

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SIENA

# ARCHEOLOGIA E RESTAURO DEI MONUMENTI

a cura di  
Riccardo Francovich — Roberto Parenti

I Ciclo di Lezioni sulla  
Ricerca applicata in Archeologia  
Certosa di Pontignano (Siena), 28 settembre — 10 ottobre 1987

*ESTRATTO*



EDIZIONI ALL'INSEGNA DEL GIGLIO  
FIRENZE 1988

## INDICE

<i>Premessa</i> , di Marco Milanese e Alessandra Molinari .....	p.	5
<i>Elenco dei borsisti</i> .....	»	7
<i>Programma</i> .....	»	9
ARCHEOLOGIA E RESTAURO DEI MONUMENTI. NOTA INTRODUTTIVA di Riccardo Francovich .....	»	13
Sezione I		
ARCHEOLOGI ED ARCHITETTI-RESTAURATORI A CONFRONTO: ALCUNE RIFLESSIONI DI CARATTERE GENERALE		
ARCHEOLOGIA, ARCHITETTURA, STORIA DELL'ARTE, di Andrea Carandini .....	»	31
FINALITÀ DELLA CONSERVAZIONE: CONOSCENZA E RECUPERO, di Paolo Marconi .....	»	39
L'APPARISCENTE, di Francesco Scoppola .....	»	47
Sezione II		
RAPPORTI TRA ARCHEOLOGIA E RESTAURO IN ESPERIENZE ITALIANE E STRANIERE DELL'ULTIMO DECENNIO		
LA CONOSCENZA DELLA CITTÀ ANTICA PER IL RECUPERO DELL'OPERA EDILIZIA, di Maria Letizia Conforto .....	»	97
ARCHEOLOGIA E RESTAURO ARCHITETTONICO NEL CANTIERE DELLA "CRYPTA BALBI", di Daniele Manacorda .....	»	105
ARCHEOLOGIA E CONSERVAZIONE: L'ESPERIENZA LIGURE, di Isabella Ferrando Cabona .....	»	119
ARCHEOLOGIA E RESTAURO. RESTAURO DELL'ARCHEOLOGIA, di Luigi Marino .....	»	135
EL SITIO HISTÓRICO DE MELQUE (PROV. TOLEDO). LA INTERVENCIÓN INTEGRADA CON UNA FINALIDAD DIDÁCTICA, di Pablo Latorre González-Moro .....	»	157
SCAVI NELLA CITY DI LONDRA: LA CITTÀ ROMANA, SASSONE E MEDIEVALE, di John Schofield .....	»	195
INTERVENTI DI RESTAURO SULL'ACROPOLI DI ATENE: DAL 1975 AD OGGI, di Fani Mallouchou-Tufano .....	»	205

« Additione fatta nell'anno 1598 a' 19 Genaiο dalli Magnifici sei Regolatori. . . Regolando li Capitoli dell'arte de pignatari grossa hanno agionto et ordinato per levar le frodi le quali si commettono nella fabbrica de mattoni, che si facciano le forme de mattoni, l'originale de quali debba star in camera de Magnifici Censori, e secondo quelle si debbino fabricare li mattoni, dal qual originale debbino li pignatari farsi far la forma, con la quale fabriceranno li mattoni, le quali saranno marcate dal marchio di detti Magnifici Censori. Et avenendo che li mattoni fossero fabricati d'altra forma li contrafacienti incorreranno in pena. . . E perche s'intende, che anche si commette fraude nella bontà, onde gli edificij ne vengono a patire, per oviare a ciò hanno ordinato che non possino li pignatari, o altra persona fabricare mattoni se in la pasta di essi non interverranno le tre quarte parti di terra gamellina, e per l'altra quarta parte tovio e siano ben cotti sotto la medesima pena di perder li mattoni d'applicarsi come sopra. Et accioche l'ordine sia osservato si proibisce che li maestri muratori non possino metter' a lavori simili sorte di mattoni, quali non fossero della bontà soprascritta sotto pena. . . et oltre di pagare il danno che seguisse nella fabrica » (C. MIGLIARDI, F. NOBERASCO, I. SCOVAZZI, *Statuti corporativi savonesi*, « Atti della Società Savonese di Storia Patria », XIII (1931), p. 138).

Se l'intero contenuto di questo documento, ed i suoi significati, fossero stati subito compresi è probabile che la mensiocronologia dei mattoni, ovvero la datazione basata sulle loro misure, sarebbe potuta cominciare con diversi decenni di anticipo. Esso contiene, infatti, anche se in una forma normativa, importanti informazioni, anche di carattere tecnico, riguardanti le diverse cause che agivano sulle variazioni delle misure. È d'altra parte normale che gli storici non abbiano avuto in genere una grande familiarità con i manufatti, tale da approfondire i dettagli del documento, ma è anche vero che gli archeologi non hanno sempre saputo sfruttare adeguatamente le fonti scritte. Ciò spiega perché l'addizione del 1598 ai capitoli dell'Arte grossa dei pignatari savonesi sia stata vista, come i provvedimenti analoghi esistenti in altre città, anche in periodi anteriori, soltanto alla stregua di una regolamentazione atta a difendere la serietà pubblica dell'Arte e l'omogeneità del mercato. Anche in tale visione generale, certamente valida, resta comunque il fatto che problemi pratici sulle misure dei mattoni esistevano.

Per avere una prova diretta che tali problemi esistevano basta d'altra

parte provare a misurare diverse opere laterizie in qualunque centro storico: emergono subito variazioni dimensionali, talvolta anche notevoli, che a vista è impossibile notare a meno che due strutture con misure differenti siano a contatto tra loro.

Differenze dello spessore dei mattoni di età imperiale sono state studiate nei monumenti di Roma, notando così variazioni legate alla cronologia delle opere (1). In un momento non ancora precisato dell'alto medioevo (secoli VIII-X?) un importante mutamento è però certamente avvenuto nelle misure base del mattone (lunghezza e larghezza), con l'abbandono definitivo dei moduli romani (bessale, sesquipedale, bipedale) per l'adozione di un nuovo modulo che è rimasto ovunque in uso fino ad ora: un piede per mezzo piede (2). Ogni territorio omogeneo dal punto di vista amministrativo ed economico, dopo tale fondamentale mutamento può quindi aver avuto una propria storia di variazioni delle misure all'interno del modulo medievale.

A Genova, le ricerche in tale direzione sono iniziate nella prima metà degli anni Settanta, quando l'Istituto di storia della Cultura Materiale ha ritenuto necessario collegare agli scavi archeologici in corso sulla collina di Castello (3), l'applicazione di metodi archeologici ed archeometrici anche alle strutture edilizie sopravvissute, notevolmente danneggiate dalla guerra e dal successivo abbandono (4). In tale fase della ricerca i tentativi di poter usare metodi mensiocronologici sono stati applicati sia ai muri in conci di pietra (5), sia alle strutture in mattoni. I risultati della seconda ricerca hanno subito dimostrato che le variazioni delle misure esistenti all'interno di una stessa struttura erano maggiori di quelle tra strutture di

(1) A. MERATI, *La basilica autariana di Sant'Alessandro a Fara Gera d'Adda*, « *Sibrium* », XV (1980-81), pp. 205-222. Per un certo periodo altomedievale sembra che sia prevalso il reimpiego di mattoni romani e tardoantichi, sempre più frammentari. H. BLAKE, S. J. FLEMING, *S. Maria Maggiore at Lomello in the province of Pavia, Italy: TL dating of Architectural phases*, « *MASCA Journal* », 2/4 (1983), pp. 120-123.

(2) R. MARTA, *Sintesi schematica di tecnica edilizia romana*, Sora 1981.

(3) S. FOSSATI, A. GARDINI, *Genova San Silvestro*, in *Archeologia in Liguria. Scavi e scoperte 1967-75*, Genova 1976, pp. 93-104.

(4) F. BONORA, *Nota su un'archeologia dell'edilizia*, « *Archeologia Medievale* », VI (1979), pp. 171-182. IDEM, *Le trasformazioni di un palazzo medievale*, in *Santa Maria in Passione*, Genova 1982, pp. 15-27.

(5) T. MANNONI, E. POLEGGI, *Fonti scritte e strutture medievali del « castello » di Genova*, « *Archeologia Medievale* », I (1974), pp. 171-194.

periodi differenti, le cui datazioni di riferimento, tratte da documenti d'archivio, non erano identificabili con sicurezza (6).

La constatazione più interessante che è emersa dalle prime ricerche condotte sulla collina di Castello è stata tuttavia un'altra: le variazioni delle misure esistenti all'interno di una struttura omogenea, meglio se realizzata con mattoni di una stessa fornace, ma comunque coevi, tendono a formare graficamente una curva a campana, o gaussiana, man mano che aumenta il numero delle letture effettuate. Tale tendenza è importante perché, come si sa dalle leggi della statistica, è tipica di variazioni che non dipendono da interventi volontari, ma dal caso.

A questo punto è nata automaticamente una domanda: quali erano gli incidenti casuali che facevano variare le misure rispetto a quelle desiderate? Alcuni si possono verificare ancora nelle produzioni attuali. Anche i mattoni UNI presentano infatti variazioni di misura secondo una curva a campana, e la ceramurgia ci informa sulle cause di tali variazioni. Il ritiro in cottura dipende: dalla percentuale di minerali argillosi presenti nella terra, la cui composizione può variare da zona a zona di una stessa cava; dalla temperatura massima raggiunta, che non è uguale in ogni punto di una fornace. La foggatura attuale è ottenuta a macchina e non presenta perciò variazioni apprezzabili, mentre i mattoni fatti a mano venivano formati in cassette di legno, una per ogni operaio, che certamente presentavano piccole variazioni di produzione e di usura, oltre alle differenze dello spessore che potevano dipendere anche da come veniva rifinito il riempimento della cassetta. Si tratta evidentemente, in tutti i casi, di differenze casuali che giustificano le curve a campana; le medie ponderate di quest'ultime sono perciò costituite da precise misure che rappresentano la realtà di una certa produzione, assai vicina perciò alle misure desiderate (7).

Quando l'analisi delle medie è stata applicata a edifici liguri datati da altre fonti si è subito constatato che i valori reali forniti dalle medie tendevano continuamente a diminuire dal secolo XII alla fine del XVIII. Le de-

(6) F. BONORA, *Proposta metodologica per uno studio storico dei mattoni*, in *Il mattone di Venezia. Stato delle conoscenze tecnico-scientifiche*, Venezia 1979, pp. 229-238.

(7) T. MANNONI, *I Metodi di datazione dell'edilizia storica*, « *Archeologia Medievale* », XI (1984), pp. 396-403. H. D. YOUNG, *Elaborazione statistica dei dati sperimentali*, Roma, pp. 84-114. L'annoso problema tra misura standard e la difficoltà a prevedere l'entità dei ritiri è stata affrontata a Roma già nel secolo scorso (E. PALLOTTINO, *La produzione del materiale laterizio a Roma (1818-1847)*, in *Conoscenze e sviluppi tecnici per la conservazione di sistemi costruiti tradizionali in muratura*, Bressanone 1987, pp. 361-376.

viazioni casuali all'interno di un gruppo omogeneo di mattoni rispetto alla media rappresentativa corrispondono alle variazioni delle medie in un arco di tempo che va dai cento ai duecento anni. Ciò giustifica le difficoltà incontrate nelle prime ricerche sulla mensiocronologia: non si era capito infatti che sono esistite due differenti cause della variazione: una legata a fenomeni casuali che, come si è detto, agiscono sulla stessa produzione, ed un'altra, certamente volontaria, che operava molto lentamente nel tempo.

A questo punto bisognava storicamente spiegare le ragioni del secondo tipo di variazione, anche se la mensiocronologia come strumento di datazione poteva funzionare ugualmente, purché si fosse ricostruita una curva cronologica regionale delle medie. Non si trattava però soltanto di scoprire un nuovo mezzo di lavoro, ma anche di capire le sue motivazioni culturali. Una prima spiegazione è stata ricavata dai contratti di forniture contenuti in atti amministrativi e notarili: i mattoni, come ancora oggi, sono sempre stati valutati a numero; a causa delle leggi di mercato perciò, a parità di prezzo, erano più convenienti quelli più grandi i quali davano però un minore guadagno ai fabbricanti. Questi potevano quindi aspirare a maggiori guadagni usando le misure delle cassette un poco più piccole, in modo da non essere rilevate, date le oscillazioni notevoli esistenti nell'ambito di una stessa produzione dopo la cottura. La motivazione almeno in certi periodi, poteva essere giustificata anche dalla svalutazione della moneta che, fermo restando il prezzo dei mattoni, veniva compensata da una diminuzione del loro volume (8). Soltanto a distanza di molto tempo i clienti potevano comunque constatare la diminuzione media e indurre le autorità competenti a controllare le misure. Il fatto stesso che interventi ufficiali di questo genere siano già stati trovati in diverse città, e spesso ripetuti in tempi diversi nello stesso territorio, sta a dimostrare che il fenomeno della riduzione di volume volontaria fosse un fenomeno assai diffuso geograficamente e cronologicamente, e difficilmente controllabile (9).

(8) R. A. GOLDTHWAITE, *La costruzione della Firenze rinascimentale*, Bologna 1984, pp. 249-298 (293 in particolare).

(9) R. A. GOLDTHWAITE, *La costruzione* cit., p. 296. Riporta come il responsabile dell'Arte bolognese avesse bruciato nel 1498 le vecchie cassette modello in quanto non venivano rispettate. A Roma un bando del 1610 denuncia i continui cambiamenti e fissa le misure standards, ma nelle tariffe del 1835 e 1869 i volumi dei mattoni sono diminuiti di circa il 40% (P. SCAVIZZI, *Edilizia nei secoli XVII e XVIII a Roma*, Roma 1983, pp. 31-36). Ad Asti un modello in pietra di mattoni e coppi attribuibile al secolo XIV è ancora

Tornando al documento di Savona è importante la distinzione che viene fatta tra « le frodi, le quali si commettono nella fabbrica dei mattoni » e « anche si commette fraude nella bontà », una distinzione cioè tra una riduzione voluta delle misure e le variazioni tecniche dovute al caso. Che la prima frase riguardi le misure è esplicito, dato il provvedimento di creazione delle cassette originali. Il secondo periodo non parla esplicitamente di misure e sembra preoccuparsi della scarsa bontà del prodotto « onde gli edificij ne vengono a patire ». I provvedimenti presi a questo riguardo sono due: 1) « e siano ben cotti » che indica una maggiore resistenza, ma può indicare anche una maggiore omogeneità nelle misure, perché una cottura inferiore può recuperare l'effetto di minori dimensioni di partenza; 2) « le tre quarte parti di terra gamellina [alluvionale], e per l'altra quarta parte tovio [marna] » non hanno influenza apprezzabile sulla qualità dei mattoni, mentre hanno importanza per i valori di ritiro in cottura. Non si può escludere quindi una preoccupazione per la qualità, ma ciò non spiegherebbe la differenza tra « frodi » e « fraude nella bontà »; quasi cioè i fabbricanti si fossero difesi contro le accuse di ridurre le misure adducen-

esposto all'ingresso del Comune, ma le misure effettuate nelle opere urbane coeve e successive sono tutte più o meno inferiori a quelle del modello. Si potrebbe pensare che esso fosse perciò destinato al volume delle cassette per modellare i crudi; nella vicina Alba, tuttavia, misure analoghe al modello di Asti, ma chiaramente riferite ai mattoni cotti, sono riportate negli statuti comunali della stessa epoca (E. MILANO, *Il « Rigestum comunis Albe »*, Pinero 1903, v. I, pp. 298-299). Altri modelli sono ancora visibili, secondo Goldthwaite, ad Assisi, Bologna, Modena, Urbino, Verona e Vicenza, mentre quelli di Piacenza, Reggio Emilia, Padova e Firenze sono ricordati da fonti di età moderna. Provvedimenti relativi ai modelli sono indicati dallo stesso autore negli statuti comunali tardomedievali di Venezia, Padova, Siena e Roma. Per Pisa si veda: F. REDI, *Le strutture produttive e di distribuzione nell'edilizia e nel tessuto urbano di Pisa medievale: fonti documentarie, iconografiche, materiali*, in  *Mercati e Consumi*, Bologna 1986, pp. 662-663. Per Pistoia, cfr. G. BERTI, *I laterizi da costruzione. Contributo per l'analisi di un'industria*, in *L'antico palazzo dei Vescovi a Pistoia*, II, a cura di G. VANNINI, pp. 895-912; in particolare vedi pp. 908 ss. A Genova, infine, negli atti del Magistrato dei Censori, oltre alla bontà della produzione e della cottura, vengono imposti controlli dei prezzi e delle misure per i mattoni impiegati in città e nel suburbio, anche se provenienti dalle Riviere: dal 1530 al 1568, ad esempio, è evidente un aumento dei prezzi, ma nel frattempo vengono più volte dati tre mesi di tempo per esaurire i mattoni fabbricati prima della nuova misura ufficiale. Nel 1625 si ripete: « . . . Mattoni e chiappelle, che giornalmente si vanno facendo non solamente scarsi alle misure di ferro, che si conservano per autentico in Camera, ma anche venduti a prezzi eccessivi. . . siano fabbricati in maniera tale che cotti restino giusti tanto in lunghezza altezza e larghezza quanto sono gli autentici di ferro ». Nel 1674 si stabilisce che devono essere i fabbricanti a depositare le forme alle quali si dovranno adeguare le loro produzioni dopo la cottura (C. MONTAGNI, *Storia ligure dei materiali da costruzione*, in corso di stampa).

do gli effetti del diverso ritiro dovuti alla composizione della terra ed alla cottura.

La mensiocronologia dei mattoni è un metodo basato su elaborazioni matematiche; meno costoso perciò e più pratico di altre metodiche di datazione dei laterizi, come la termoluminescenza. In quelle aree dove le variazioni delle misure sono state abbastanza continue, esso si è inoltre dimostrato assai più preciso, come si vedrà più avanti. Vi sono elaborazioni matematiche più complesse che portano ad un grado maggiore di precisione (10), ma in pratica si è visto che anche elaborazioni più semplici hanno un livello di errore inferiore a quello che si compie ad esempio nella raccolta dei dati. Quelli che bisogna quindi cercare di affinare sono prima di tutto i procedimenti di lettura che si effettuano nella prima parte della ricerca preliminare, destinata a creare le curve regionali di variazione, ma anche nelle letture rivolte a pure e semplici datazioni di servizio realizzate sulla base di tali curve.

La precisione ottimale nel rilevamento delle misure è quella al millimetro: una valutazione inferiore influisce troppo sull'errore di datazione; una precisione maggiore non è raggiungibile, tenuto conto delle irregolarità dei mattoni fatti a mano, e richiederebbe oltre tutto una complessa strumentazione non sempre usabile sulle strutture in posto. È importante invece la scelta dei punti fra i quali va fatta la misura al millimetro, per diverse ragioni. Prima di tutto i mattoni in posto possono presentare giunti con malta abbondante che copre parzialmente i loro spigoli che, nelle produzioni a mano, sono quasi sempre un po' arrotondati; è necessario perciò liberare in porzioni assai limitate (anche meno di 1 cm) i bordi dalla malta eccedente onde poter effettuare le misure tra un lato e quello opposto. Nella larghezza, e specialmente nella lunghezza, possono essere presenti anche scheggiature o rotture che impongono di scartare il mattone incompleto da tali misurazioni. Nello spessore i pericoli maggiori dipendono invece dalla presenza di variazioni tra un punto ed un altro, nel qual caso, trattandosi sempre di fenomeni casuali, si deve misurare il punto a spessore medio, oppure quello minimo e quello massimo.

Premesse tali precauzioni, non bisogna nella serie di misure fare scelte di alcun altro genere, per evitare che, ad esempio, una preferenza per i

(10) S. FOSSATI, *La datazione dei mattoni: una proposta di metodo*, « Archeologia Medievale », XII (1985), pp. 731-736.



mattoni più regolari escluda quelli molto cotti spesso deformati che rappresentano le misure minori. È necessario cioè scegliere una superficie accessibile, con numero sufficiente di mattoni, come si dirà in seguito, e procedere alla misura di tutti i componenti che non presentino rotture. Dopo tali scelte le semplici medie aritmetiche sono già sufficienti a fornire valori rappresentativi del periodo di fabbricazione.

Può avvenire tuttavia che in una struttura siano stati usati alcuni mattoni di recupero, talora anche molti o tutti. I problemi che sorgono in questi casi sono di due tipi: 1) l'alterazione della media, in quanto subentrano misure diverse, non legate a variazioni casuali di una stessa produzione, e quindi uno spostamento della datazione; 2) il rapporto tra la datazione di un gruppo di mattoni e la datazione della struttura di cui essi fanno parte. Per quanto riguarda il primo problema, quando i pezzi reimpiegati siano di epoca abbastanza differente, la distanza delle loro dimensioni da quelle degli altri è evidente, e si deve operare una separazione con due analisi statistiche differenti. Per epoche più ravvicinate una rappresentazione grafica della curva di distribuzione delle misure è più efficace, perché non è più a campana, ma presenta due massimi con una zona intermedia in comune. Per il secondo problema, una volta dimostrato che le variazioni delle misure di un certo territorio sono sempre più o meno in diminuzione nel tempo, è evidente che i mattoni più piccoli, pochi o tanti che siano, rappresentano il termine *post quem* di costruzione della struttura; gli altri indicano la datazione della struttura dalla quale sono stati ricavati gli elementi di reimpiego. Quando però ci fosse il dubbio di un reimpiego totale, senza nessuna intrusione di mattoni dell'epoca in corso, fatto assai raro, si può solo cercare di controllare se esistano sulle superfici di contatto tracce di una malta precedente a quella usata nell'ultima messa in opera, oltre a constatare un eccessivo disaccordo con le altre fonti di datazione.

Un caso particolare è costituito dalle imitazioni di mattoni storici fatte spesso eseguire dai restauratori tra la fine del secolo XIX e gli inizi del XX. La distinzione in tal caso, oltre che sulla presenza di qualche mattone più recente, anche rotto, si basa anche sulle differenze di composizione, di finitura delle superfici e dello stato di degrado.

Esiste anche la possibilità che fabbriche differenti di una stessa epoca e di uno stesso territorio ottenessero lo stesso volume del mattone con rapporti differenti tra lunghezza, larghezza e spessore; il fatto è suggerito dall'andamento più irregolare constatato nelle curve di variazione di ogni sin-

gola misura rispetto a quello di variazione del volume che deve quindi essere preferito per la mensiocronologia. Che si tratti di fabbriche differenti può essere constatato con analisi mineralogico-petrografiche dei mattoni stessi; solo in regioni con accentuate variazioni geolitologiche come la Liguria, tali caratteri di composizione della terra usata sono quasi sempre visibili anche macroscopicamente, date le rilevanti dimensioni del dimagrante e le differenze di colore della matrice argillosa (11).

Le medie dei volumi si ottengono moltiplicando le medie delle tre misure, in quanto queste non possono essere tutte e tre osservate in ogni mattone messo in opera in una struttura, se si escludono cioè quelli d'angolo. Dal momento però che lo spessore incide maggiormente della larghezza, e soprattutto più della lunghezza, sul volume, è necessario che per esso si ottenga una media più precisa, aumentando il numero delle misure. Si è visto comunque che quando queste, se ben eseguite, superano la trentina le correzioni della media diventano così ridotte da non migliorare la datazione, tenuto conto degli altri errori esistenti nel metodo.

Errori esistono ad esempio nella costruzione della curva mensiocronologica regionale. In questo caso si tratta infatti di variazioni dovute a scelte umane in relazione a problemi economici; non si deve pensare perciò che una tendenza di comportamento di questo tipo sia legata a leggi naturali esprimibili con curve ben precise. Si tratta invece di raccogliere e disporre graficamente rispetto alla cronologia una serie di dati reali, e cioè medie delle misure dei mattoni appartenenti a strutture ben datate da altre fonti, ma non è facile trovare subito per ogni periodo situazioni di questo genere. Si inizia perciò con una curva che riunisce alcuni punti corrispondenti a valori sicuri, e si comincia ad usarla per datare strutture di cui non si conoscono altre fonti, o non si è sicuri della loro identificazione con documenti esistenti; ogni qual volta la datazione mensiocronologica, confortata da altri metodi di datazione (si veda la tabella relativa), rende certa tale identificazione, la data del documento, assai più precisa, viene usata per inserire nuovi punti nella curva che diventa sempre più dettagliata.

In questo modo si possono individuare i periodi nei quali il controllo pubblico delle misure è stato più efficace, e dove quindi l'approssimazione della datazione mensiocronologica diminuisce in contrasto con i periodi di

(11) F. BONORA, *Proposta metodologica* cit.

					APPROSSIMAZIONE		CHIAVI CRONOLOGICHE		DISTRUTTIVE	COSTO										
					+ - ANNI	PRIMA DI DOPO DI ANNI	GENERALI	LOCALI												
A: AUTONOME D: DIPENDENTI DA ALTRE DATAZIONI																				
Dirette	Relative o sequenziali	Nelle strutture	Stratigrafie	Verticali Orizzontali di pelle				A A A	-	- - + -										
			Tipologie formali	Elementi architettonici Elementi decorativi		25-150 10-50		D D		- -										
			Funzionali	Collocazione vani		100-300		D		-										
			Tecniche	Muri - tramezzi Volte - solai - coperture		50-200 100-300		D D		- -										
	Materiali									Pietre - marmi	D	-	+ -							
										sabbie	D	-	+ -							
										Leganti	D	-	+ -							
	Assolute o intrinseche	Reperti mobiliari		Del sedime  Dell'elevato	Fosse di fondazione		15-100	D	A	+	+									
					Livelli d'uso		15-100	D	A	+	+									
					Riempimento volte - pavimenti Inserimenti estetici - funzionali		15-100 50-200	D D	A A	+	+									
Antropiche					Datazioni scritte	1-5		A			-									
					Mensiocronologia mattoni	10-30			D			-								
					Mensiocronologia litici	30-100			D			-								
Naturali																				
													Dendrocronologia	1-10						+ -
													Radiocarbonio	10-100		A		-	+	
													Termoluminescenza	60-90		A		-	+	
Archeomagnetismo	25-40					-	+ -													
Indirette	Relative			Cartografiche Iconografiche Narrative		1-100 10-100 1-100		A A A		- - -										
	Assolute			Documenti costruzione	1		A			+ -										

Tabella - Metodi di datazione delle costruzioni sopravvissute (da D. CABONA, I FERRANDO, T. MANNONI, *Archeologia globale del territorio*, in *Structures de l'habitat et occupation du sol dans les pays mediterraneens: les methodes et l'apport de l'archeologie extensive*, Parigi 1984, in corso di stampa).

maggior libertà del mercato. Anche in questi ultimi i limiti di precisione del metodo sono stabiliti dal grado di deviazione di una curva media di punti vicini tra loro; deviazione dipendente in parte dalle piccole differenze esistenti tra fabbriche coeve, ma anche dagli errori commessi nelle misurazioni e nel calcolo delle medie. Qualora, in certi periodi, fossero esistite due forme di mattone a prezzo differenziato si verificherà infine uno sdoppiamento della curva che diminuisce l'approssimazione della datazione, a meno che i rapporti tra le tre misure delle due forme cambino (ad esempio, variazione limitata ad una sola misura), nel qual caso sarà possibile distinguere una forma dalle produzioni anteriori o posteriori dell'altra forma aventi lo stesso volume (12).

I materiali da costruzione sono sempre stati ovviamente pesanti e voluminosi rispetto al costo, e tenuto conto che le merci viaggiavano prima del XIX secolo a dorso di mulo, se si escludono le pianure, le vie fluviali e le coste, è evidente che i mercati di questo genere di materiali avessero aree ben definite, senza contare la frequenza delle barriere daziarie e dei confini amministrativi. Non si può pensare perciò che la curva mensiocronologica dei mattoni, valida in un territorio, lo sia anche in altri, e che una curva utile esista ovunque. I controlli, anche se troppo limitati, fatti finora ad Asti, Pisa e Venezia, se da un lato hanno rilevato l'esistenza di medie diverse tra loro e diverse da quelle della Liguria, hanno anche dimostrato che la tendenza nel tempo delle misure è sempre alla diminuzione (13).

In Liguria, dopo la prima esperienza a Genova sulla collina di Castello, trovato il modo di separare le variazioni casuali da quelle volontarie, si è costruita una prima curva di quest'ultime su base regionale, anche perché, in un primo tempo, non erano molte le costruzioni in mattoni ben identificabili con datazioni di altra fonte. La prima curva era in realtà costituita

(12) Nel bando romano del 1610 figura un mattone ordinario di  $2286 \text{ cm}^3$  (cm  $5,5 \times 14,9 \times 27,9$ ) ed uno grosso di  $3270 \text{ cm}^3$  (cm  $5,5 \times 16,8 \times 35,4$ ); i loro prezzi erano nel XVIII secolo: scudi 3-3.30 al migliaio il primo, scudi 4.95-5-6.50 al migliaio il secondo (P. SCAVIZZI, *Edilizia* cit.). Sui bandi romani si veda anche: E. PALLOTTINO, *La produzione*, cit.

(13) Tra la metà del XII secolo e quella del XVIII lo spessore dei mattoni è passato ad Asti da 7,3 a 5,2 cm, ed il volume da  $3745$  a  $1686 \text{ cm}^3$ , con una riduzione del 55%; nello stesso arco di tempo le riduzioni sono state a Pisa da 6,0 a 3,8 cm, e da  $2212$  a  $1597 \text{ cm}^3$  (-28%), e a Venezia da 7,7 a 5,0 cm, e da  $3700$  a  $1420 \text{ cm}^3$  (-62%). Genova, pur avendo avuto nello stesso periodo misure più vicine a quelle di Pisa che a quelle delle due città padane, presenta diminuzioni percentuali simili a queste ultime: da 7,0 a 3,0 cm di spessore, e da  $2440$  a  $923 \text{ cm}^3$  di volume (-62%).

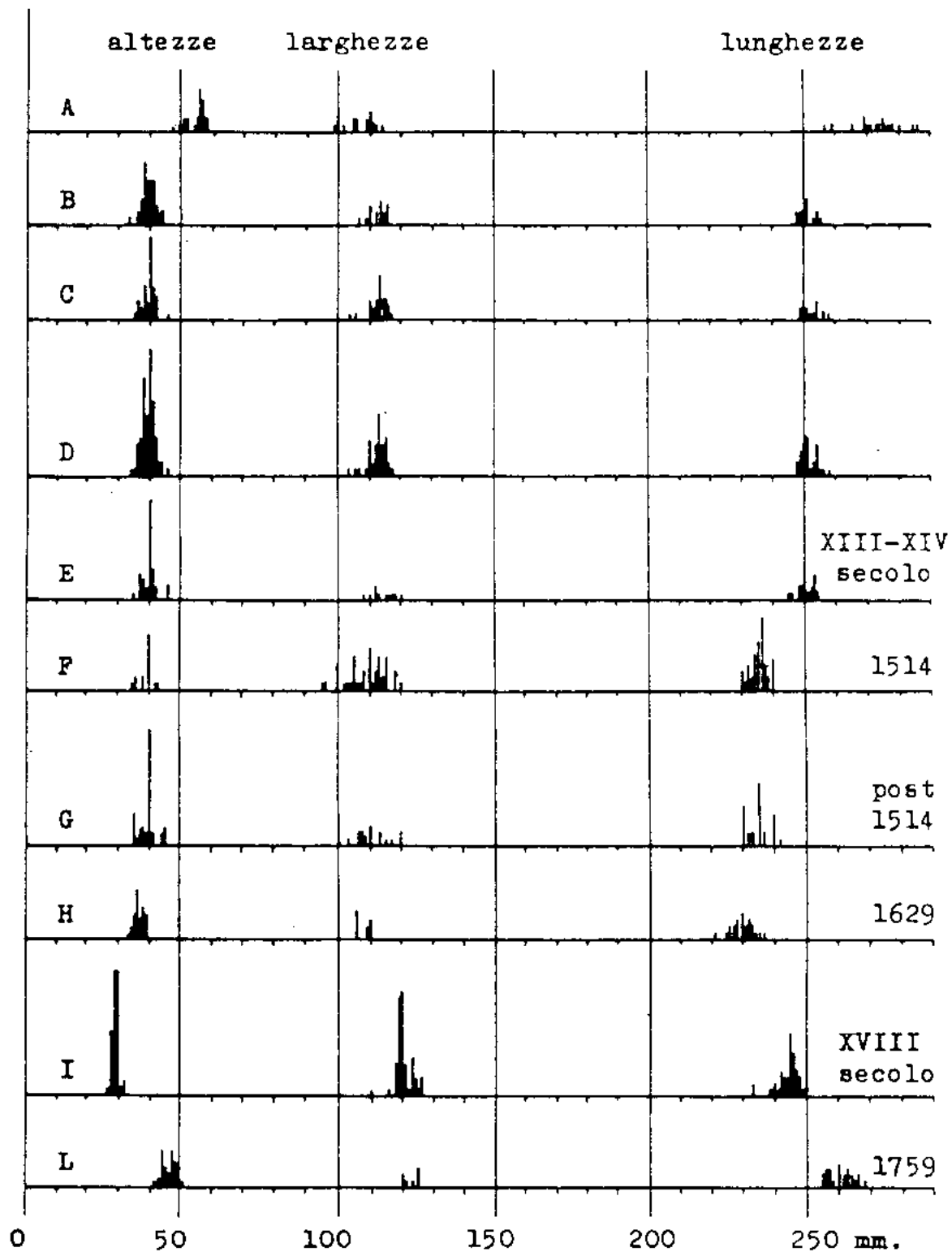


Fig. 1. Primo grafico statistico di misure dei mattoni effettuate sulla collina di castello a Genova: nelle ordinate ogni millimetro equivale ad una unità misurata (da F. BONORA, *Proposta metodologica per uno studio storico dei mattoni*, in *Il mattone di Venezia. Stato delle conoscenze tecnico-scientifiche*, Venezia 1979, p. 234). Diverse datazioni ricavate dalle fonti scritte sono poi risultate non identificabili sulle strutture sopravvissute.

da tre curve corrispondenti alle tre misure ed i procedimenti di comparazione per datare opere sconosciute erano quindi laboriosi; si è subito visto comunque che lo spessore e la lunghezza subivano una diminuzione nel tempo pressoché continua, mentre la larghezza presentava variazioni oscillanti. Anche nelle prime due si è notato che le diminuzioni non avvenivano su entrambe contemporaneamente, ma prima sullo spessore e poi sulla lunghezza, o viceversa.

Da questa prima esperienza si è passati ad una seconda curva, sempre a carattere regionale, che era rappresentata non solo dalle curve delle tre misure, ma anche da quella del prodotto spessore per lunghezza, ovvero area del mattone in vista nelle strutture che si è manifestata con un andamento assai più regolare delle altre. Da quel momento la misura di tale area veniva usata per le datazioni, ma si facevano anche controlli delle altre misure, se le loro medie cioè rimanevano nelle oscillazioni del periodo. Capitano a volte, infatti, gruppi di mattoni cosiddetti anomali, nei quali le medie delle lunghezze e degli spessori sono troppo distanti da quelle degli standards del periodo nel quale cade la media della superficie (spessore per lunghezza).

Si è potuto constatare con nuove ricerche che i mattoni anomali dipendono da due possibili cause: 1) la risalita delle misure nel secolo XIX; 2) produzioni differenziate in uno stesso periodo a scopi funzionali. La diminuzione delle misure dei mattoni è continuata a Genova fino al primo decennio dell'Ottocento: certamente con il Regno Sardo c'è stato un rialzo di esse, ed un altro con l'unità nazionale che si protrae, con qualche variazione, a seconda delle nuove opere (ferrovie, porto), fino al mattone UNI. Tali risalite sono però risultate sempre assai maggiori nello spessore che nella lunghezza, permettendo così di distinguere le produzioni dei secoli XIX e XX da quelle anteriori non tanto dalla media della superficie (spessore per lunghezza) che potrebbe anche trarre in inganno, quanto dal rapporto fra queste due misure.

In quanto alle produzioni coeve differenziate per scopi funzionali, quelle che non lasciano dubbi sono quelle dei mattoni da pavimentazione interna che presentano spessori molto inferiori a quelli più piccoli dei mattoni da costruzione; ma talvolta sono stati impiegati a bande, o per tamponamenti, anche in strutture, perciò vengono scartati finché non si disponga di una loro curva mensiocronologica. I contratti liguri di appalto del passato, oltre alle distinzioni tra « albasi », « ferrioli » ed « ordinari », che riguardano, come ben noto, il livello di cottura, e quindi le diverse caratte-

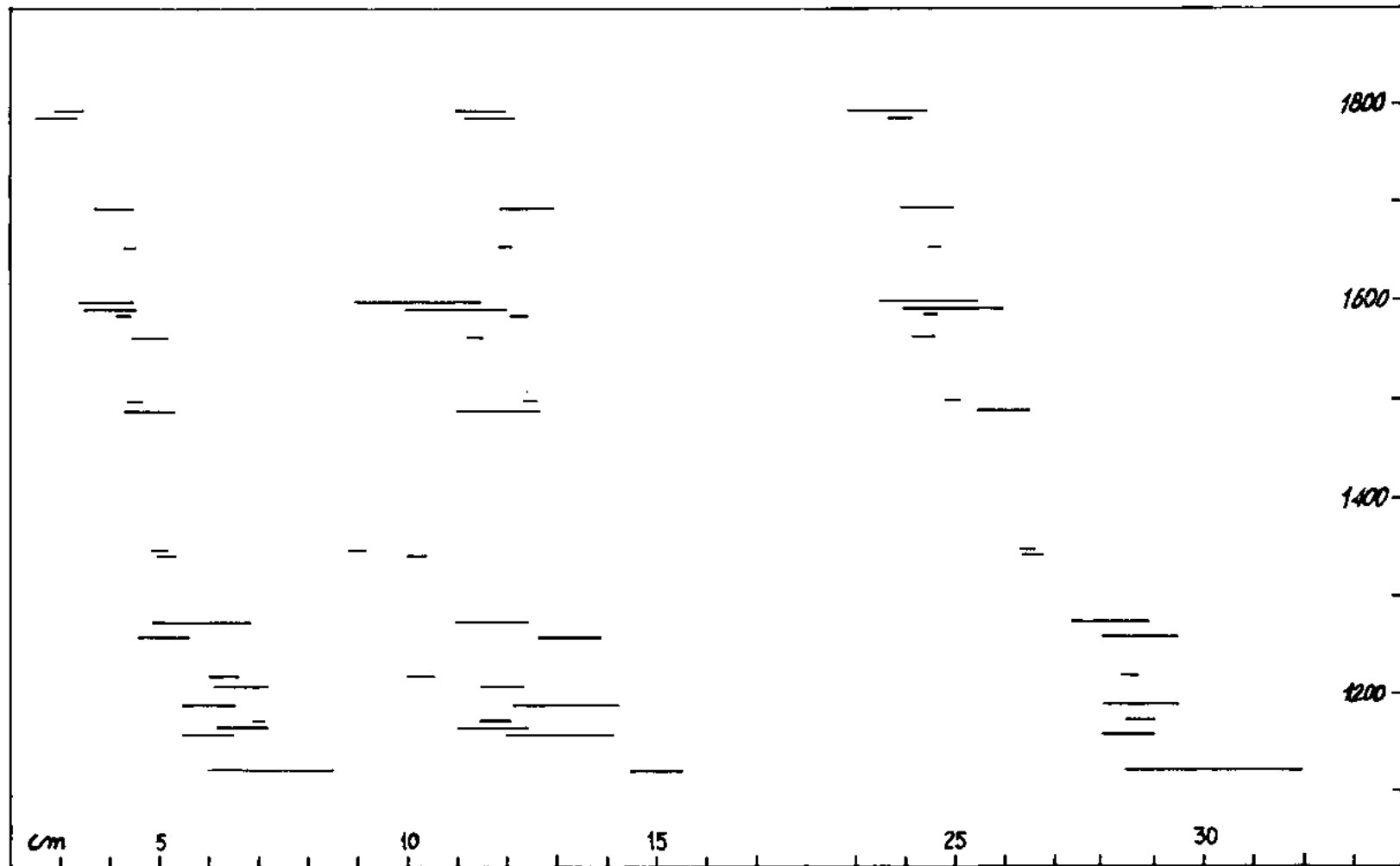


Fig. 2. Prima curva mensiocronologica realizzata all'inizio degli anni Ottanta con edifici datati misurati a Genova e nella Liguria centrale ed orientale. Sono riportate le variazioni casuali all'interno di ogni dimensione senza la quantità delle misure effettuate in ciascun caso.

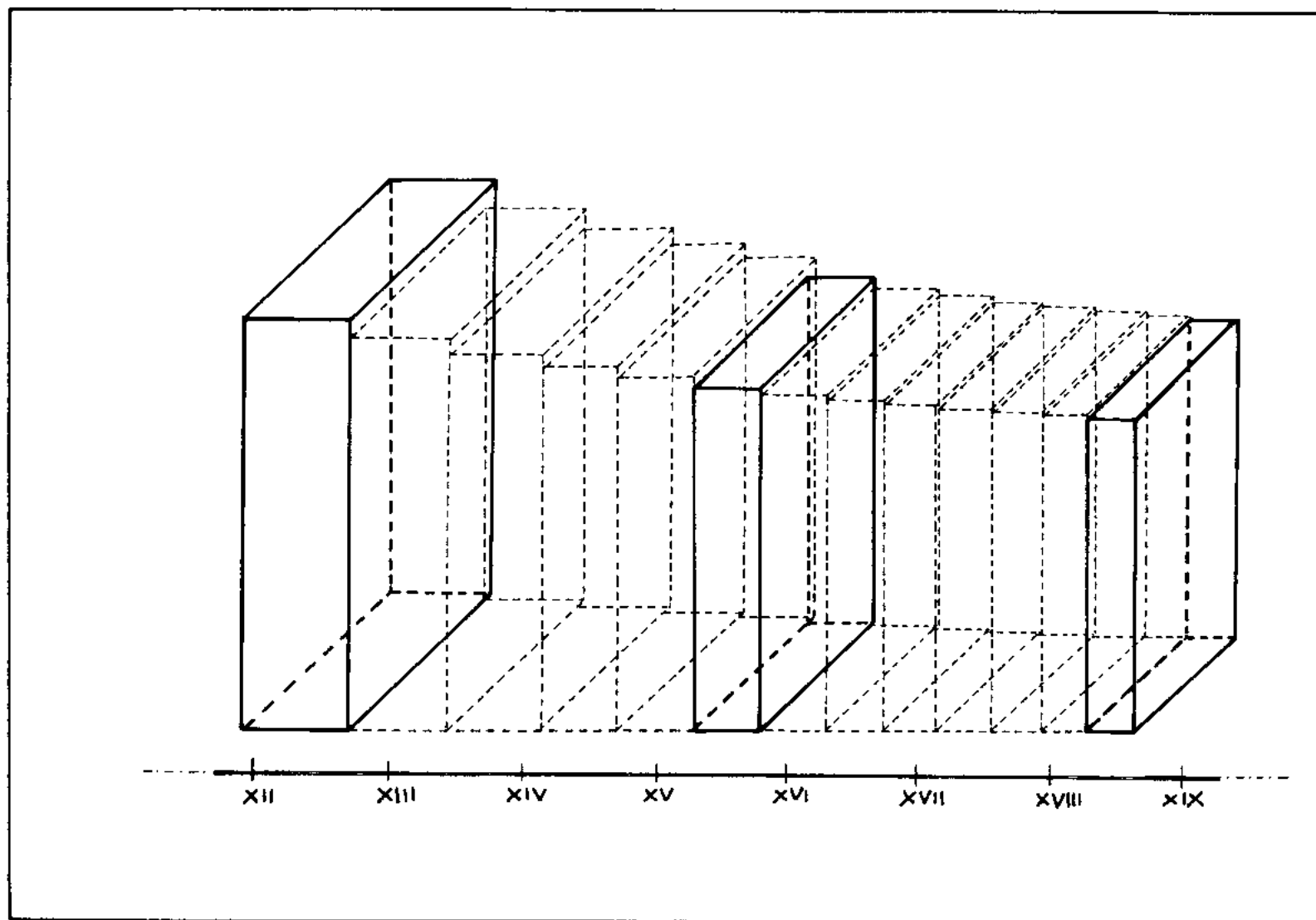


Fig. 3. Rappresentazione assonometrica delle diminuzioni delle misure dei mattoni genovesi (dalla mostra realizzata dall'ISCUM al Convegno *Riabitat. Informazioni per il recupero*, Genova 1985).



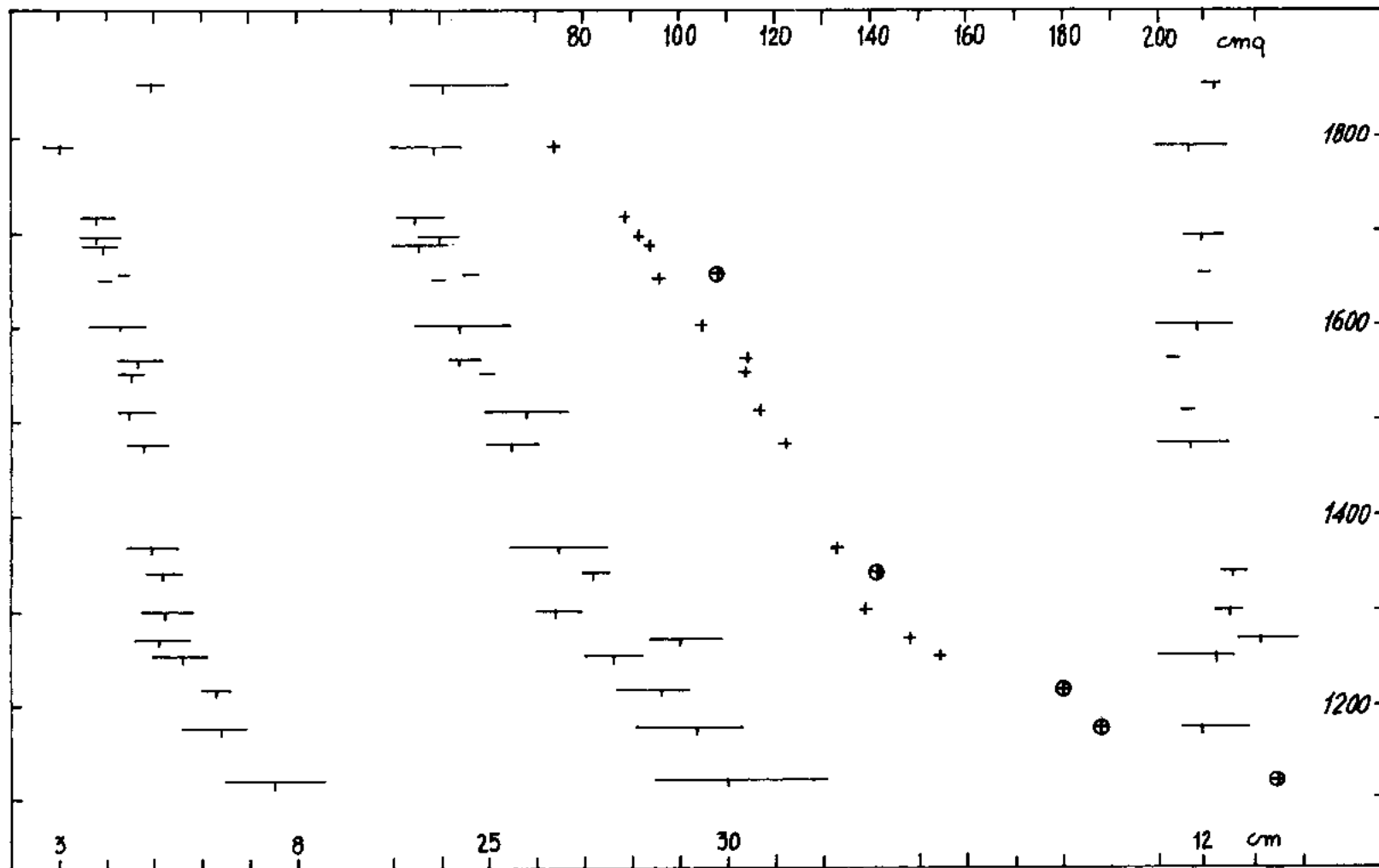


Fig. 4. Seconda curva mensiocronologica realizzata nel 1985 indicando con trattini verticali le medie delle variazioni casuali presenti in ogni dimensione, e il prodotto in cmq (crocette) delle medie degli spessori per le medie delle lunghezze. Le superfici con cerchietto appartengono a edifici della Liguria centrale ed orientale, le altre a edifici genovesi ben datati. La terza curva in corso di completamento è ricavata da 27 edifici genovesi datati dal 1228 al 1860.

ristiche tecniche oltre che dimensionali di origine casuale, menzionano mattoni da pavimento dei quali si è già detto, e da cisterna, nei quali più che le dimensioni era importante la bassa porosità (14).

Nel compilare la seconda curva regionale è aumentato anche il numero di edifici sicuramente datati, e ciò ha portato ad uno sdoppiamento della curva delle aree a partire dalla fine del secolo XVI, si è constatata cioè la coesistenza di due misure dei mattoni normali per almeno un secolo. Una ricerca più approfondita sui documenti usati per le datazioni standards ha dimostrato che le misure maggiori erano prodotte nell'area di Savona (15); segno evidente che il provvedimento dell'Arte Savonese citato in apertura aveva ottenuto per un certo periodo un effetto reale, mentre le fabbriche genovesi hanno continuato nel loro lento processo di variazione negativa. Ma sul mercato ligure devono aver giuocato un ruolo in quel periodo anche situazioni socio-economiche e politiche: i mercanti genovesi spostarono le fabbriche di maiolica in stile orientale a Savona, ormai duramente sottomessa alla Repubblica di Genova. Non sono stati finora constatati invece sdoppiamenti mensiocronologici nei mattoni delle due città negli ultimi secoli del medioevo.

Onde evitare spiacevoli conseguenze, anche se gli errori di sdoppiamento della curva regionale portano differenze non superiori agli 80 anni, si sta realizzando una terza curva basata unicamente su standards genovesi, mentre si è iniziato ad operare nell'area savonese per una curva separata. Data la non rara importazione di mattoni savonesi a Genova, a causa del basso costo di trasporto via mare, è necessario nei periodi di non coincidenza fra le due curve, accertare la loro provenienza; procedimento reso possibile dalla notevole differenza di composizione mineralogico-petrografica fra le terre delle due aree: abbondanza di scisti cristallini a Savona, e di argilloscisti a Genova.

Nella terza curva, infine, su 136 strutture edilizie già analizzate senza alcuna scelta di carattere cronologico, il 26% sono comprese tra il 1200 e il 1350, il 9% dal 1350 al 1500, il 44% dal 1500 al 1650, il 21% dal

(14) Si veda ad esempio: E. BELGIOVINE, A. CAMPANELLA, *La fabbrica dell'Albergo dei poveri. Genova 1656-1696*, « Atti della Società Ligure di Storia Patria », XXIII-II, pp. 169-170.

(15) P. GHISLANZONI, D. PITTALUGA, *Il seminario arcivescovile. Lettura statico-tecnologica del monumento e analisi critica degli interventi di consolidamento operati nel tempo*, Tesi di laurea presso la Facoltà di Architettura di Genova (1987). Le autrici stanno continuando le ricerche per meglio utilizzare le curve mensiocronologiche di Genova e Savona.

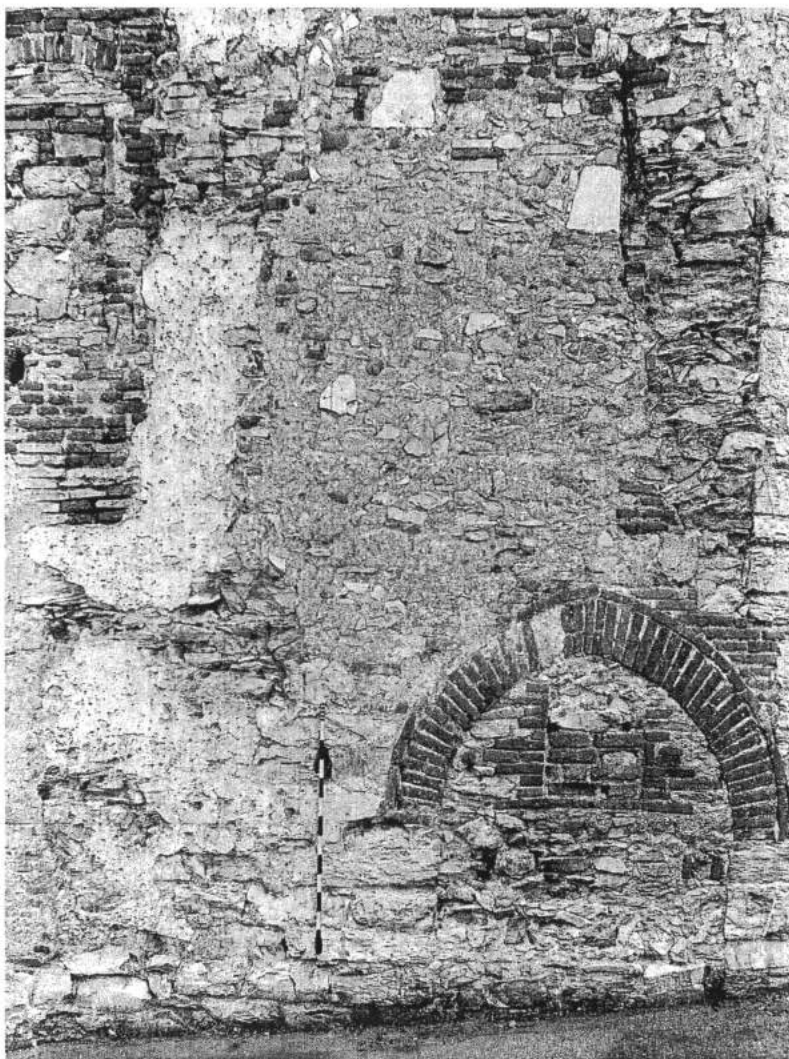


Fig. 5. Resti di villa rurale suburbana (San Gerolamo di Quarto, Genova). L'arco acuto della porta in basso a destra, stratigraficamente posteriore al cantonale in pietra, è datato al  $1310 \pm 15$  (medie  $4,99 \times 27,95 = \text{cmq } 139,5$ ). Gli stipiti del finestrino di tamponamento al  $1575 \pm 25$  (cm  $4,40 \times 25,50 = \text{cmq } 112,2$ ). Il tamponamento del finestrino al  $1940 \pm 30$  (cm  $5,95 \times 24,1$ ).

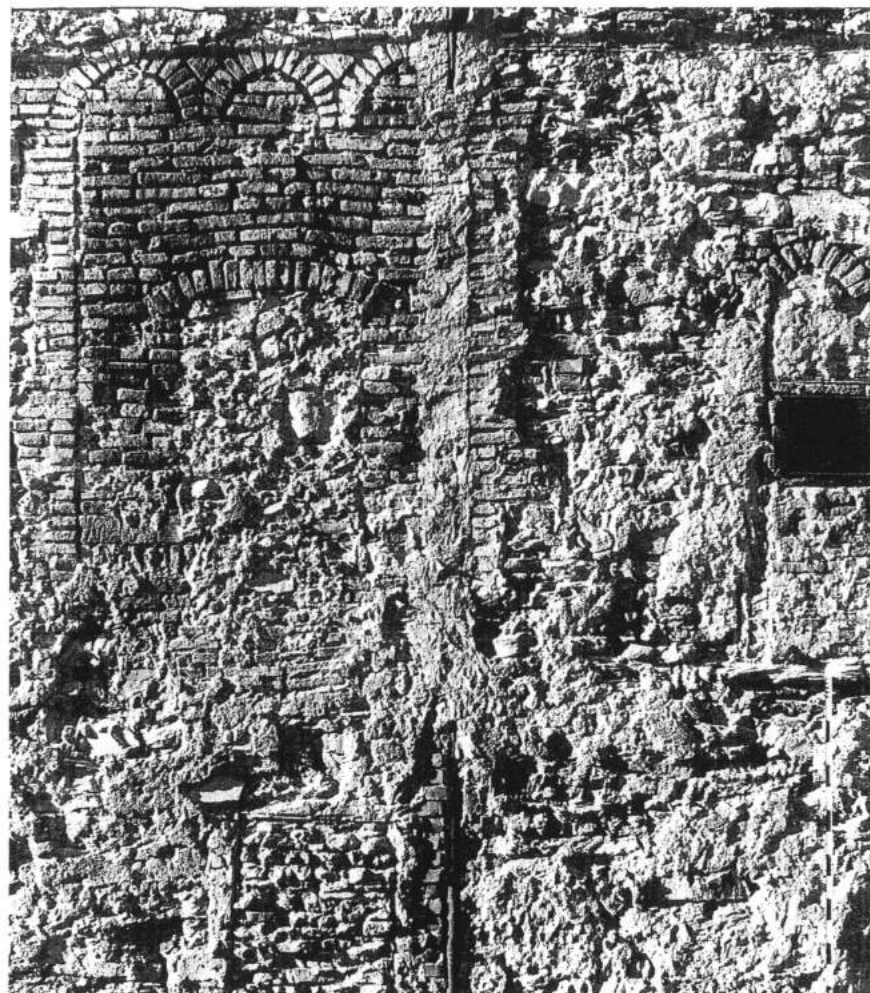


Fig. 6. Stessi resti della figura 5. Le spalline e gli archetti della polifora in alto a sinistra sono databili al  $1590 \pm 20$  (medie  $4,20 \times 25,60 = \text{cmq } 107,5$ ). Il tamponamento è in massima parte eseguito con mattoni databili al  $1315 \pm 20$  (cm  $4,95 \times 29,63 = \text{cmq } 136,8$ ), e quindi recuperati dalla demolizione di strutture della fase più antica avvenuta nel  $1675 \pm 30$ , come testimoniano alcuni mattoni sul lato sinistro del tamponamento (cm  $4,06 \times 23,5 = \text{cmq } 95,4$ ).

1650 al 1800. Ciò può evidenziare come l'impiego dei mattoni e l'attività edilizia siano cambiati a Genova in sei secoli, ma dimostra anche che il secondo periodo, quando cioè il consumo dei mattoni era nettamente basso, corrisponde alla minore diminuzione volontaria delle misure; variazione già evidenziata nelle curve precedenti, ma più distinta nella terza.

\* \* \*

La mensiocronologia degli apparati litici, ammesso che in qualche territorio sia utilizzabile, non ha nulla a che vedere con quella dei mattoni, né per la sua natura, né per i metodi di impiego. Sono esistite prima di tutto diverse tecniche murarie a partire dall'uso dei conci litici appositamente preparati fino all'impiego di pietre o ciottoli semplicemente raccolti, o di scaglie informi provenienti dall'abbattimento di affioramenti rocciosi e dalla lavorazione condotta in cava e in cantiere (16). Anche limitandosi al primo caso, nel quale i conci possono essere confrontati con i mattoni quali materiali prefabbricati per la costruzione di muri, esistono pur sempre notevoli differenze di cause che hanno influenzato le misure dei due tipi di materiale.

Bisogna anzitutto premettere che la regolarità od irregolarità dei conci non è necessariamente in rapporto con una maggiore o minore funzionalità strutturale del muro; possono essere meno resistenti ad esempio i paramenti a corsi regolari riempiti a secco rispetto ai muri con pietre non preparate, ma ben immorsate anche in senso trasversale; i conci ben squadrate ed immorsati tra loro in entrambe le direzioni del piano di posa, forniscono un'opera più solida, simile, a prescindere dai diversi carichi di rottura, a quella in mattoni alternati. Si può comunque concludere che la funzionalità statica non è sempre stata il solo movente dell'uso di conci regolari.

Per quanto riguarda le misure, assai raramente si trovano murature con conci a lunghezza costante, mentre l'altezza può essere costante in tutta l'opera, o, con maggiore frequenza, nell'ambito di ogni corso. Non è sempre facile infine conoscere la profondità dei conci; non sembra però che la sua regolarità fosse importante, tranne che nei muri costituiti in

(16) T. MANNONI, *L'analisi delle tecniche murarie medievali in Liguria*, « Atti del Colloquio Internazionale di Archeologia Medievale », Palermo 1976, pp. 291-300. R. PARENTI, *Una proposta di classificazione tipologica delle murature postclassiche*, in *Scienze e sviluppi teorici per la conservazione di sistemi tradizionali in muratura*, Bressanone 1987, pp. 49-61.

spessore da un unico filare. I limiti superiori delle misure erano certamente legati anche alla minore manovrabilità dei conci troppo pesanti per la loro messa in opera; sono esistiti tuttavia periodi, o singoli committenti, che richiedevano maggiori misure, non soltanto in opere militari, onde renderne più difficile lo smantellamento, ma anche per un'immagine di maggiore potenza espressa dalle loro abitazioni.

Essendo evidente che le misure maggiormente utili alla mensiocronologia sono quelle intenzionalmente più costanti, si comincerà perciò con il considerare l'altezza dei corsi. Tale altezza può essere influenzata da regolamenti, come nel caso dei mattoni, o da tradizioni presenti per un certo periodo in determinate scuole di un territorio, e si tratta cioè dei casi più facilmente traducibili in mensiocronologie regionali. Tutto ciò non poteva prescindere però dalle caratteristiche tecniche delle pietre disponibili, o fatte arrivare da lontano: caratteristiche direttamente legate alla natura e alla genesi delle rocce impiegate.

La maggior parte delle rocce magmatiche presenta masse molto estese con scarsità di fratture naturali; esse sono sempre silicatiche e perciò piuttosto dure da lavorare, ma la loro omogeneità permette la spaccatura con i cunei lungo piani regolari ed estesi. Banchi molto potenti ed omogenei sono spesso presenti anche in certe rocce sedimentarie, come i travertini ed i tufi vulcanici: si tratta però di rocce assai più tenere e facilmente tagliabili anche con la martellina. Esse sono infatti i materiali litici che più facilmente potevano essere commerciati a numero, con relative regolamentazioni delle misure. Le altre rocce sedimentarie sono caratterizzate da formazioni stratificate: le arenarie presentano talora strati molto spessi e materiale abbastanza tenero, avvicinandosi alle condizioni dei tufi; i calcari invece hanno quasi sempre strati più o meno sottili, limitando notevolmente l'altezza dei corsi. Il semplice distacco degli strati produce in questo caso conci con due facce parallele naturali i quali, dopo una semplice sbazzatura degli altri lati, ben si prestano alla costruzione di apparecchi murari regolari. Nelle rocce metamorfiche esistono tre casi principali: quelle silicatiche, che quando siano caratterizzate da piani di scistosità molto ravvicinati e facilmente sfaldabili, sono più adatte a produrre lastre da tetto che conci; quando siano invece meno sfaldabili possono venire riquadrate purché uno dei piani di lavorazione venga fatto coincidere con quello della scistosità. Le rocce metamorfiche carbonatiche sono praticamente costituite dai marmi più o meno ricristallizzati in grandi banchi omogenei, tagliabili con punte e cunei.

A differenza dei mattoni, per i quali qualsiasi tipo di terra resa plastica poteva essere foggato con misure prestabilite, non tutti i tipi di pietra potevano essere riquadrati secondo misure desiderate, sia a causa di limiti dimensionali della materia prima, ovviamente invalicabili, sia per ragioni economiche che dipendevano dalle diverse tecniche di lavorazione, dai tempi richiesti, e dalla quantità degli scarti.

È evidente quindi che una mensiocronologia degli apparati litici, oltre ad essere regionale ed in relazione a diverse classi di costruzione, perché legata alle variazioni di diverse tradizioni locali (17), può funzionare se applicata allo stesso tipo di materiale. Non esiste, in cambio, una variabilità casuale posteriore alla foggatura, come nei mattoni; una curva a campana delle altezze dei conci di uno stesso corso può tuttavia dipendere dagli errori di misura compiuti dagli scalpellini. Le medie delle altezze dei corsi e delle lunghezze dei conci eseguiti con lo stesso materiale, e nello stesso territorio, hanno fornito in qualche caso un'indicazione cronologica (18).

TIZIANO MANNONI — MARCO MILANESE

(17) T. MANNONI, *Archeologia della produzione* (in questo stesso volume).

(18) T. MANNONI, E. POLEGGI, *Fonti scritte*, cit.

Sezione III  
TECNICHE DI DOCUMENTAZIONE E DATAZIONE  
DELL'EDILIZIA STORICA

LA RICERCA SULLE STRUTTURE EDILIZIE TRA ARCHEOLOGIA STRATIGRAFICA E RESTAURO ARCHITETTONICO, di Francesco Doglioni .....	» 223
LE TECNICHE DI DOCUMENTAZIONE PER UNA LETTURA STRATIGRAFICA DELL'ELEVATO, di Roberto Parenti .....	» 249
SULLE POSSIBILITÀ DI DATAZIONE E DI CLASSIFICAZIONE DELLE MURATURE, di Roberto Parenti .....	» 280
LA PIANTA COMPOSITA NELLA DOCUMENTAZIONE E NELL'INTERPRETAZIONE DELLO SCAVO, di Maura Medri .....	» 305
CAMPIONATURA E OBIETTIVI NELL'ANALISI STRATIGRAFICA DEGLI ELEVATI, di Gian Pietro Brogiolo .....	» 335
RILEVATORE TRIDIMENSIONALE, di Paolo Spalla .....	» 347
LA PRASSI OPERATIVA GEODETICA E FOTOGRAMMETRICA NELLA DOCUMENTAZIONE DELLE STRATIGRAFIE E DELLE STRUTTURE MURARIE, di Mario Fondelli .....	» 369
MENSIOCRONOLOGIA, di Tiziano Mannoni e Marco Milanese .....	» 383
ARCHEOLOGIA DELLA PRODUZIONE, di Tiziano Mannoni .....	» 403
DENDROCRONOLOGIA, di Lanfredo Castelletti .....	» 421
L'ARCHEOMAGNETISMO, di Claudio Arias .....	» 455