

STORIA, CONSOLIDAMENTO, RESTAURO

Contributi della Cattedra di Consolidamento degli Edifici Storici
a cura di Paolo Rocchi

Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Facoltà di Architettura "Ludovico Quaroni"

I. Storia del consolidamento

3

Roberta Plumari

Storia del consolidamento

3. Il Rinascimento



Copyright © MMV
ARACNE editrice S.r.l.

www.aracneeditrice.it
info@aracneeditrice.it

via Raffaele Garofalo, 133 A/B
00173 Roma
redazione: (06) 72672222 – telefax 72672233
amministratore: (06) 93781065

ISBN 88-548-0003-8

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,
di riproduzione e di adattamento anche parziale,
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: febbraio 2005

INDICE

INTRODUZIONE	III
--------------------	-----

CAPITOLO 1 IL RINASCIMENTO

1.1 Patrimonio tecnico – scientifico.....	3
1.1.1 <i>Le conoscenze scientifiche del tempo</i>	4
1.1.2 <i>Il ruolo della prospettiva</i>	5
1.1.3 <i>Conoscenze matematiche</i>	6
1.1.4 <i>Scoperta e sviluppo di alcuni principi statici</i>	6
1.1.5 <i>Conoscenze meccaniche</i>	7
1.2 Le conoscenze tecniche	9
1.3 Il sapere codificato attraverso i trattatisti dell'epoca.....	11
1.3.1 <i>Materiali</i>	11
1.3.2 <i>Procedimenti costruttivi</i>	14
1.3.3 <i>Riparazione dei dissesti</i>	19
1.4 La pratica di cantiere.....	22
1.4.1 <i>Macchine, tecniche diffuse, esempi di procedimenti costruttivi</i>	22
1.4.2 <i>Esempi di intervento</i>	27

CAPITOLO 2 BRUNELLESCHI, UOMO E SCIENZIATO

2.1 Ruolo di Brunelleschi nella società fiorentina del Rinascimento.....	31
2.2 Nuovo atteggiamento scientifico	32
2.3 Santa Maria del Fiore.....	34
2.3.1 <i>I Preparativi per la costruzione della cupola</i>	35
2.4 Altre strutture presenti a Santa Maria del Fiore	42
2.4.1 <i>Sacrestia vecchia di Santa Maria del Fiore e tribune morte</i>	42
2.4.2 <i>La lanterna</i>	43
2.5 Le macchine e l'organizzazione del cantiere	43
2.5.1 <i>Colla grande</i>	44
2.5.2 <i>Argano leggero</i>	44
2.5.3 <i>Gru girevole</i>	45
2.6 La Cappella Pazzi e la Sacrestia vecchia di S. Lorenzo.....	45
2.6.1 <i>Cappella Pazzi</i>	45
2.6.2 <i>Sacrestia vecchia di San Lorenzo</i>	48

2.7 Le fortificazioni militari.....	49
2.7.1 <i>Quadro della situazione delle fortificazioni militari al tempo di Brunelleschi</i>	49
2.7.2 <i>Piccoli interventi a Staggia e Castellina</i>	49
2.7.3 <i>Pisa e Vicopisano</i>	50

CAPITOLO 3

LEONARDO DA VINCI

3.1 Il tiburio del Duomo di Milano: esempio di intervento su una struttura esistente	53
3.2 Leonardo trattatista:	60
3.2.1 <i>L'evoluzione del metodo di Leonardo attraverso i suoi scritti</i>	60
3.3 Leonardo : pareri ed interventi.....	65
3.3.1 <i>I lavori di consolidamento alle mura e il parere sul Duomo di Pavia</i>	65
3.3.2 <i>Chiesa di San Salvatore a Firenze</i>	66

CAPITOLO 4

DONATO BRAMANTE

4.1 Inquadramento del personaggio	67
4.2 Teorie architettoniche e conoscenze scientifiche.....	67
4.3 Bramante in Lombardia	69
4.3.1 <i>Il Tiburio del Duomo di Milano</i>	69
4.3.2 <i>La Cattedrale di Pavia</i>	73
4.4 Bramante a Roma.....	75
4.4.1 <i>S. Pietro:</i>	75
4.4.2 <i>Il Cortile del Belvedere</i>	82
4.5 Bramante e gli edifici.....	83
4.5.1 <i>Chiostro di Santa Maria della Pace</i>	83
4.5.2 <i>S. Maria presso S. Satiro</i>	84
4.5.3 <i>S. Maria delle Grazie</i>	84
4.5.4 <i>Chiostro di S. Ambrogio</i>	85

CAPITOLO 5

ANTONIO DA SANGALLO IL GIOVANE

5.1 Capacità tecniche e conoscenze scientifiche.....	87
5.1.1 <i>La cura per la tecnica muraria e la sensibilità strutturale</i>	88
5.2 Opere di difesa militare.....	88
5.2.1 <i>Bastione Ardeatino</i>	91
5.2.2 <i>Rocca Paolina</i>	92
5.3 La fabbrica di San Pietro, apporti strutturali	92

5.4 Interventi su edifici diversi	95
5.4.1 <i>I Palazzi Vaticani</i>	95
5.4.2 <i>Basilica di Loreto</i>	96
5.4.3 <i>Santa Maria della Steccata a Parma</i>	97

CAPITOLO 6

MICHELANGELO

6.1 S. Pietro michelangiolesco	101
6.1.1 <i>Consolidamento della struttura esistente</i>	102
6.1.2 <i>Studi preliminari per la cupola</i>	103
6.1.3 <i>La cupola progettata da Michelangelo</i>	104
6.1.4 <i>Confronto tra la cupola di Santa Maria del Fiore e quella di San Pietro</i>	108
6.2 Santa Maria degli Angeli a Roma	109
6.3 Ponte Santa Maria a Roma	113
6.3.1 <i>I ponti al tempo di Michelangelo</i>	114
6.3.2 <i>Ponte di Santa Maria a Roma</i>	114

CAPITOLO 7

SANSOVINO

7.1 La Basilica di San Marco a Venezia	119
7.2 La Libreria Marciana	125
7.2.1 <i>Le cause del crollo</i>	126
7.3 Interventi di restauro strutturale in area veneta	129
7.3.1 <i>Santa Maria Formosa, o del Canneto, a Pola - 1549</i>	129
7.3.2 <i>Cappella Emiliani nell'isola di San Michele a Venezia - 1558/66</i>	130
7.3.3 <i>Palazzo Marin Tiepolo alla Misericordia</i>	132

CAPITOLO 8

PALLADIO

8.1 Palladio ed il suo ruolo di tecnico	133
8.1.1 <i>Qualità tecniche e conoscenze costruttive generali tecnico</i>	133
8.1.2 <i>I Ponti</i>	135
8.2 Ponte degli Angeli	136
8.3 Le logge del Palazzo della Ragione a Vicenza	140
8.3.1 <i>Breve storia dell'edificio e suo inquadramento generale</i>	140
8.3.2 <i>Crollo delle logge e proposte di rifacimento</i>	140
8.3.3 <i>Intervento del Palladio</i>	142

8.4 Palazzo Ducale a Venezia	147
8.4.1 <i>Breve storia dell'edificio e suo inquadramento generale</i>	147
8.4.2 <i>Danni riportati dall'edificio in seguito all'incendio del 1577</i>	148
8.4.3 <i>Danni rilevati e rimedi proposti</i>	148
BIBLIOGRAFIA	155
INDICE DEI NOMI E DEI LUOGHI	163

PRESENTAZIONE

Premessa

L'ordinamento universitario indica come finalità fondamentale delle Tesi di Laurea, quella di fornire un contributo originale alla materia. Perché ciò possa avvenire in maniera certa, è necessario che siano osservate alcune regole.

- Venga preliminarmente verificato che l'argomento specifico prescelto dal laureando per la discussione, non sia stato da altri trattato in precedenza in modo coincidente;
- Sia data di ciascun lavoro ampia diffusione, che ne permetta una libera conoscenza:
 - come forma di garanzia del carattere di originalità invocato;
 - per evitare successive duplicazioni del tema già svolto;
 - per consentire ad altri di attingere alla ricerca per ulteriori sviluppi.

Non saprei dire con esattezza, se sia pure in buona fede, queste condizioni siano sempre state osservate, o meno, poiché non mi sono note tutte le situazioni dei diversi Atenei e delle diverse Facoltà.

Conosco meglio il caso della Facoltà di Architettura dell'Università di Roma, La Sapienza, prima che essa gemmasse quella di Roma Tre e che, successivamente, la Facoltà storica stessa si dividesse nelle due attuali.

Le Tesi di Laurea, strettamente cartacee, venivano depositate in alcuni locali, al di fuori delle sedi della Facoltà, prive di un preciso ordine e quindi di fatto pressoché inconsultabili; ma almeno si poteva rilevare, da appositi elenchi, la loro esistenza, il nome del laureato e del relatore cui eventualmente riferirsi per qualche notizia.

Successivamente all'entrata in vigore della legge sulla privacy, ciò non è stato più possibile ed_anzi, giungendo ai nostri giorni, l'obbligo del deposito delle tesi è venuto

meno, facendo di fatto crollare i presupposti per corrispondere con certezza all'assunto di partenza.

Resta di fatto affidata ai pochi membri della Commissione di Laurea ed agli astanti spettatori, la possibilità di archiviare nella propria memoria (non informatica) l'esistenza dei lavori esaminati.

Un ulteriore aspetto, a mio avviso non secondario, è il sentimento di frustrazione che pervade i giovani laureati ed anche i loro relatori, nel constatare come – nella stragrande maggioranza dei casi – di tanta fatica accademica, a volte assai lunga, quasi non resti traccia, a meno dei pochi casi di Tesi per le quali venga proposta la pubblicazione.

Partendo da questa amara considerazione e raccolto il consenso entusiastico dei giovani allievi, ho ritenuto utile e quasi doveroso sotto ogni aspetto, promuovere la presente iniziativa editoriale, che si prefigge di pubblicare, in una collana legata alla Cattedra di Consolidamento degli Edifici Storici, parte delle Tesi svolte, scelte tra quelle più significative e rappresentative possibilmente raggruppate per temi di comune interesse.

Questa prima pubblicazione si riferisce al quadriennio compreso tra gli anni 2000 e 2004 e raccoglie n° 11 Tesi definite “contributi”, raggruppate in tre argomenti principali:

- n° 7 contributi riguardanti la Storia del Consolidamento, distinti sul dorso di copertina dal colore rosa salmone;
- n° 1 riguardante la Storia della Meccanica, distinto dal colore blu ceruleo;
- n° 1 riguardante la Sismica, distinto dal colore giallo napoli;
- n° 2 riguardanti il Fascicolo del Fabbriato, distinti dal colore bordeaux.

L'opera può essere acquistata nel suo complesso o, in alternativa, per singolo “contributo”.

Il presente volume è stato stampato nel mese di febbraio 2005.

INTRODUZIONE

Può essere utile spiegare come, nella fattispecie, gli argomenti delle Tesi vengano talvolta proposti direttamente dagli studenti oppure siano da essi sollecitati al Professore. In questo caso, il Corso in questione ha offerto un'articolazione di temi di ricerca che, sia pure limitata, ha dato modo ad ognuno di orientarsi secondo la propria predisposizione.

Durante il quadriennio 2000-2004 al quale ci riferiamo, la scelta dei filoni di interesse è avvenuta secondo due principali direttrici:

- la prima, a lungo ponderata, dettata dall'esigenza di ritrovare i prodromi del Consolidamento degli Edifici Storici, nella propria storia, mai scritta in forma distinta da quella dell'Architettura o da quella più contigua del Restauro;
- la seconda, mossa dalla volontà di analizzare questioni tecnico-normative di attualità, inerenti la sicurezza delle costruzioni, verificandone gangli e applicabilità nell'architettura storica.

Le decisioni conseguenti sono state rispettivamente quelle di voler tentare:

- una prima sommissa scrittura della STORIA DEL CONSOLIDAMENTO;
- una riflessione sulla SISMICA intesa come rapporto tra terremoto e costruito;
- l'applicabilità della cosiddetta cartella clinica sulla salute degli edifici storico-artistici, nota come FASCICOLO DEL FABBRICATO.

La STORIA DEL CONSOLIDAMENTO si presentava di una tale complessità e vastità che si è deciso di suddividerne la scrittura secondo sette segmenti, affidati ad altrettanti allievi, affiancati, oltreché dal Relatore, anche da illustri esperti del periodo in ispecie, con il ruolo di Correlatori.

MARIANNA MAZZANOBILO, *L'età Romana*

Relatore: prof. arch. P. Rocchi

Correlatore: prof. arch. A. Viscogliosi

Controrelatore: prof. arch. P. Cimbolli Spagnesi

CRISTINA MARINELLI, *Periodo Romanico e gotico*

Relatore: prof. arch. P. Rocchi

Correlatore: dott. arch. R. Chiovelli

Controrelatore: prof. arch. L. D. Decanini

ROBERTA PLUMARI, *Il rinascimento*

Relatore: prof. arch. P. Rocchi

Correlatore: prof. arch. P. Fancelli

Controrelatore: prof. arch. A. Roca de Amicis

SABRINA PERSECHINO, *Il Barocco*

Relatore: prof. arch. P. Rocchi

Correlatore: prof. arch. A. Roca de Amicis

MARIA GRAZIA STAIANI, *Il Settecento e la prima metà dell'Ottocento*

Relatore: prof. arch. P. Rocchi

Correlatore: prof. arch. C. Varagnoli

Controrelatore: prof. arch. P. Fancelli

ALESSIA PIAZZA, *Dalla seconda metà dell'Ottocento alla prima metà del Novecento*

Relatore: prof. arch. P. Rocchi

Correlatore: prof. arch. M. L. Neri

Controrelatore: prof. arch. L. D. Decanini

EMILIA SERRA, *Dal Novecento all'epoca moderna*

Relatore: prof. arch. P. Rocchi

Correlatore: prof. arch. C. Feiffer

Controrelatore: prof. arch. T. Carunchio

BARBARA SARDELLA con una "liaison" trasversale rappresentata da: *Evoluzioni e limiti della meccanica delle*

murature attraverso l'analisi dei dissesti esemplari

Relatore: prof. arch. P. Rocchi

Correlatore: prof. arch. C. Varagnoli

Controrelatore: prof. arch. T. Carunchio

Le parti relative alla SISMICA ed al FASCICOLO DEL FABBRICATO, il lavoro è stato così suddiviso:

SABRINA GUNNELLA, *Effetti sismici sulle costruzioni in muratura*

Relatore: prof. arch. P. Rocchi

BARBARA LAMBERTI, GIORGIA PASQUINI, *Il Fascicolo del Fabbricato: la chiesa di San Paolo Apostolo ad Ardea, il Palazzo del Seminario di Nocera Umbra*

Relatore: prof. arch. P. Rocchi

Correlatore: dott. arch. Claudio Lo Monaco

La STORIA DEL CONSOLIDAMENTO e l'individuazione del metodo da seguire, per inquadrarne la ricerca, non è stata facile e neppure univoca: procedere attraverso i maggiori protagonisti dei diversi periodi, oppure fare riferimento agli episodi più significativi. E, in questo caso, seguendo una griglia di selezione ordinata sull'importanza delle Fabbriche o sull'emblematicità degli interventi eseguiti?

Come per ogni viaggio che si intraprende per scoprire terreni poco esplorati, alcune scelte si sono delineate mano a mano, con dubbi frequenti, ai quali diverse matrici utilizzate per l'organizzazione delle conoscenze via via acquisite, stentavano a dare un'ordinatura chiara.

Per cominciare ad inquadrarne la grande quantità e varietà di materiale a disposizione, è stato necessario individuare alcuni punti di riferimento che potessero essere considerati fissi e immutabili, a prescindere dalle epoche e dalle culture. Primo tra tutti, proprio il significato del termine "consolidamento", di cui già abbiamo fatto largamente uso.

“*Consolidamento*: il consolidare, il consolidarsi e il loro risultato. *Consolidare*: render solido, stabile”. La definizione di consolidamento, così come riportata nel Dizionario della Lingua Italiana, De Mauro, riconduce ad un'azione legata al raggiungimento di una maggiore stabilità (nella fattispecie di un edificio); mentre il concetto è rimasto sostanzialmente inalterato nel tempo, il modo di effettuare questo intervento è cambiato nei secoli, perché influenzato da una grande quantità di fattori propri di ogni epoca. Analizzando questi elementi e la loro evoluzione è stato possibile delineare una storia del consolidamento, sia pure embrionale, attraverso i secoli.

Una prima importante riflessione da fare tra i consolidamenti approntati nelle varie epoche, è legata al concetto che Brandi definirà come *riconoscimento dell'opera d'arte*; nel momento in cui ci si comincia a porre nei confronti di un manufatto architettonico avvertendone prima e progressivamente sempre più riconoscendone, le caratteristiche “artistiche”, l'approccio non consiste più in un semplice intervento di manutenzione finalizzato al soddisfacimento di un'esigenza funzionale o statica, ma acquista la consapevolezza della possibilità di *salvaguardare* un'opera, *migliorarla*, ovvero *rovinarla* da un punto di vista estetico. Questa sensibilità ancorché relativamente recente, può comunque indirettamente ritrovarsi in quasi tutti i periodi, nel momento in cui si pensa che il motivo per cui si realizzava un'opera d'arte non è rimasto immutato nei secoli: è stato legato alla magnificenza degli imperatori romani, alle esigenze di propaganda delle congregazioni religiose medioevali, alla glorificazione di Dio, al colto capriccio di un mecenate esteta. È dunque proprio il fine dell'arte contemporanea di ogni epoca che diviene un altro fattore determinante per l'individuazione di un atteggiamento comune nei confronti dell'esistente: conservare, riutilizzare, modificare, ampliare...

L'azione del consolidare, inoltre, è strettamente legata al pensiero filosofico e scientifico dell'epoca a cui appartiene, in una duplice maniera: da un lato l'opera d'arte ac-

questa valore, come si è detto, in base al suo riconoscimento che è influenzato dalla cultura del tempo (pensiero filosofico); dall'altro il consolidamento, in quanto disciplina che si occupa della stabilità di un edificio, è strettamente legato alle conoscenze della statica e della meccanica (pensiero scientifico). Si noti comunque che, fino al XIX secolo, la scienza e la filosofia costituivano sostanzialmente un'unica disciplina.

Esistono poi una serie di elementi oggettivi che hanno condizionato e condizionano il cantiere del consolidamento, che riguardano il livello di conoscenza raggiunto nell'ambito delle macchine per costruire, delle tecniche e tecnologie edificatorie, dei materiali, degli agenti patogeni, nei dissesti e nel degrado delle architetture.

Partendo da questi presupposti, è possibile delineare l'evoluzione del concetto di consolidamento, ridefinendone ogni volta il significato che assume in funzione degli elementi che lo hanno generato e descrivendone la manifestazione concreta come la possiamo leggere dai monumenti che ci sono stati tramandati. Di conseguenza è possibile individuare dei periodi di tempo più o meno ampi, all'interno dei quali l'approccio nei confronti dell'esistente è abbastanza uniforme. I segmenti temporali considerati sono quindi stati così suddivisi: L'Impero Romano, il Periodo Romanico e Gotico, il Rinascimento, il Barocco, il Settecento e la prima metà dell'Ottocento, dalla seconda metà dell'Ottocento alla prima guerra mondiale, dal Novecento all'epoca moderna.

Si può ragionevolmente supporre che l'origine del consolidamento murario inizi con la diffusione dell'opera cementizia, che rese meno conveniente la distruzione delle strutture gravemente danneggiate e la successiva ricostruzione; per quanto riguarda l'età antica, quindi, è stato considerato un lasso di tempo compreso fra il III secolo a.C. e il V secolo d.C.

Per parlare in maniera dettagliata di consolidamenti in un'epoca tanto lontana, caratterizzata da un approccio al mondo delle costruzioni profondamente diverso da quello

attuale, è necessario analizzare la questione da una visuale molto ampia: risulta fondamentale cercare di capire in che maniera gli architetti romani si ponessero di fronte ai manufatti che dimostravano problemi di stabilità o, più in generale, i cui ampliamenti e modifiche avrebbero influenzato il funzionamento strutturale.

Il restauro presso i romani, infatti, ha spesso assunto carattere di accomodamento, cura, manutenzione; si parlerà, dunque, di restauri, consolidamenti, ricostruzioni, ponendo l'attenzione sulle esigenze strutturali scaturite da tali interventi e sulle modalità di esecuzione.

Lo studio del consolidamento in quest'epoca antica è stato diviso in due parti: la prima propone un avvicinamento alle conoscenze tecniche di questo popolo, per capire il grado di consapevolezza acquisita relativamente al comportamento delle strutture ed alla distribuzione delle forze all'interno di esse. Conoscere il sistema di spinte che deriva dalla morfologia del manufatto e, di conseguenza, i possibili danni, costituisce infatti il presupposto fondamentale capace di produrre un intervento di consolidamento opportuno ed adeguato. La seconda parte si occupa dell'analisi di alcuni fra i più rappresentativi provvedimenti messi in atto, distinti per quanto possibile in base alla datazione, per evidenziare cambiamenti o evoluzioni in linea con l'evolversi delle tecniche e dei materiali utilizzati. In questa maniera è stato possibile individuare dei miglioramenti rispetto al ripetersi delle soluzioni più ovvie e intuitive, soprattutto riferite alle condizioni di equilibrio dei sistemi voltati. I nuovi materiali introdotti e sperimentati, inoltre, sono stati posti comunque in evidenza in ogni periodo, in quanto hanno spesso caratterizzato gli interventi di consolidamento migliorandone l'efficacia.

Il ricorrere di una mentalità e di un modo di agire comune rimane comunque il dato essenziale dell'argomentazione, senza essere smorzato da quelle sottili differenze riscontrate. Differenze che in costruzioni particolari come gli acquedotti, hanno permesso di riconoscere gli interventi succedutisi e di avanzare delle ipotesi

di confronto sul modo di risolvere problemi strutturali in momenti diversi.

L'elemento più significativo ai fini di questo studio riguarda la tipologia delle provvidenze che vengono riproposte in tutte le epoche: aggiunta di speroni o contrafforti, raddoppio dello spessore murario, operazioni finalizzate al contenimento delle spinte generate dagli ambienti voltati, o comunque da azioni orizzontali.

Come si è detto, l'introduzione di materiali con caratteristiche di resistenza elevate, ha permesso la realizzazione di sostegni più efficaci: fin dalla tarda età repubblicana, il miglioramento della tecnica muraria veniva affidato all'aumento della coesività fra i vari componenti; a partire da Augusto, la malta, oltre a garantire la connessione e la collaborazione fra nucleo cementizio e cortine esterne, diventa un materiale autonomo in grado di offrire eccezionale resistenza. Anche nei consolidamenti degli acquedotti, l'introduzione del laterizio, caratterizzato da una buona resistenza all'umidità, ha migliorato l'efficacia degli interventi mantenendone inalterata la tipologia. Uno sperone realizzato in opera testacea o mista anziché in sola opera reticolata consentiva un intervento più efficace, dal momento che risultava più adatto ad assorbire le spinte trasmesse da volte, cupole, o comunque elementi archivoltati.

Il miglioramento delle caratteristiche coesive e di resistenza della malta e dell'opus caementicium è risultato ancor più efficace negli interventi interni alle murature come le operazioni di "cuci e scuci", o l'inserimento di catene in attestazioni risaldate e di diatoni fra i componenti murari distaccati, in cui la capacità di far aderire mutuamente gli elementi opponendosi allo scorrimento o agli sforzi di trazione e taglio è risultato fondamentale.

In un'epoca in cui l'Imperatore decideva ricostruzioni e restauri da eseguire, si intuisce facilmente come il fattore socio-economico influenzasse in maniera spesso determinante la quantità e la qualità degli interventi stessi. Il ricorrere di un certo materiale, con analoghe caratteristi-

che dimensionali e di colore nelle strutture di consolidamento realizzate in un certo periodo, è risultato un fenomeno tipico degli anni di maggiore prosperità economica, quando il laterizio proveniva soprattutto dalle fabbriche private. In altri periodi è stato invece sottolineato un più significativo uso di materiale proveniente da edifici vetusti (operazione comunque sempre eseguita), che in particolari condizioni economiche e di urgenza diviene un atteggiamento dominante, comportando non poche difficoltà nella datazione degli interventi. Come sottolineato da J. P. Adam¹, tuttavia, tutti i grandi lavori di restauro, come le ricostruzioni di monumenti rovinati a causa di incendi possono per noi non essere i più significativi; è nei rifacimenti più modesti che talvolta vanno cercate espressioni tecniche nuove e diverse, soprattutto se dettate dall'urgenza e dalla mancanza di mezzi.

Pompei risulta uno degli esempi più eloquenti in questo campo: negli stessi anni in cui a Roma si fa largo uso di opus testaceum, qui è utilizzato solo nei punti strutturali più significativi delle costruzioni danneggiate, mentre la maggior parte degli interventi comuni quali "cuci e scuci" o risarciture di lesioni più o meno gravi, si caratterizza per l'uso di materiale di risulta più vario.

In ogni epoca, inoltre, la ricchezza economica ha stimolato una maggiore sperimentazione nel campo architettonico, resa possibile da quei miglioramenti delle tecniche appena citati. È stato interessante notare come tutti questi elementi abbiano saputo modificare e spesso migliorare anche le modalità di realizzazione delle strutture di sostegno. Nel cosiddetto Tempio di Minerva Medica l'ultimo intervento introduceva due esedre laterali in funzione di contenimento delle spinte della cupola, si tratta quindi di strutture nate da motivazioni statiche aventi però esse stesse un valore architettonico, che un intervento di ispessimento del muro di sostegno non avrebbe avuto.

¹ J.P. Adam, *L'arte di costruire presso i romani: materiali e tecniche*, Milano 1989, p. 163.