificio trisegmentato posto sul lato meridionale della piazza, si è potuto calcolare il volume, che ammonta a 546 mc, considerando uno spessore a terra dei blocchi rispettivamente di 1,5 m per il muro perimetrale nord e 2,2 m per quello sud. La quantificazione del peperino (e forse del travertino) utilizzato per la costruzione delle pareti di questo edi-

ficio ha tenuto conto della progressiva riduzione di spessore fino all'altezza massima ricostruibile (18 m) e corrisponde a un volume di poco più di 6300 mc.

Il cortile porticato posto fra l'edificio trisegmentato e il portico settentrionale del foro di Augusto, richiese 162 mc di materiale lapideo per la realizzazione delle murature perimetrali esterne e per le fondazioni dei tre bracci del colonnato. Anche della basilica Ulpia restano le impronte dei blocchi che sostenevano i muri perimetrali e le basi di colonne degli avancorpi oltre ai plinti di appoggio delle colonne del primo ordine delle navate, in parte ancora in situ, il volume dei quali corrisponde a circa due metri cubi.

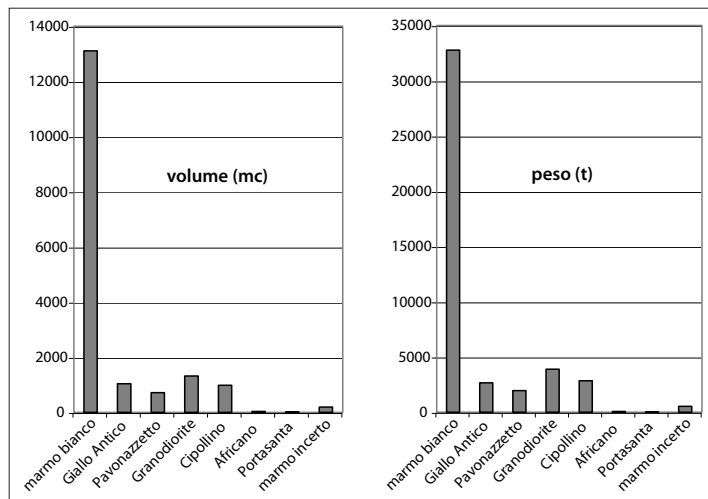
Appare dunque evidente come, sfruttando le misure delle impronte dei blocchi di fondazione, rilevabili quasi ovunque nei settori scavati, e moltiplicandole per le altezze degli elevati fornite dalle ricostruzioni, sia stato possibile calcolare il volume complessivo di circa 39.000 mc di materiale utilizzato per l'opera quadrata del foro di Traiano.

	basi			capitelli					
	qu.	lato	alt.	vol. (mc)	peso (t)	diam./ l. s.	alt.	vol. (mc)	peso (t)
pronaio nord	10	2,30	0,89	47,08	117,70	1,64/ 2,30	2,05	62,74	156,85
cortile della Colonna	17	1,28	0,44	12,26	30,64	0,90/ 1,20	0,98	14,52	36,29
colonne degli ingressi alle biblioteche	4	1,28	0,44	2,88	7,21	0,90/ 1,20	0,98	3,42	8,54
pilastrini degli ingressi alle biblioteche	4	1,28	0,44	2,88	7,21	0,90/ 1,30	0,98	4,80	15,30
primo ordine delle biblioteche	44	0,79	0,31	8,51	21,28	0,58/ 0,86	0,67	12,15	30,37
secondo ordine delle biblioteche	44	0,60	0,26	4,12	10,30	0,43/ 0,72	0,52	6,12	15,30
primo ordine della basilica	112	1,50	0,55	142,32	355,80	1,05/ 1,50	1,26	175,40	438,50
secondo ordine della basilica	112	1,32	0,39	76,11	190,27	0,81/ 1,20	1,17	104,24	260,59
avancorpi della basilica	10	1,50	0,55	12,71	31,77	0,90/ 1,40	1,26	13,29	33,22
portici della piazza	52	1,30	0,40	35,15	87,88	0,81/ 1,20	1,17	48,84	122,11
pilastrini nei portici degli emicicli	24	*	*	29,99	74,98	**	1,15	70,35	175,88
nicchie degli emicicli	4	1,30	0,40	2,70	6,77	0,89/ 1,20	1,17	4,04	10,10
lati obliqui del muro di fondo	12	2,06	0,73	37,17	92,93	1,31/ 1,80	1,65	37,89	94,74
sezione centrale del muro di fondo	8	2,06	0,73	24,26	60,66	1,31/ 1,80	1,65	25,26	63,16
portico del cortile sud	19	1,20	0,44	12,04	30,10	0,79/ 1,20	1,00	14,98	37,44
<b>totale</b>	<b>476</b>			<b>450,18</b>	<b>1125,50</b>			<b>598,04</b>	<b>1498,39</b>

Tabella 3 Basi e capitelli di marmo bianco, peso specifico 2,5–2,8 t/mc (qu. = quantità; l. s. = lato superiore; \* = lati 1,80 x 1,31 x 0,53; \*\* = lati 1,50 x 1,10/2,10 x 1,70)



Fig. 8 Rappresentazione quantitativa dei marmi utilizzati per la costruzione del foro di Traiano suddivisi per volume (mc) e peso (t)



### Marmi

Il marmo è costituito da poco più del dodici per cento del totale ed è rappresentato principalmente dal marmo bianco con oltre 13.000 mc corrispondenti a quasi 33.000 tonnellate (figg. 6, 8, tabelle 3-5)<sup>25</sup>. Tale quantità appare davvero notevole e si deve puntualizzare che il materiale risulta per lo più proveniente dalle cave di Luni anche se appa-

re documentato un uso sporadico di Pentelico che però non autorizza a ipotizzarne una diffusione maggiore all'interno del foro<sup>26</sup>.

Il volume di marmo bianco impiegato risulta di ben dieci volte superiore a quello del marmo colorato maggiormente utilizzato: la Granodiorite (il granito grigio del mons Claudianus in Egitto), che pure totalizza più di 1300 mc per 3900 tonnellate di peso<sup>27</sup>.

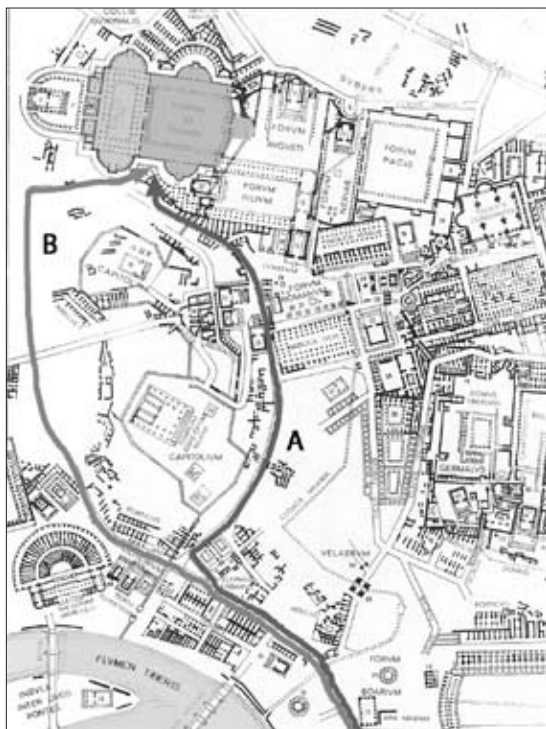
25 Per la determinazione dei volumi di alcune parti della decorazione architettonica in marmo bianco si sono utilizzati particolari accorgimenti. Per le statue dei daci e per i capitelli il calcolo della cubatura è stato effettuato sul blocco grezzo, prima della lavorazione. Lo spessore delle lastre pavimentali è stato stabilito nella misura di 0,15 m, sulla base dell'evidenza disponibile. Lo spessore dei rivestimenti parietali varia da 0,09 a 0,15 m in ragione delle tracce degli spessori riscontrabili su membrature architettoniche e strutture murarie. Per la determinazione dei pesi e dei volumi degli elementi costituenti la Colonna Coclide si è tenuto conto dei valori forniti da M. Wilson Jones, JRA 6, 1993, 23-38. Anche per il calcolo dei volumi di alcuni marmi colorati si sono adottati specifici accorgimenti, come nel caso dei fusti delle colonne per i quali, nell'impossibilità di determinare l'entasi, si è considerato un cilindro il cui diametro fosse pari alla media dei rispettivi diametri all'imo e al sommo scapo.

Con riferimento alle tabelle 3-5: per alcuni elementi, come per le statue dei Daci e i capitelli, il calcolo della cubatura è stato effettuato sul blocco grezzo prima della lavorazione; lo spessore delle lastre di pavimentazione è stabilito nella misura di 0,15 m

effettivamente riscontrata sulle tracce superstiti dei vari rivestimenti; lo spessore dei rivestimenti parietali varia da 0,09 m a 0,16 m in ragione delle tracce degli spessori riscontrabili su membrature architettoniche e strutture murarie.

26 È stato riscontrato un uso assolutamente non sistematico del marmo pentelico, ad esempio nei conci delle ghiera di archi, non meglio identificati, in corrispondenza dell'edificio trisegmentato che chiude la piazza a sud e in tratti circoscritti della trabeazione del secondo ordine della basilica Ulpia. Comunicazione di Marina Milella che ringraziamo.

27 Si ringrazia Francesco Gervasi per la gentile collaborazione e per le righe che seguono all'interno di questa nota: «Per la valutazione delle densità dei materiali ci si è avvalsi dell'approccio statistico, oltre che della consolidata metodologia di calcolo dei volumi per immersione. Ove si è riscontrata una prevalente omogeneità dei minerali che compongono la roccia, si è potuto prendere il valore medio di tre misurazioni dello stesso campione, al contrario, ove il materiale presenta un'eterogeneità pronunciata, si è dovuto mediare il valore ottenuto dalle misurazioni di campioni diversi dello stesso litotipo. Inoltre le ridotte



Intorno ai mille metri cubi si aggirano anche i valori del Giallo Antico e del Cipollino<sup>28</sup>, mentre il Pavonazzetto si riduce a meno di 700 con una presenza praticamente irrisoria di Africano e Portasanta, rispettivamente appena 34 e 7 mc circa, utilizzati solo per alcuni settori pavimentali. Compare infine un'aliquota di 187 mc di marmi non identificati che raccoglie i volumi dei fusti del cortile della Colonna Coclide oltre che dei pavimenti del pronao di accesso settentrionale e della sala trisegmentata recentemente scoperta lungo il limite meridionale della piazza.

dimensioni di quest'ultimi non possono dare valori assoluti di densità, ecco quindi la necessità di mediare i dati ottenuti da più campioni, in questo modo si è anche ovviato alla presenza di inclusioni, venature ed alterazioni più o meno pronunciate. In campioni di piccole dimensioni, infatti, la presenza di venature localizzate, di diverso peso dal resto della roccia, può falsare notevolmente la stima della reale densità del materiale. I valori riscontrati, comunque, ricadono tutti nei range dei materiali lapidei e con l'approccio tecnico statistico si è potuto restringere ulteriormente l'intervallo, arrivando a determinare i pesi specifici medi da applicare nei calcoli dei pesi scaricati e/o sopportati dalle strutture».

	sup. (mq)
muro di fondo del pronao	395,94
cortile della Colonna	987,55
biblioteche (2 ordini)	1157,36
basilica (2 ordini)	6197,76
avancorpi della basilica	868,96
attico degli avancorpi della basilica	565,50
portici della piazza	3684,42
muro di fondo della piazza	1223,97
attici dei portici della piazza	920,00
base della statua equestre	86,58
interno della sala trisegmentata	1388,75
cortile sud	671,33
<b>totale</b>	<b>18148,12</b>

Tabella 4 Superfici di rivestimenti parietali realizzati in marmo bianco

Fig. 9 Possibili percorsi di approvvigionamento dei materiali marmorei dalla zona dell'Emporio al cantiere costruttivo del foro di Traiano

Il marmo bianco era utilizzato per basi, capitelli, trabeazioni e rivestimenti parietali e pavimentali e non doveva presentare particolari difficoltà per il trasporto lungo il tragitto che separava la statio Marmorum dal cantiere del foro. Si trattava infatti, per la maggior parte, di blocchi di dimensioni medie e grandi che potevano essere trasportati con carri secondo l'immagine descritta da Giovenale<sup>29</sup> dove uno di questi mezzi, recante saxa ligustica, incombe pericolosamente sulla folla. Ancora in epoca recente il trasporto di blocchi di travertino di piccole e medie dimensioni dalle cave di Tivoli

28 Per questa classe di marmi è stato realizzato, da Patizia Tucci e Paola Morbidelli, un approfondimento allegato sotto forma di appendice a questo saggio.

29 Iuv. 3, 257.

30 Mezzi di trasporto di questo tipo, nel XIX sec., sono raffigurati in un'acquaforte di Carlo Coleman del 1850 circa e in un olio su tela di Giuseppe Raggio del 1887; cfr. rispettivamente M. Vinari, Note su alcune rappresentazioni dell'acquedotto Claudio Felice, fra tradizione pittorica, memoria topografica, indagine archeologica in: D. Manciola – G. Pisani Sartorio (ed.), Gli acquedotti Claudio e Aniene Nuovo (2001), 125–141, f. 8 e P. A. De Rosa – P. E. Trastulli (ed.), La Campagna Romana da Hackert a Balla (2001) tav. 26.

a Roma, avveniva mediante l'utilizzo di carri con grandi ruote sotto i quali i blocchi stessi venivano appesi con catene<sup>30</sup>.

Il percorso si svolgeva dall'Emporio attraverso la strada che conduceva al Velabro lungo il Tevere, alle falde dell'Aventino, e poi secondo due possibili direttrici: una via più diretta dal Velabro al clivo Argentario e al foro di Cesare, per il vico Iugario e il Foro Romano (circa 1,7 km) e un'altra, di poco più lunga (1,9 km)<sup>31</sup>, che aggirava il Campidoglio da nord (fig. 9). Questo risparmio di duecento metri diveniva probabilmente importante in presenza dei carichi eccezionali che, nel caso del marmo bianco, potevano essere costituiti dagli elementi della trabeazione del pronao o dai tamburi e dai blocchi della Colonna Coclide, il cui peso variava da 24 a 75 tonnellate.

A tale proposito possediamo una serie di interessanti informazioni e immagini relative alla costruzione dell'obelisco di Mussolini al foro Italico, tra gli anni Venti e Trenta dello scorso secolo<sup>32</sup>. Il trasporto del marmo, dalle cave di Carrara a Roma, si svolse mediante sistemi largamente simili a quelli antichi anche se, per il percorso all'interno di Roma, fu utilizzato un trattore, unica concessione alla modernità, per trainare l'enorme blocco destinato a divenire parte della base dell'obelisco (fig. 10). Esso venne poggiato su una sorta di slitta formata da doppie travi e trascinato su di un tavolato che doveva essere man mano sostituito poiché destinato ad andare progressivamente in pezzi. Possiamo dunque immaginare quanto fosse prezioso, soprattutto nell'antichità e in presenza di un sistema di trasporto del genere, un risparmio di percorso pari a duecento metri per ogni carico di questa mole.

31 L. Lancaster, *AJA* 103, 1999, 419-439.

32 Numerose notizie di ordine tecnico sul monumento, sono raccolte nel volume *Foro Mussolini*, edito nel 1937 per l'Opera Nazionale Balilla, con prefazione del suo presidente Renato Ricci. Vedi pure G. Brigante *Colonna, Mentre l'obelisco dedicato al Duce viaggia verso Roma - Ricordi degli ultimi monoliti romani*, *Capitolium* 5, 1929, 270-277; F. Perego - G. Muratore - A. Greco, *Il Foro Italico* (1990); M. Caporilli, *Il Foro Italico e lo Stadio Olimpico* (1990); A. Greco, S. Santuccio, *Foro Italico* (1991); N. Sinopoli, *L'obelisco di Axum e quello del Foro Italico* (2000). Alcune foto del trasporto e del montaggio del monumento sono state recentemente raccolte in I. Insolera, *Roma fascista* (2001) 32-35.

	vol. (mc)	peso (t)
<b>pavimenti</b>		
cortile della Colonna	60,45	151,13
piazza	1303,60	3259,00
cortile sud	31,88	79,71
<b>trabeazioni</b>		
cortile della Colonna	113,54	283,86
muro di fondo del cortile della Colonna	61,02	152,55
primo ordine della biblioteche	157,20	393,00
secondo ordine delle biblioteche	65,85	164,63
Basilica, varie	4156,56	10391,40
primo ordine dei portici della piazza	1315,52	3288,79
attico dei portici della piazza	206,49	516,22
muro trisegmentato sud	596,22	1490,55
interno della sala trisegmentata	177,00	442,50
cortile sud	156,72	391,80
<b>rivestimenti (vd. tabella 4)</b>		
muro di fondo del pronao	39,59	98,99
cortile della Colonna	98,76	246,89
biblioteche, 2 ordini	115,74	289,34
basilica, 2 ordini	619,78	1549,44
avancorpi della basilica	86,90	217,24
attico degli avancorpi della basilica	56,55	141,37
portici della piazza	368,44	921,10
muro di fondo della piazza	122,40	305,93
attici dei portici della piazza	147,20	368,00
base della statua equestre	8,66	21,65
interno della sala trisegmentata	138,88	347,19
cortile sud	67,13	167,83
<b>varia</b>		
totale basi (vd. tabella 3)	450,18	1125,50
totale capitelli (vd. tabella 4)	598,04	1498,39
Colonna	460,00	1150,00
lacunari del portico del cortile sud	27,75	69,38
frontone del pronao	1141,56	2853,90
Daci*	64,76	161,90
basi dei Daci*	93,13	232,83
<b>totale</b>	<b>13107,50</b>	<b>32772,01</b>

Tabella 5 Quantità complessiva del marmo bianco, peso specifico 2,5-2,8t/mc (\* = minimo 54 statue per i portici e dodici statue per il muro di fondo)



Trasporto di marmi di Carrara per l'obelisco Mussolini. Fig. 10 Il blocco per la base. – Fig. 11 Il monolite

Nel foro di Traiano i marmi colorati risultano utilizzati principalmente per pavimenti e fusti di colonne. Nel primo caso si è potuto stabilire un rapporto tra superfici pavimentali rivestite in marmo bianco e in marmi colorati pari a 1=1,2. Nel secondo (fig. 12), i fusti delle colonne e dei pilastri dell'intero complesso, che sono ben 480, risultano realizzati in quattro tipi di marmi tra i quali primeggia la Granodiorite che costituisce le 112 colonne del primo ordine della basilica Ulpia e le otto, o dieci, colossali, del pronao (tabelle 6. 7). Queste ultime, alte poco meno di quindici metri, consistevano in 36 mc di granito ciascuna per 107 tonnellate e rappresentavano, in assoluto, i pezzi più pesanti da trasportare per la costruzione del foro.

Anche in questo caso è possibile fare riferimento alle immagini del trasporto dell'obelisco

di Mussolini il cui nucleo principale era costituito da un blocco monolitico di marmo di Carrara, lungo 19 m e pesante oltre quattrocento tonnellate. Il blocco, rivestito con una incamicatura di legname, fu rimosso dalla cava facendolo scorrere su traversine ingrassate. Per trasportarlo sino al mare fu trainato da 24 pariglie di buoi, anche attraverso centri abitati forniti di strade non particolarmente larghe, riproponendo uno spettacolo che doveva essere frequente nelle vie di Roma, al tempo della costruzione del foro di Traiano (fig. 11). Infine il gigantesco monolite risalì il Tevere fino a Roma, su di una chiatta trainata da rimorchiatori, esattamente come le colossali colonne che, in antico, venivano trasportate da Ostia e Porto alla statio Marmorum dell'Emporio<sup>33</sup>.

Giunte al foro le colonne erano sollevate e poste in opera mediante castelli in legname, dotati

33 S. Colasante – G. Giardini, *Il commercio sul Tevere delle pietre ornamentali nell'antichità in: Tevere – Un'antica via per il mediterraneo*, Catalogo di mostra Roma, S. Michele a Ripa 1986, 156 s.; P. Pensabene, *Le vie del marmo* (1994) 321–325.

34 J. E. Packer, *Il Foro di Traiano a Roma. Breve studio dei monumenti* (2001) fig. 42. 49.

35 J. P. Adam, *L'arte di costruire presso i romani. Materiali e tecniche* (1998) 228 s.

36 Anonimo Romano VII.

37 Vitruvius, 2, 9, 5–17. G. Giordano, *Tecnica delle costruzioni in legno* (1999) 718–727.

38 R. Meneghini, *RM* 105, 1998, 143 s.; Meneghini 2001a, 254 s.; Meneghini 2001b, 56.

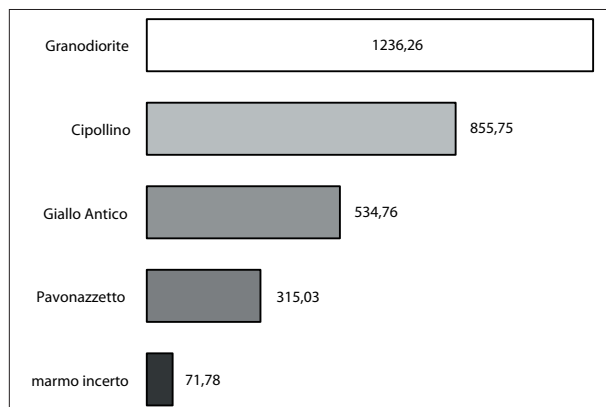


Fig. 12 Rappresentazione quantitativa del volume dei marmi utilizzati per i fusti delle colonne del foro di Traiano

	qu.	diam. o lati	alt.
<b>Granodiorite</b>			
colonne del pronao nord	10	1,90-1,64	14,80
colonne del I ordine della basilica	112	1,12-1,05	8,80
colonne delle nicchie negli emicicli	4	0,97-0,89	7,10
<b>totale</b>	<b>126</b>		
<b>Giallo Antico</b>			
colonne degli ingressi delle biblioteche	4	0,90-0,78	7,20
pilastri degli ingressi delle biblioteche	4	0,90x0,90	7,20
colonne degli avancorpi della basilica	10	1,10-0,90	8,80
colonne del lato sud della piazza	8	1,48-1,31	11,80
pilastri dei portici negli emicicli	24	1,10x1,50	7,10
<b>totale</b>	<b>50</b>		
<b>Cipollino</b>			
colonne del II ordine della basilica	112	0,95-0,82	7,60
colonne del lato sud della piazza	12	1,48-1,31	11,80
colonne del cortile sud	20	0,96-0,82	7,60
<b>totale</b>	<b>144</b>		
<b>Pavonazzetto</b>			
colonne del I ordine delle biblioteche	44	0,64-0,59	4,70
colonne del II ordine delle biblioteche	44	0,45-0,42	3,55
colonne dei portici della piazza	54	0,95-0,80	7,10
<b>totale</b>	<b>142</b>		
<b>marmo incerto</b>			
colonne del cortile della Colonna	18	0,90-0,78	7,20
<b>totale complessivo</b>	<b>480</b>		

Tabella 6 Colonne e pilastri in marmi colorati (qu. = quantità)

di carrucole e catene, che dovevano essere di dimensioni leggermente maggiori ma certo molto simili a quelli utilizzati nel 1932 da Corrado Ricci proprio per innalzare i fusti di granito della basilica Ulpia<sup>34</sup>.

### Opere in legname

Anche le opere di carpenteria sono state analizzate per un tentativo di quantificazione (tabelle 8, 9), pure in presenza delle gravi lacune conoscitive rispetto alle fondazioni e della pressoché totale assenza di muri laterizi in elevato, con i relativi fori da ponte, senza i quali non è possibile calcolare i volumi dei ponteggi utilizzati per la costruzione.

Sono state comunque dimensionate le capriate della navata centrale della basilica Ulpia utilizzando come modello di riferimento le coperture delle basiliche di S. Pietro e di S. Paolo. Queste sono note da fonti storiche e iconografiche del passato e possiedono una singolare identità di misure con quelle traianee poiché coprivano anch'esse luci di circa 25 m di ampiezza ed erano poste a intervalli di 3,33 m l'una dall'altra<sup>35</sup>. Assumendo una scansione più o meno analoga si può ipotizzare la presenza di almeno 33 capriate a copertura della navata centrale dell'Ulpia. La vivida descrizione che l'Anonimo Romano ci ha tramandato dello smontaggio e del rifacimento del tetto di S. Pietro, da parte di Benedetto XII nel 1337-1341, ci informa che le antiche capriate costantiniane, ancora in opera, erano realizzate in abete<sup>36</sup>, un legno largamente usato nell'antichità per le opere di copertura, dato il suo basso indice di deformabilità e l'alta resistenza, come sappiamo anche da alcuni autori classici<sup>37</sup>.

Le travature dei solai dei portici occidentale e orientale della piazza, la cui presenza sembra ormai certa<sup>38</sup>, dovevano essere costituite da travi composite, realizzate congiungendo elementi lignei diversi profilati a «denti di sega», lunghe circa 15 m e destinate a sostenersi per trazione più che per compressione. Tali travature sono state dimensionate sulla base del confronto con un solaio quattrocentesco di analoghe dimensioni, ancora in opera a Firenze, nella sala dei Gigli di palazzo

	vol. (mc)	peso (t)
<b>Granodiorite (p. s. 2,94 t/mc)</b>		
colonne del pronao	363,98	1070,10
colonne delle nicchie negli emicicli	19,28	56,69
colonne del I ordine della basilica	853,00	2507,82
pavimento delle biblioteche	86,00	252,83
<b>totale</b>	<b>1322,26</b>	<b>3887,44</b>
<b>Giallo Antico (p. s. 2,55 t/mc)</b>		
lesene del muro di fondo del pronao	56,24	143,41
colonne degli ingressi delle biblioteche	15,95	40,68
pilastrini degli ingressi delle biblioteche	23,33	59,49
pavimento delle biblioteche	5,55	14,16
colonne degli avancorpi della basilica	69,08	176,08
pavimento delle due absidi della basilica	26,74	68,17
pavimento della basilica, navate e gradini	138,47	353,09
lesene del I ordine della basilica	82,28	209,81
colonne del lato sud della piazza	145,24	370,37
pilastrini negli emicicli dei portici	281,16	716,96
pavimento dei portici e degli emicicli e gradini della piazza	120,81	308,08
lesene del muro di fondo della piazza	34,93	89,07
lesene degli emicicli dei portici	40,47	103,20
<b>totale</b>	<b>1040,25</b>	<b>2652,57</b>
<b>Cipollino (p. s. 2,90 t/mc)</b>		
colonne del II ordine della basilica	541,24	1569,58
lesene del II ordine della basilica	65,66	190,43
colonne del lato sud della piazza	217,87	631,81
lesene del muro di fondo della piazza	52,39	151,94
colonne del cortile sud	96,65	280,28
pavimento del portico nel cortile sud	5,87	17,02
<b>totale</b>	<b>979,68</b>	<b>2841,06</b>
<b>Pavonazzetto (p. s. 2,72 t/mc)</b>		
colonne del I ordine delle biblioteche	61,40	167,01
colonne del II ordine delle biblioteche	23,20	63,11
lesene del I ordine delle biblioteche	26,47	72,00
lesene del II ordine delle biblioteche	14,06	38,24
rivestimento dei gradini delle biblioteche	15,40	41,88
Daci (8) sulla facciata della basilica	13,36	36,34
pavimento delle navate della basilica	127,36	346,41
pavimento delle absidi della basilica	40,27	109,52
colonne dei portici della piazza	230,43	626,77
pavimento dei portici e degli emicicli e gradini della piazza	87,52	238,06
lesene dei portici della piazza	77,57	210,98
<b>totale</b>	<b>717,04</b>	<b>1950,32</b>
<b>Africano (p. s. 2,2 t/mc)</b>		
listoni pavimentali della basilica*	34,43	75,75
<b>Portasanta (p. s. 2,2 t/mc)</b>		
pavimento del portico nel cortile sud*	7,50	16,50
<b>marmo incerto (stima p. s. 2,80 t/mc)</b>		
pavimento del pronao*	30,00	84,00
colonne del cortile della Colonna	71,78	201,00
pavimento della sala trisegmentata	90,00	252,00
<b>totale</b>	<b>191,78</b>	<b>537,00</b>

Tabella 7 Quantità dei marmi colorati  
(p. s. = peso specifico; \* = a causa dello spessore irregolare la stima è poco sicura)

Vecchio<sup>39</sup>. Ammettendo la medesima distanza tra una trave e l'altra del complesso traiano, pari a poco più di due metri, si ottengono 96 travi di 0,6 x 1,05 m di sezione per entrambi i portici. Anche le capriate dei portici sono dimensionabili grazie ai tagli realizzati per ricavarne gli alloggiamenti nei blocchi superstiti della cornice marmorea terminale dell'attico<sup>40</sup>. Grazie a queste tracce è infatti possibile stabilire che le capriate distavano l'una dall'altra soltanto 1,5 m circa e che, quindi, il loro numero ammontava a 130 per i due portici.

Lo stesso tipo di travi composite utilizzato per sostenere i solai dei portici doveva costituire l'elemento portante di quelli delle due cosiddette biblioteche o aule di culto del tempio del Divo

	sup. (mq)
basilica, I ordine	3008,40
basilica, II ordine	4057,20
sala trisegmentata	1069,50
<b>totale</b>	<b>8135,10</b>

Tabella 8 Legname utilizzato per le centine delle volte

Traiano. Si trattava, in questo caso, di travature di luce ancora maggiore rispetto alle altre, pari a circa 18 m, che sembrano superate solo da quelle che sostenevano il terrazzo sommitale della «basilica», nella Domus Flavia (20–21 m di luce)<sup>41</sup> e da altre, le cui impronte sono state recentemente individuate, che reggevano un solaio di 21 m all'interno del laconico settentrionale delle terme di Caracalla<sup>42</sup>. Collocando queste travi in corrispondenza dei pilastri posti fra le nicchie delle aule si ottiene una distanza di 2,5–2,7 m tra di esse, per un numero totale di travi composite a sostegno di ciascun solaio pari a otto. Ipotizzando la presenza di due piani sopra ciascuna aula<sup>43</sup> si devono calcolare a trenta-

	qu.	vol. (mc)
centine per le volte	–	325,40
travature dei solai delle biblioteche	32	362,88
capriate delle biblioteche	16	135,84
travature radiali delle absidi della basilica	42	574,66
capriate della navata centrale della basilica	33	377,70
travature dei solai nei portici della piazza	96	907,20
capriate dei portici della piazza	130	919,78
travature radiali degli emicicli dei portici	42	486,25
capriate al II piano della sala trisegmentata	48	126,24
<b>totale</b>		<b>4215,95</b>

Tabella 9 Quantità di legname (qu. = quantità)

due le travi composite a sostegno dei quattro solai esistenti all'interno dei due ambienti. Anche le capriate che sorreggevano la copertura dei due edifici dovevano essere collocate in corrispondenza dei pilastri fra le nicchie e ammontavano, complessivamente, a sedici. Calcolando dunque il volume totale di queste opere, comprese le travature radiali delle absidi dell'Ulpia e degli emicicli dei portici e le capriate della sala trisegmentata, risulta che nel foro di Traiano furono impiegati 4215 mc di legno di abete, equivalenti a 12–14 ettari di superficie boschiva<sup>44</sup>.

Ma l'impatto ecologico di queste grandi imprese edilizie, almeno dal punto di vista del legname utilizzato, doveva essere piuttosto contenuto dal momento che in epoca romana esistevano solo boschi naturali e vi si operava il cosiddetto taglio «a scelta», con l'individuazione degli esemplari necessari, sparsi qui e là in migliaia di ettari di foreste<sup>45</sup>. La fonte di approvvigionamento dell'abete era costituita dai boschi della Liguria e della Toscana come, ancora nel 1428, documenta il Liber Introitus, che registra importazioni di questo legno

39 G. Tampone, Il restauro delle strutture di legno (1996) 62 s.

40 Cfr. principalmente il pezzo classificato come FT 5991 nel catalogo dei frammenti di decorazione architettonica dal Foro di Traiano dell'Ufficio Fori Imperiali e Mercati di Traiano della Sovrintendenza per i Beni Culturali del Comune di Roma.

41 C. F. Giuliani, RM 84, 1977, 91–106.

42 L. Lombardi – A. Corazza, Le Terme di Caracalla (1995) 107.

43 Meneghini 2001a, 248–250; Meneghini 2001b, 51–53.

44 Poiché un ettaro di abetaia fornisce 300–350 mc di legname, come ci ha gentilmente comunicato Niccolò Giordano, del Corpo Forestale dello Stato.

45 Anche questa osservazione è dovuta al dott. Giordano.

	sup. (mq)	vol. (mc)	nuclei (mc)
impianto fognario	1152,00	506,88	–
muri delle biblioteche, delle scale A-C e A1-C1 e del muro perimetrale esterno	10962,44	9404,77	8355,55
attico del muro di fondo	180,00	108,00	82,80
muri perimetrali del cortile sud	1344,00	2688,00	2499,84
ambienti meridionali e scale D-D1	700,00	370,00	272,00
<b>totale</b>	<b>14338,44</b>	<b>13077,65</b>	<b>11210,19</b>

Tabella 10 Opera laterizia con relativi nuclei di calcestruzzo

da Pisa e dalla Liguria<sup>46</sup>, anche se Benedetto XII utilizzò abeti della Calabria per il rifacimento del tetto di S. Pietro<sup>47</sup>. Complessivamente, considerando anche le centine in legno di olmo o di ontano utilizzate per il getto delle volte della basilica Ulpia e della sala trisegmentata<sup>48</sup>, si possono conteggiare approssimativamente 4500 mc di legname utilizzati nella costruzione del foro di Traiano.

Infine un accenno alla copertura esterna dei tetti che, secondo Pausania, era realizzata, almeno per la basilica Ulpia, in bronzo dorato<sup>49</sup>. Si doveva trattare di una lamina sottile, inchiodata su di una semplice orditura di tavole fissate a centine, in maniera simile a quella utilizzata in numerose architetture tuttora esistenti come le cupole a sovrastuttura lignea<sup>50</sup>.

### Opera laterizia

L'inizio del secondo secolo corrisponde a Roma a un aumento progressivo delle costruzioni in laterizio<sup>51</sup> mentre è singolare notare come questa tecnica si trovi impiegata, nel foro di Traiano solo per il nove per cento del totale dei materiali utilizzati, con una superficie di cortine di oltre 14.000 mq.

Con questa tecnica furono realizzati: l'intero impianto fognante, le cosiddette biblioteche con i numerosi vani scala connessi e alcuni settori dell'architettura meridionale della piazza (tabella 10).

Si può calcolare che per la costruzione delle parti in laterizio del foro siano stati utilizzati all'incirca 1.305.000 mattoni<sup>52</sup>, per un peso totale approssimativo di duemila tonnellate<sup>53</sup>. Dividendo il numero dei mattoni per mille, ossia il quantitativo medio che una squadra composta da un muratore e dal suo assistente poteva mettere quotidianamente in opera, si ottengono circa 1300 giornate lavorative. Possiamo ottenere un valore analogo se accettiamo il dato, proveniente dalle testimonianze dipinte sulle pareti laterizie della galleria delle Terme di Traiano sul Colle Oppio, per cui la superficie di cortina che poteva essere realizzata in un giorno da una squadra composta da un muratore con un assistente, corrisponde a 10,3 mq<sup>54</sup>. Con questo parametro si ottengono circa 1390 giornate che, divise per un anno di 290 giorni lavorativi, danno un periodo di 4,8 anni che corrisponderebbe dunque al tempo impiegato da un'unica coppia di muratori per realizzare tutte le opere di rivestimento a cortina laterizia.

46 M. L. Lombardo, *Camera Urbis. Dohana Ripe et Ripecte. Liber Introitus 1428* (1978) pp. XXXII–XLVII.

47 M. Cerrati, *École Française de Rome. Mélanges d'archéologie et d'histoire* 35, 1915, 81–117.

48 Il volume del legname utilizzato per le centine, che dovevano svilupparsi per una superficie totale di più di 8000 mq, è stato calcolato stabilendo uno spessore medio delle tavole di circa 0,04 m, per un totale di 325 mc.

49 Paus. 5, 12, 6 e 10, 5, 11.

50 Si possono ricordare, a titolo di esempio, le cupole di alcune chiese, come quella di S. Rocco a Venezia,

cfr. G. Tampone, *Il restauro delle strutture di legno* (1996) 118–121.

51 T. Helen, *Organization of Roman brick production in the first and second Centuries A. D. An interpretation of Roman brick stamps*, *ActaInstRomFin* 9, 1, 1975, 18.

52 Nelle cortine conservate il numero dei mattoni in opera per mq di superficie varia da 88 nel muro nord della cosiddetta biblioteca occidentale e da 92 a 96 in uno dei crolli dei muri del cortile meridionale. Questo valore è stato moltiplicato per i mq complessivi di paramenti in laterizio presenti originariamente nel foro.



A ciò si devono naturalmente aggiungere la posa dei nuclei interni degli stessi muri e, ancora prima, l'installazione delle impalcature necessarie alla costruzione. Ovviamente, si deve credere che in ciascun settore operassero diverse squadre, dividendosi dove la cortina era su due lati del muro, come nel caso delle cosiddette biblioteche. Il calcolo quindi è da considerarsi, in realtà, puramente indicativo perché va ulteriormente diviso per un numero alto di squadre che devono aver lavorato contemporaneamente, riducendo così notevolmente il tempo di costruzione. Non si hanno, peraltro, dati sufficienti per distribuire le fasi costruttive del cantiere lungo un arco cronologico preciso, poiché i risultati forniti dall'analisi dei bolli laterizi sembrano indicare tempi differenti per l'esecuzione delle diverse parti.

Il materiale laterizio utilizzato nel foro di Traiano risulta, sulla base dell'evidenza disponibile, costituito da tegole spezzate e da bipedali in rapporto quantitativo non precisabile; allo scopo di ottenere un numero definito di mattoni prodotti si può adottare il sesquipedale come simbolica unità di misura con riferimento ai parametri quantitativi calcolati dalla DeLaine<sup>55</sup>.

Secondo tali parametri per una fornace modello di cento metri cubi di capacità, ogni infornata poteva contenere 9.600 sesquipedali. Se il numero di cotte annue corrispondeva a otto, una fornace di medie dimensioni avrebbe potuto produrre in un anno un quantitativo pari a 76.000 mattoni. Per fabbricare i circa 1.305.000 mattoni necessari per il foro, utilizzando una sola fornace, sarebbero occorsi oltre 17 anni. Ciò richiede inequivocabilmente il coinvolgimento di un alto numero di produt-

tori. Dividendo, pertanto, il numero complessivo dei mattoni per il numero delle figline produttrici finora accertate per la fase traiana del foro, che risultano sette in tutto<sup>56</sup>, si ottiene una fornitura media totale di 187.000 mattoni sfornati da ciascuna di esse, 76.000 ogni anno, immaginando un arco di tempo di 2,5 anni di attività esclusivamente dedicata a questo progetto.

I ritrovamenti nell'area del foro, durante gli scavi del 1991-2000, e a seguito di nuove analisi ricognitive condotte dagli autori di questo saggio tra il 2000 e il 2002 hanno imposto il riesame di tutto il materiale disponibile<sup>57</sup>. Complessivamente si è potuto calcolare che su un totale di 140 bolli ora conosciuti nell'area del foro, 95 sono quelli osservati da Herbert Bloch<sup>58</sup> (dei quali 47 sicuramente riferibili al foro di Traiano) e 45 quelli individuati con i nuovi scavi e con le recenti ricognizioni. Ai nove tipi già noti per il periodo traiano se ne sono potuti aggiungere altri 15 oltre ai due adrianei in situ. Ne emerge un quadro dell'organizzazione della fornitura del materiale per il cantiere molto articolato e rispondente alla complessità dell'organismo architettonico, così come viene configurandosi sulla base dei recenti studi. I bolli laterizi di piena età traiana, prodotti dalle varie figline, appaiono equamente distribuiti all'interno dei diversi settori del foro di Traiano, ma vi si nota la presenza di bolli domiziani, circoscritti alle fogne del portico orientale, che dovrebbe essere stato realizzato quasi subito<sup>59</sup>, forse assieme alla basilica e alle cosiddette biblioteche<sup>60</sup>.

Il numero totale dei bolli individuati nel foro corrisponde certamente a una percentuale ridotta rispetto a quello reale; tuttavia, proprio perché

53 Si deve a Giorgio Filippi l'informazione sui pesi di un metro cubo di tegole e di mattoni rispettivamente da 470 a 640 kg e da 1250 a 1350 kg. La media risultante, 952,5 kg, è stata moltiplicata per il volume complessivo in 1867,256 mc esclusi i nuclei in calcestruzzo, delle sole cortine laterizio del foro. Quest'ultimo valore, a sua volta, è stato ottenuto moltiplicando i metri quadri totali di superficie (14338,44) per 0,14, corrispondenti a una media approssimativa delle ammortature dei mattoni nei nuclei di conglomerato.

54 Cfr. il contributo di Rita Volpe in questo stesso volume.

55 J. DeLaine, *The Baths of Caracalla*, JRA Supplementary series 25 (1997) 117 s. e tav. 9.

56 Non si considerano in questo calcolo le figlinae Genianae perché l'impiego della loro produzione, ha avuto riscontro, allo stato attuale della ricerca, soltanto per la fase adrianea della costruzione del foro.

57 Bianchi 2001, 83-119.

58 H. Bloch, *I bolli laterizi e la storia edilizia romana. Contributi all'archeologia e alla storia* (1947) 57-61.

59 I bolli presenti nelle fogne non vanno oltre gli anni 100-110 d. C. Queste, come logico, dovettero essere costruite subito, per entrare in funzione già prima del completamento dei lavori.

60 Anche qui compare il bollo (CIL XV 811 e. f.) rinvenuto nel muro di spina della scala D posta all'estremità meridionale dello stesso portico.

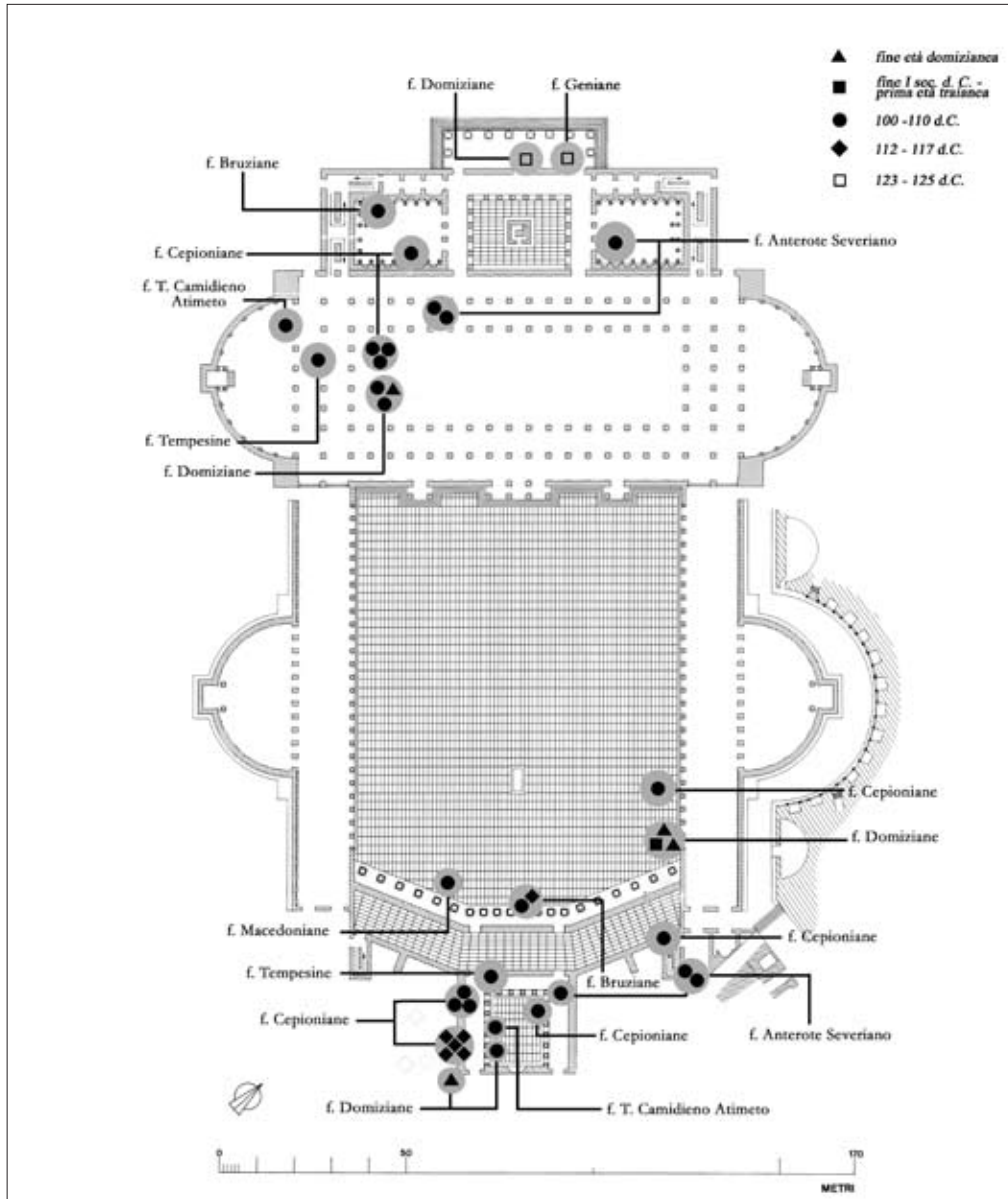


Fig. 13 Planimetria ricostruttiva del foro di Traiano con, in evidenza, la distribuzione dei bolli prodotti dalle diverse figlinae

gli scavi dei vari periodi hanno interessato aree differenti del monumento, il quadro distributivo dei materiali prodotti dalle varie fabbriche che ne deriva, risulta piuttosto omogeneo e non dovrebbe discostarsi di molto da quello originario. Tuttavia, numerosi esemplari più recenti si addensano in corrispondenza del settore meridionale, ai confini del foro di Augusto indicando la relativa

recenziorità di questa parte del monumento mentre, in corrispondenza del cortile della Colonna sono stati di recente rinvenuti in situ due bolli di età adrianea<sup>61</sup>.

L'individuazione nei mercati di Traiano di materiali di probabile produzione domiziana, frammenti ad altri di sicura prima età traiana, aveva eliminato, secondo Lynne Lancaster<sup>62</sup>, qualunque

dubbio sulla possibile costruzione del complesso iniziata già sotto Domiziano e tale presenza fu spiegata come un impiego tardivo rispetto alla data effettiva di produzione. Il recente rinvenimento, all'interno del foro di Traiano (fig. 13), di un esemplare CIL XV 259, di sicura età domiziana, riapre la questione di un probabile primitivo avvio della pianificazione edilizia nell'area da parte di Domiziano. L'ipotesi costituirebbe, nel contempo, una conferma della continuità di impiego della manodopera che aveva costruito i mercati.

L'altro aspetto messo in luce dalla presenza nel settore meridionale di materiale leggermente più tardo (circa 5–10 anni), con bollo CIL XV 298, databile intorno al 118 d. C., conduce necessariamente all'ipotesi di un attardamento dei lavori protrattisi oltre la data di inaugurazione del settore nord<sup>63</sup>. Ciò sembra confermato dal ritrovamento dei due bolli del 123 e del 125 nel cortile della Colonna.

Per la realizzazione della parte meridionale del foro si fece ricorso ad una nuova fornitura di materiale che le stesse figline, produttrici di laterizi nel quinquennio precedente, devono essersi impegnate a fabbricare. Dall'analisi prosopografica dei bolli scaturisce una evidente compartecipazione di importanti proprietari di fondi a uno stesso programma costruttivo allo scopo di soddisfare una consistente committenza pubblica. Sono presenti le figline Domitianae, le Tempesinae, le Brutianae di Rutilio Lupo (praefectus Annonae e poi praefectus Aegypti), le Caepionianae, con tre proprietari, uno dei quali era Arria Fadilla (madre del futuro imperatore Antonino Pio), le Macedonianae, quelle di Anterote Severiano e quelle di Camidieno Atimeto (agente di Plotina). I bolli datati al 123 e al 125,

rinvenuti in situ appartengono rispettivamente alle Domitianae passate sotto la proprietà di Domizia Lucilla e alle Genianae.

Grazie a un recente e fondamentale studio di Giorgio Filippi e di Enrico Stanco<sup>64</sup>, è oggi possibile individuare con buona approssimazione i siti di produzione di queste fabbriche. Esse vanno localizzate tutte nella VI Regio, con una particolare concentrazione nel territorio dell'antica Ameria (odierna Giove), sulla riva sinistra del Tevere e in quello di Statonia (odierna Bomarzo) sulla riva destra. Più esattamente i siti di produzione che sono stati individuati sono: l'antica Statonia per le figline Domitiane, l'ager Amerinus per le Tempesine, per le Bruziane e per le Macedoniane e, con sicurezza, Penna in Teverina per le Cepioniane. Le figline di Anterote Severiano e di Camidieno Atimeto, sono anch'esse genericamente collocabili nell'alta valle del Tevere. Questa ristretta area va inserita in un più ampio panorama di fabbriche dislocate lungo tutto il corso del fiume.

A partire da nord, dall'impianto portuale di Pagliano, dopo la confluenza del Paglia e della Chiana, fino a Crustumerium alle porte di Roma, si trovava una notevole quantità di fabbriche che sfruttavano la naturale disponibilità di argilla e di legname. Da quel porto il fiume diventava una grande via navigabile per il trasporto del materiale laterizio che, caricato su chiatte, giungeva fino a Roma. Provenendo da nord, i laterizi dovevano essere scaricati in corrispondenza di una facile via di comunicazione verso il cantiere, costituita probabilmente dalla Flaminia, poi via Lata, raggiungibile direttamente dalla zona di ponte Milvio e, tramite la via Recta, da quella di Tor di Nona.

Dr. Roberto Meneghini, Dr. Elisabetta Bianchi, Sovrintendenza per i Beni Culturali del Comune di Roma, Ufficio Fori Imperiali e Mercati di Traiano, via Quattro Novembre 94, I-00187 Roma, roberto.meneghini@libero.it, ihcnaibe@libero.it

61 Vedi supra R. Meneghini, MEFRA 114, 2002, 655–692 e Bianchi 2001, 117–119.

62 Si tratta dei due tipi CIL XV 1000f e 258; L. Lancaster, BSR 63, 1995, 25–44.

63 Vedi supra, nota 9.

64 Ringraziamo Giorgio Filippi per le preziose indicazioni forniteci sull'argomento. G. Filippi – E. A.

Stanco, Epigrafia e toponomastica della produzione laterizia nella valle del Tevere: l'Umbria e la Sabina tra Tuder e Crustumerium; l'Etruria tra Volsinii e Lucus Feroniae in: Interpretare i bolli laterizi della zona di Roma, Atti del Convegno, Roma 2000, MEFRA c. s.

*Résumé.* I recenti studi hanno permesso di ottenere ricostruzioni sempre più reali del foro di Traiano e della tecnica costruttiva adottata per la sua realizzazione. Tali nuove conoscenze rendono possibile l'analisi particolareggiata della forza-lavoro e dei materiali utilizzati oltre ai tempi necessari per l'edificazione delle varie parti del monumento. Il numero delle giornate lavorative necessarie è stato quantificato sulla base di parametri già stabiliti in pubblicazioni recenti che hanno affrontato lo studio di grandi complessi pubblici di Roma secondo questa nuova ottica. La quantità complessiva dei materiali usati per la costruzione del foro risulta invece dal calcolo effettuato per dimensionare i vari elementi lignei, fittili e lapidei in rapporto ai diversi settori di

esso. In tal senso sono stati presi in considerazione anche dati ottenuti attraverso lo studio geologico dei campioni di marmi e laterizi che hanno fornito indicazioni inedite e di notevole importanza. Il risultato, forse più importante, dell'analisi dello sforzo edilizio profuso nel foro di Traiano è stato quello di chiarire e precisare con notevole approssimazione la cronologia delle operazioni necessarie all'erezione dei diversi settori di esso.

*Fonti delle illustrazioni.* Figg. 6. 8. 12: elaborazione grafica degli autori e della redazione. – Fig. 10. 11: Istituto Luce. – Gli altri elaborazioni grafici e le altre fotografie sono degli autori.

#### *Abbreviazioni*

- |                 |   |
|-----------------|---|
| Bianchi 2001    | E. Bianchi, I bolli laterizi del foro di Traiano. Il catalogo del Bloch e i rinvenimenti delle campagne di scavo 1991–1997 e 1998–2000, BCom 102, 2001, 83–120.                       |
| Meneghini 2001a | R. Meneghini, Il foro di Traiano. Ricostruzione architettonica e analisi strutturale, RM 108, 2001, 245–268.  |
| Meneghini 2001b | R. Meneghini, La nuova immagine architettonica del foro di Traiano in: G. Calcani et al. (ed.), Tra Damasco e Roma. L'architettura di Apollodoro nella cultura classica (2001) 48–65. |

## Appendice: Caratterizzazione ed ipotesi di provenienza del marmor Carystium del foro di Traiano

di Patrizia Tucci e Paola Morbidelli

Nei contesti archeologici emerge sempre più l'esigenza di verificare, considerando il grande utilizzo che si fece, durante l'Impero Romano, di marmo Cipollino verde se tale materiale provenisse esclusivamente dalle note cave imperiali dell'Eubea meridionale (Grecia) o anche da cave locali italiane (Alpi Apuane, Toscana) e delle province dell'impero (Spagna, Portogallo, Serbia, Albania, Grecia: Peloponneso e Creta). Nell'ambito, poi, delle coltivazioni euboiche grande importanza assume il poter stabilire in quali settori di questa regione (occidentale, centrale, orientale) fosse più sviluppata l'attività. Tale dato permetterebbe, infatti, di ricostruire quale fosse, all'epoca, l'organizzazione del lavoro, quali le vie di trasporto ed i porti d'imbarco. Un contributo alla risoluzione di queste problematiche viene dallo studio dei caratteri minero-petrografici, chimici ed isotopici delle formazioni di Cipollino verde affioranti nel bacino del Mediterraneo. I risultati fino ad oggi ottenuti<sup>1</sup> inerenti i Cipollini greci (Eubea meridionale) ed italiani (Alpi Apuane) hanno, infatti, evidenziato come alcuni parametri permettono non solo di discriminare i marmi apuani da quelli euboici (presenza di dolomite,  $\Delta^{13}\text{C}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  vs Y,  $\Delta^{13}\text{C}$  vs  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ), ma anche di distinguere fra loro i litotipi affioranti nei diversi settori di una stessa regione (settori apuani: struttura saccaroide, percentuale in peso del residuo insolubile,  $\text{P}_2\text{O}_5$  vs Sr, isotopi dello stronzio; settori euboici: assenza

di dolomite, assenza di clorite, presenza di grafite, presenza di siderite,  $\Delta^{13}\text{C}$  vs  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ).

I primissimi dati relativi a campioni di cave antiche provenienti dalla penisola Iberica (Spagna: Aroche, Huelva; Portogallo: Vila Verde de Ficalho, Monte de Brites) stanno evidenziando come questi marmi presentino, dal punto di vista geochemico rispetto ai più noti litotipi greci ed apuani, valori molto più bassi in alcuni elementi, tipici di minerali della componente non carbonatica (ittrio, nichel, cromo, cerio), nonché valori molto negativi per quanto riguarda gli isotopi dell'ossigeno e talora del carbonio. Questi dati, se saranno confermati quando sarà completato lo studio delle formazioni di Cipollino verde affioranti in Spagna ed in Portogallo, potranno essere utilizzati come ulteriori parametri discriminanti a fini archeometrici.

Nel presente lavoro si è effettuata la caratterizzazione minero-petrografica e geochemica e lo studio archeometrico del marmo Cipollino verde con cui furono realizzate otto colonne ed una lastra pavimentale rinvenute nell'area archeologica del foro di Traiano.

Il prelievo dei frammenti è stato effettuato in osservanza alle Raccomandazioni NORMAL (Doc. NORMAL 3/80). Su tutti i campioni si sono eseguite le seguenti analisi: riconoscimento microscopico in sezione sottile (OM), diffrazione a raggi X (XRD), determinazione qualitativa e quantitativa

<sup>1</sup> L. Lazzarini – U. Masi – P. Tucci, Petrographic and geochemical features of Carystian marble, <Cipollino verde>, from ancient quarries of southern Euboea, in: Y. Maniatis – N. Herz – Y. Basiakos (ed.), The study of marble and other stones used in antiquity, Asmosia 3. Transactions of the 3<sup>rd</sup> International Symposium of the Association for the Study of Marble and Other Stones used in Antiquity, Atene 1993 (1995) 161–169; U. Masi et al., Geochemical and petrographic features of the Mesozoic metamorphosed carbonatic sequence from the Mani Peninsula, in: XV Congress of the Carpatho-Balkan Geological Association, Atene 1995 (1995) 17–20; U. Masi et al., Geochemical and petrographic fea-

tures of the Styra marble (Southern Euboea, Greece) and dynamic implications, in: V. Knezevic – B. Krstic (ed.), Terranes of Serbia. The formation of the geological framework of Serbia and the adjacent regions, Convegno Brezovica 1996 (1996) 161–166; C. Negri Arnoldi et al., Petrographic and geochemical features of the <Cipollino verde> marble from the Apuan Alps (northern Tuscany, Italy) and archaeometric implications, Periodico di Mineralogia 68, 1999, 145–161; P. Tucci, Le sequenze metamorfiche a precursori mesocenozoici del settore del Monte Corchia (Alpi Apuane). Una interessante anomalia chimica nelle sequenze carbonatiche, Periodico di Mineralogia 51, 1982, 95–135.

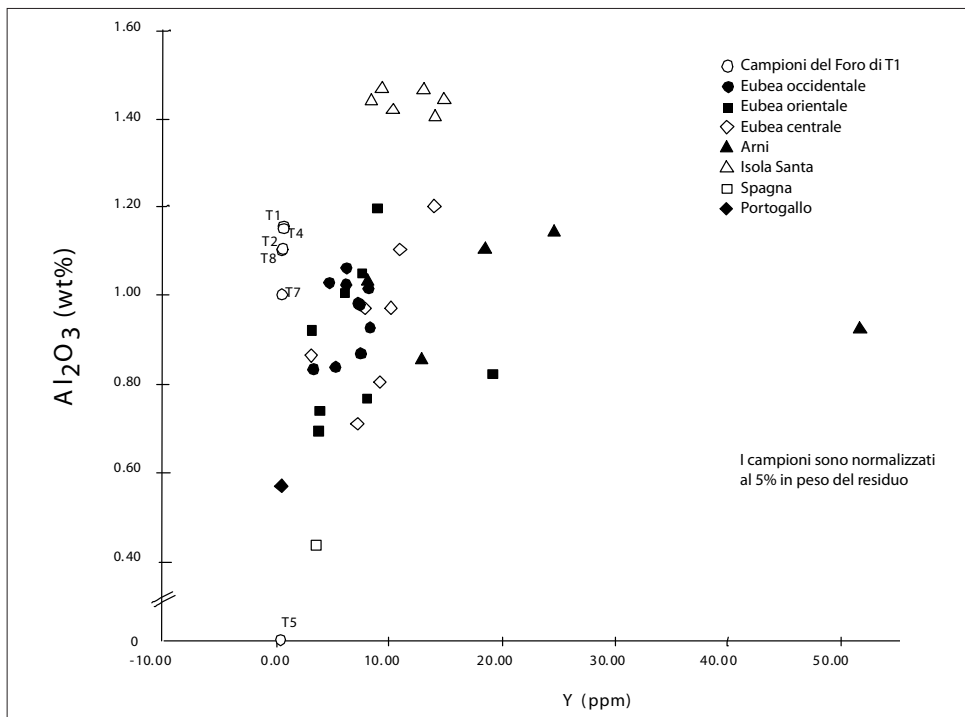


Fig. 1

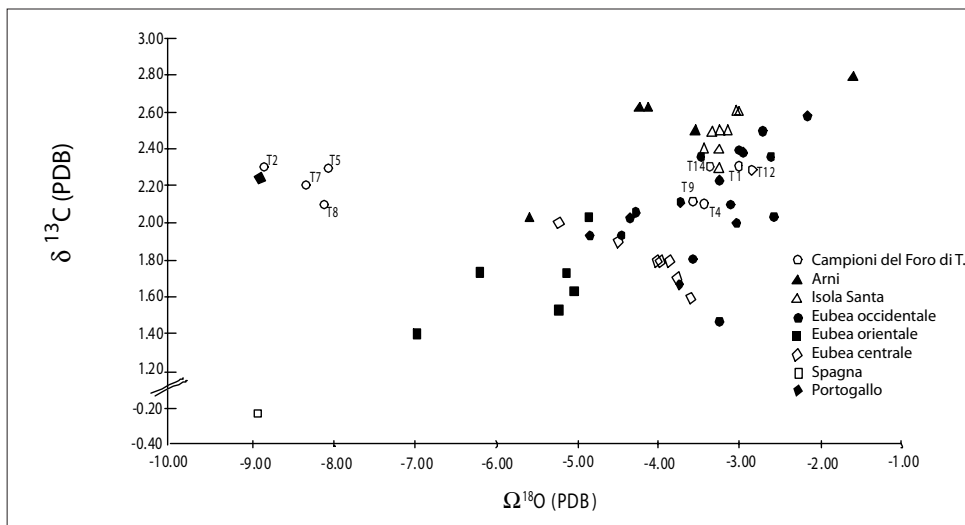


Fig. 2

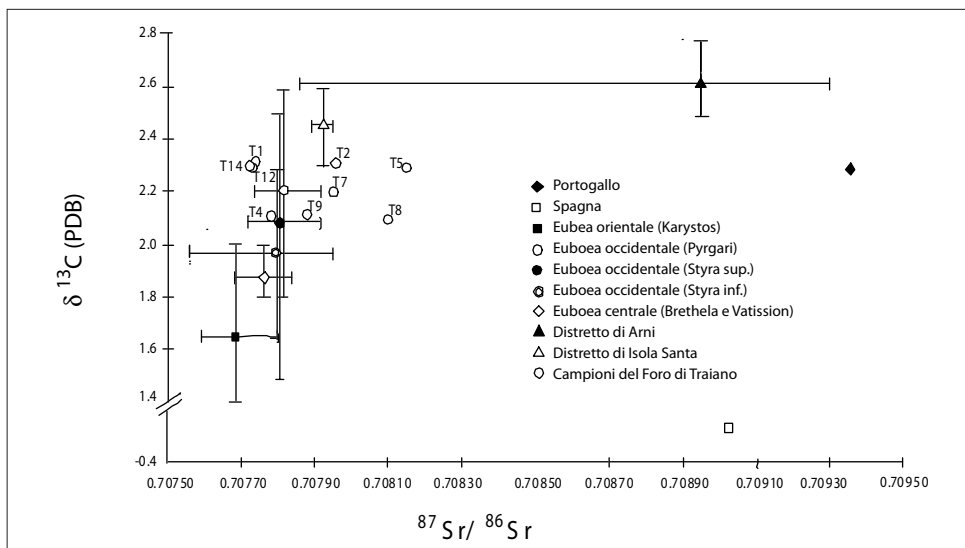


Fig. 3

del residuo insolubile (RI) dopo opportuno attacco chimico, fluorescenza a raggi X (XRF) con determinazione degli ossidi maggiori e degli elementi in traccia ed isotopi dello stronzio, del carbonio e dell'ossigeno<sup>2</sup>.

I nove campioni analizzati T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>7</sub>, T<sub>8</sub> (colonne, cortile porticato meridionale), T<sub>9</sub> (lastra pavimentale, cortile porticato meridionale), T<sub>12</sub> (colonna, muro di fondo, piazza con colonnato antistante, lato obliquo ovest) e T<sub>14</sub> (colonna, avancorpo basilica Ulpia), tutti a struttura saccaroide e privi di dolomite, presentano tessitura scistosa evidenziata da vistose bande ripiegate di fillosilicati (bandati) e, nei campioni T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub>, da un'alternanza di piani sub-paralleli ricchi di individui di fillosilicati orientati (foliati). In base al contenuto in fillosilicati, in quarzo e, di conseguenza in percentuale in peso di residuo insolubile si possono distinguere i campioni in due gruppi:

(a) campioni T<sub>2</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>7</sub> e T<sub>8</sub>; residuo insolubile valore medio=30,54 % in peso, SiO<sub>2</sub> valore medio=15,90 % in peso, CaO valore medio=38,97 % in peso;

(b) campioni T<sub>1</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>9</sub>, T<sub>12</sub>, T<sub>14</sub>; residuo insolubile valore medio=11,67 % in peso, SiO<sub>2</sub> valore medio=5,33 % in peso, CaO valore medio=49,41 % in peso.

La componente mineralogica è rappresentata in tutti i campioni da: prevalente calcite, presente sia come minerale tipomorfo che sovrainposto, in cristalli di diverse dimensioni (predominanti = 0,5 mm circa). Riconoscibili, talora, individui leggermente allungati con tracce di sfaldatura ripiegate. Xenoblasti di quarzo spesso includenti piccoli cristalli

di apatite e subordinata o scarsa partecipazione di plagioclasio albitico. I fillosilicati sono costituiti da: mica bianca, abbondante clorite, sia di natura ferro-magnesiaca (clinocloro) che alluminifero-magnesiaca (pennina) nei litotipi bandati e scarse lamelle cloriteiche nei litotipi foliati, rara biotite talora nascente. Tra gli accessori apatite, aghetti di rutilo, cristalli di epidoto addensati nei letti micacei e rari individui di zirconio. In alcuni campioni (T<sub>2</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>7</sub> e T<sub>9</sub>) diffusi ossidi di ferro lungo le listature e/o bandature, di natura ematitica e ilmenitica.

Chimicamente i campioni ricchi in residuo insolubile si differenziano dagli altri per i valori fortemente negativi dell'isotopo dell'ossigeno e per il basso contenuto in stronzio del campione T<sub>2</sub> e gli alti contenuti in bario dei campioni T<sub>2</sub>, T<sub>5</sub> e T<sub>8</sub>.

I risultati ottenuti, confrontati con quelli relativi ai Cipollini greci (Eubea occidentale: distretti di Pyrgari, Styra superiore, Styra inferiore; Eubea centrale: distretti di Vatission, Brethela; Eubea orientale: distretto di Karystos) ed apuani (Isola Santa ed Arni) nonché con quelli relativi ai campioni dei primi distretti studiati della penisola Iberica (Spagna e Portogallo), non permettono, visto il bassissimo contenuto in ittrio riscontrato in tutti i litotipi provenienti dal foro di Traiano, un'attribuzione certa a nessuna delle tre provincie considerate.

Si può solo escludere allo stato attuale delle conoscenze, dal confronto dei parametri Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> vs Y e  $\Delta^{13}\text{C}$  vs  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  (figg. 1. 2. 3), per i campioni T<sub>1</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>14</sub>, T<sub>9</sub> e T<sub>12</sub> una provenienza apuana e per i campioni T<sub>2</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>7</sub> e T<sub>8</sub> una provenienza sia apuana che greca<sup>3</sup>.

Dr. Patrizia Tucci, Dr. Paola Morbidelli, Dipartimento di Scienze della Terra, Università La Sapienza, Piazzale Aldo Moro 5, I-00185 Roma

<sup>2</sup> H. Craig, Isotopic standards for carbon and oxygen and correction factors for mass-spectrometric analyses of carbon dioxide, *Geochimica e Cosmochimica Acta* 12, 1957, 133-149; K. R. Ludwig, A computer program for control of a thermal ionization single collector mass spectrometer, US Geological Survey. Open File Report 92-543 (1994); J. M. McCrea, On the isotopic chemistry of carbonates and paleotemperature scale, *Journal of Chemistry and Physics* 18, 1950, 849-857; B. Turi - L. Manfra - A. Fruscalzo, Note sulla determinazione della composizione isotopica dell'ossigeno nei silicati e negli ossidi, *Periodico di Mineralogia* 45, 1976, 33-50.

<sup>3</sup> U. Masi et al., Geochemical and petrographic characterization of archaeological remains of 'Cipollino verde' marble to serve for the provenance of materials (Rome, Italy), in: A. Moropoulos et al. (ed.), *Proceedings of the IVth International Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean Basin*, Rodi 1997 (1997) 313-322; P. Tucci et al., The Portico degli Dei Consenti (Roman Forum). Archaeometric study of a late ancient colonnade made of 'Cipollino verde' marble, *Periodico di Mineralogia* 71, 2002, 247-263.

