

TOPOGRAFIA ANTICA (L-ANT/09)  
LM QPA – I ANNO  
LEZIONE IX

DOCENTE Jessica Clementi

# TECNICHE COSTRUTTIVE DELLE MURATURE ANTICHE: MATERIALI

## MATERIALI NATURALI

- argilla (cruda o cotta)
- Legno
- Pietrame: grezzo (alluvionale e di frantumazione) o lavorato (blocchi in pietra squadrata)

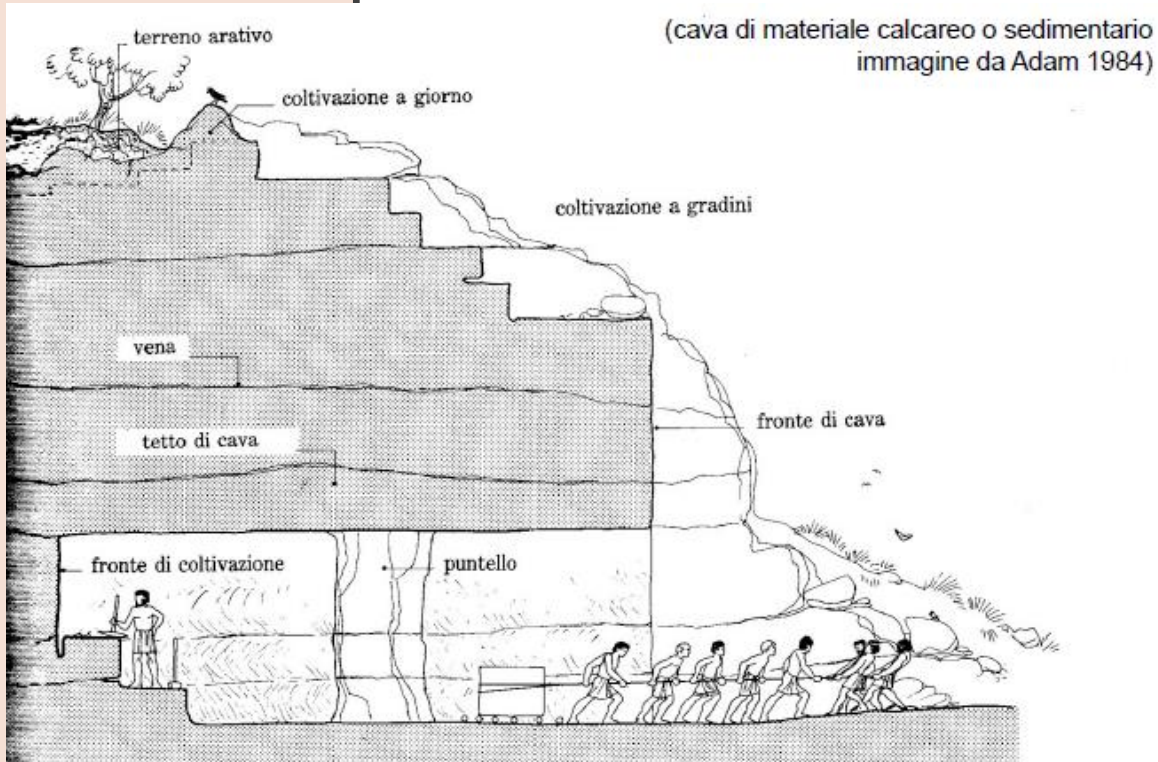
## MATERIALI ARTIFICIALI

- Laterizi  
(mattoni, tegole, manubriati,...)
- Malta

L'impiego di un materiale piuttosto che di un altro dipende dalla disponibilità in loco o in sua prossimità dello stesso; ciò non esclude che per strutture di una certa rilevanza si siano impiegati materiali reperiti al di fuori del territorio di costruzione.

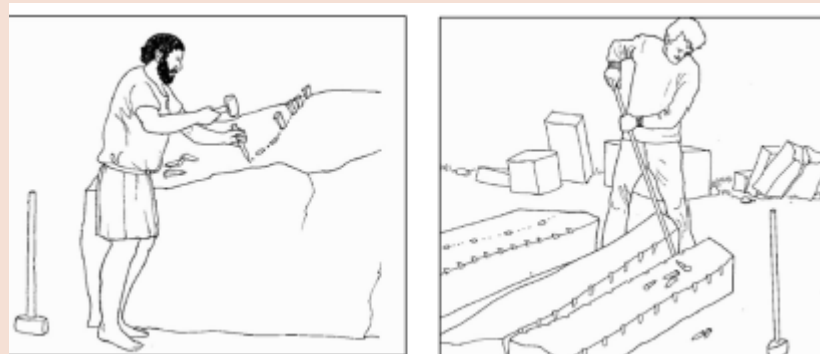
La tipologia di materiale impiegato è funzione sia delle condizioni economiche nell'epoca di costruzione e sia della tradizione costruttiva locale.

# ESTRAZIONE PIETRA

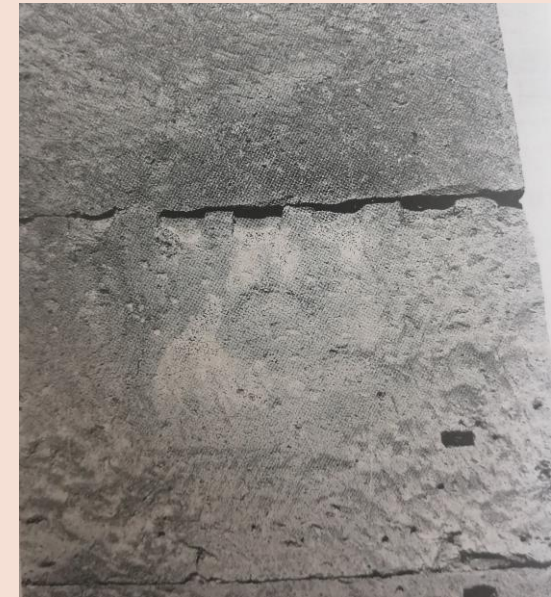


- coltivazione a giorno o a cielo aperto: raccolta di materiali erratici in superficie dopo eliminazione degli strati superficiali danneggiati
- coltivazione a gradini o secondo un fronte di cava (dipende da terreno, disposizione vena rocciosa compattezza e qualità materiale lapideo)
  - forma anfiteatroide (a mezza costa sui rilievi)
  - Cava a fossa (pianura)

- strati e fessure naturali o linee guida artificiali/ solchi nella roccia.
- cunei di ferro o legno agevolano distacco



Siracusa: scanalature preparatorie

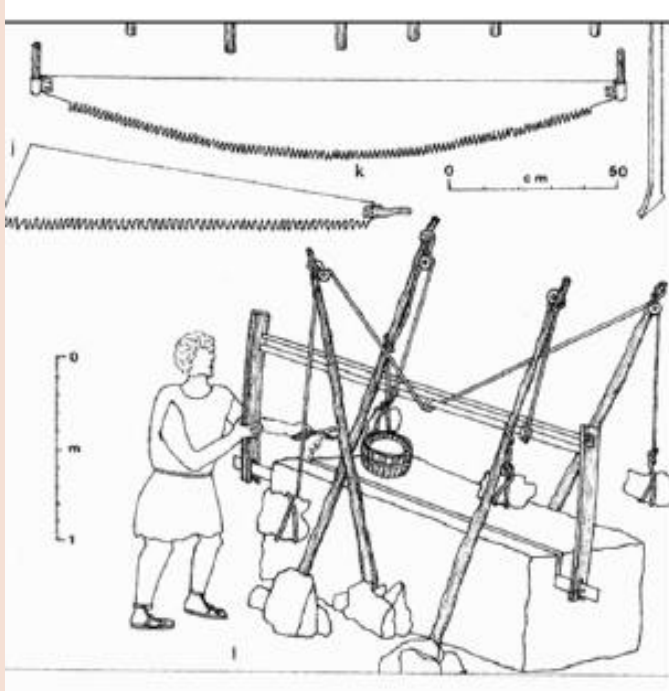


Pompei: blocco tufo con alloggiamento cunei usati per scalfarlo

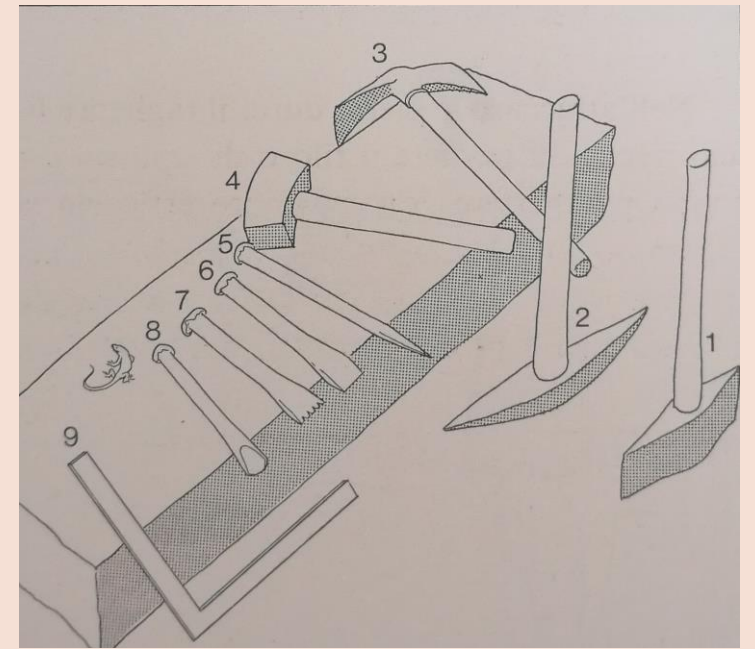
# TAGLIO DELLA PIETRA

- sega (serra, serrula) per pietre costose (es. marmo) → tempo di lavorazione molto lungo.

Lama liscia per pietra dura + sabbia (abrasivo), dentellata per pietra tenera.



Pompei. Blocco di marmo tagliato con la sega nel cantiere del tempio di Venere



Attrezzi essenziali per tagliapietre:

a. Percussione diretta

1. Doppia ascia

2. Piccone

3. ascia-martello a tagli ortogonali/scalpellina

4. Mazzetta

b. Percussione indiretta

5. Punteruolo

6. Scalpello dritto

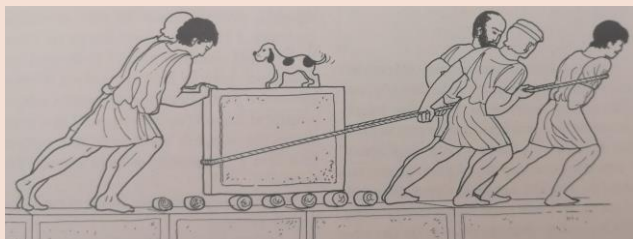
7. Gradina

8. Sgorbia

+ abrasivi (raspe, sabbia e pietre abrasive).



# TRASPORTO E SOLLEVAMENTO



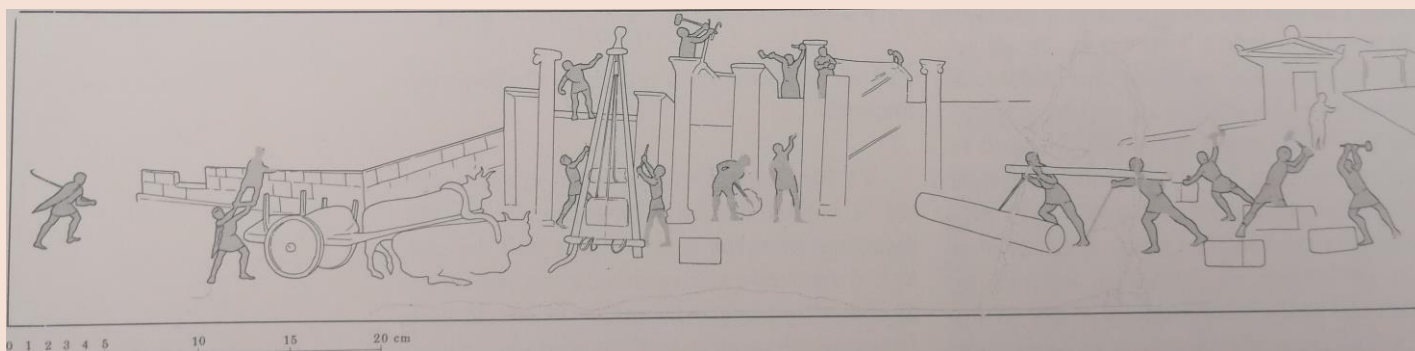
Trasporto blocchi semi-lavorati su rulli di legno, con funi e leve



Capre a verricello manovrate con leve da un rilievo in terracotta sulla via Cassia

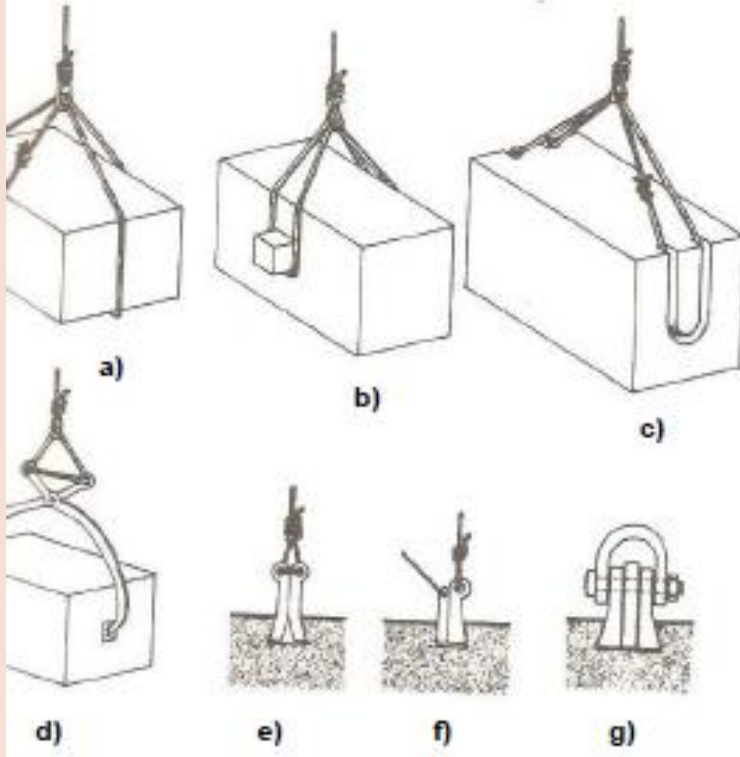


Tomba Haterii. Macchina di sollevamento di grande potenza, con 7 montanti muniti di paranchi e ruota cava azionata da 5 operai

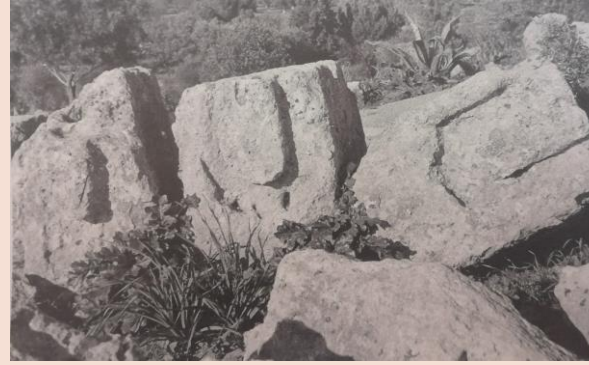


Pittura dal calidarium della villa di S. Marco a Stabia: due uomini manovrano le leve del verricello di una capra ancorata a terra mentre un terzo sul muro attende l'arrivo del blocco per disporlo sul filare

# AGGANCIAMENTO DEI BLOCCHI



Porta S. Sebastiano, Roma.  
Tenoni non asportati



Tempio Giunione  
Lacinia, Agrigento.  
Orecchioni laterali  
incavati



Fori per alloggiamento tenaglie  
nell'anfiteatro di El Jem



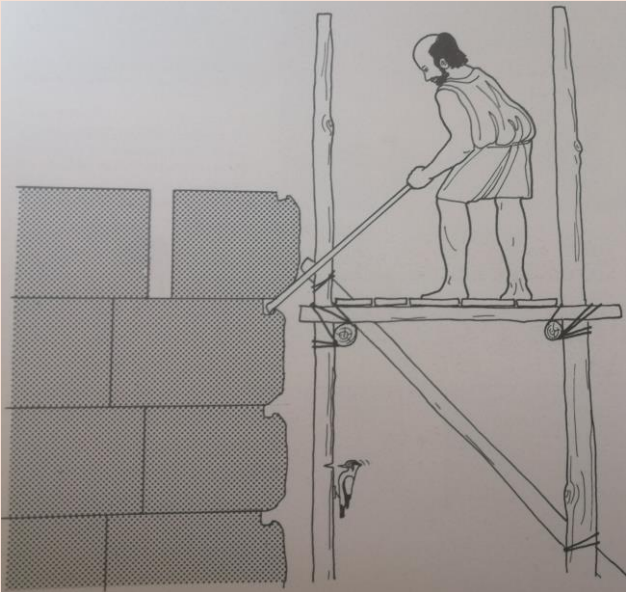
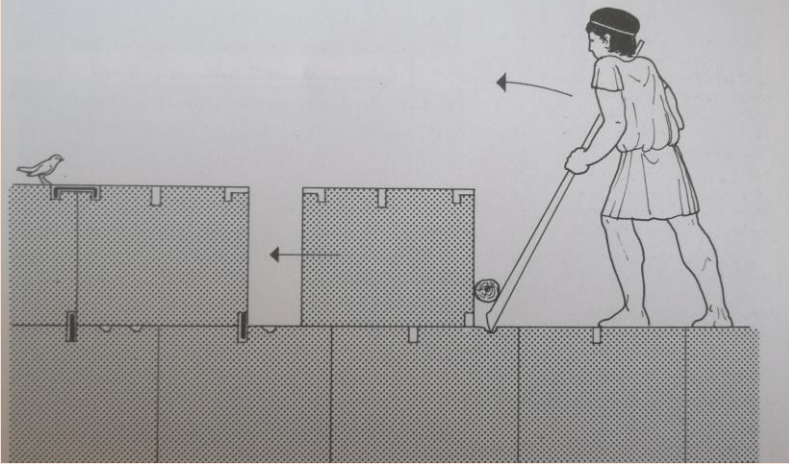
Pompei. Fori di  
olivella su pietre  
della soglia di  
edificio pubblico

- a) imbracatura;
- b) aggancio delle funi alle sporgenze del concio;
- c) aggancio delle funi entro incastri ad U;
- d) Ferrei forcipes o tenaglia;
- e) Ferrei forcipes divaricati;
- f) olivella a 2 elementi;
- g) olivella a 3 elementi



# ACCOSTAMENTO E FISSAGGIO

Accostamento blocchi con leva e fissaggio



Accostamento laterale dei blocchi a partire dal paramento

Collegamento dei conci in pietra mediante incastri e grappe metalliche

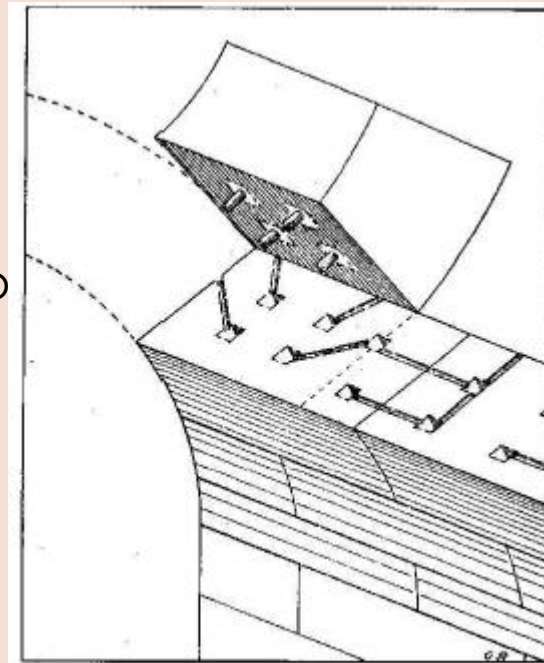
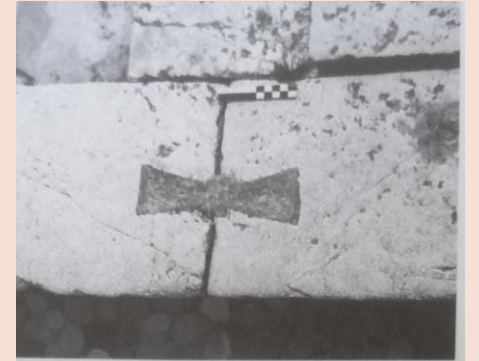


Fig. 61. - Impetramento dei conci di un arco: ponte Cestio.

Pompei

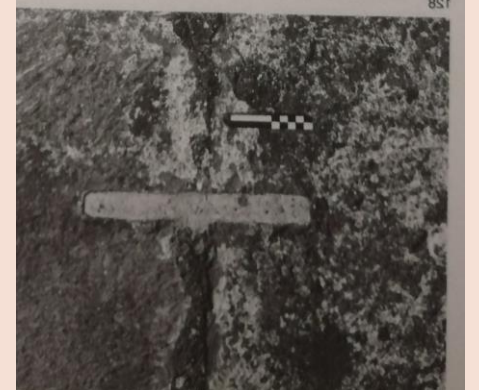
Grappa a doppia coda di rondine



Grappa a doppia T

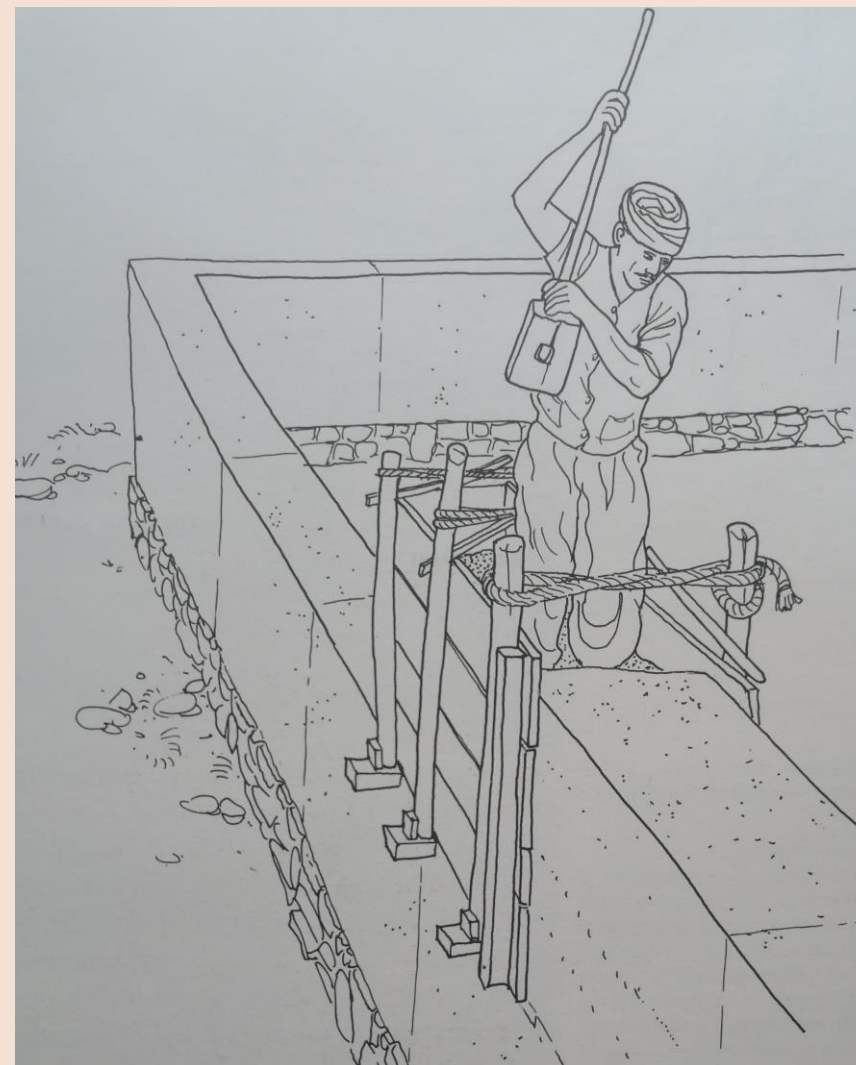
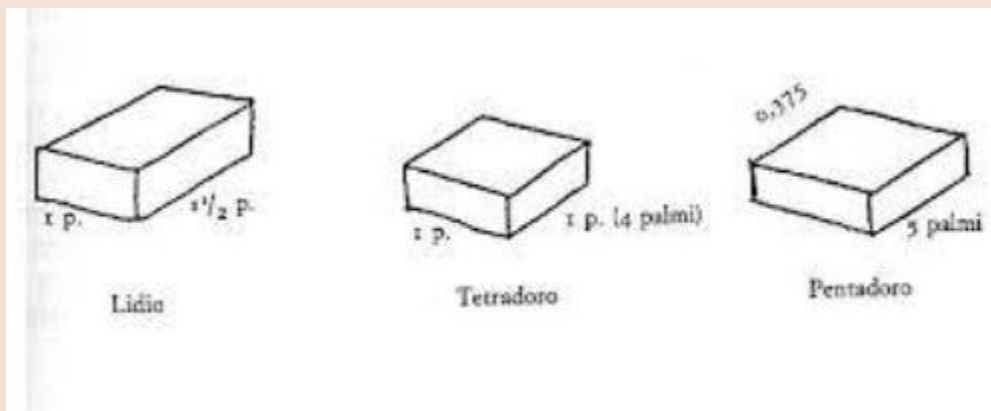


Grappa a P greco



# ARGILLA CRUDA

1. **pisè** → argilla + sabbia di diversa granulometria (migliora anche la lavorabilità dell'impasto)
2. **torchis** → argilla + paglia tritata (fibre riducono la fessurazione da ritiro; alleggeriscono il materiale; incrementano la resistenza a trazione).  
Posa in opera avveniva entro cassaforme (max 2-3m lung. x 1 m di h)
  - Alla base zoccolo in pietra o in muratura
3. **lateres** (mattoni crudi) → stesso procedimento pisè.  
Richiede stagionatura (2 anni) prima della messa in opera

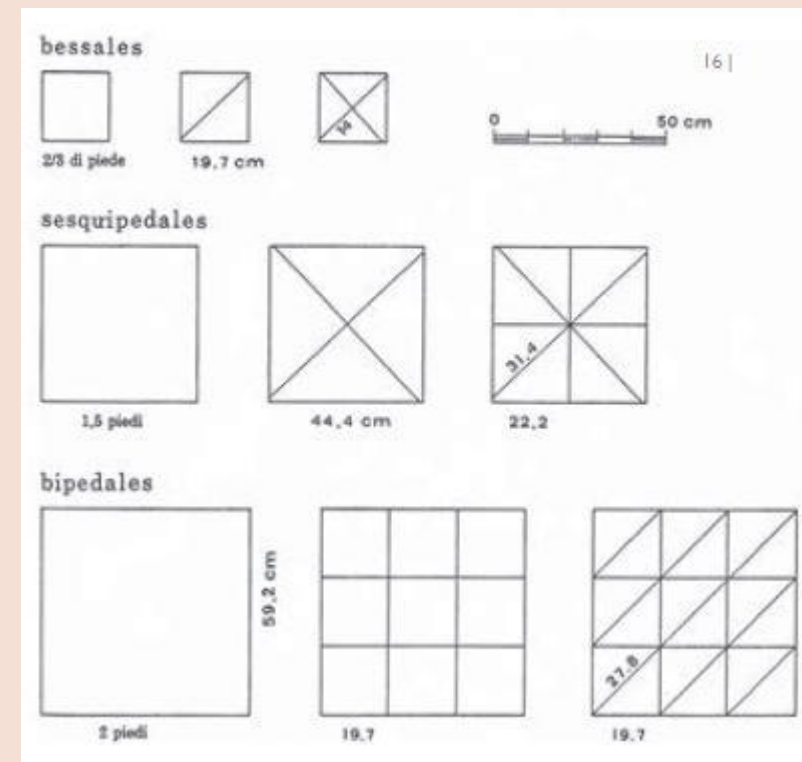
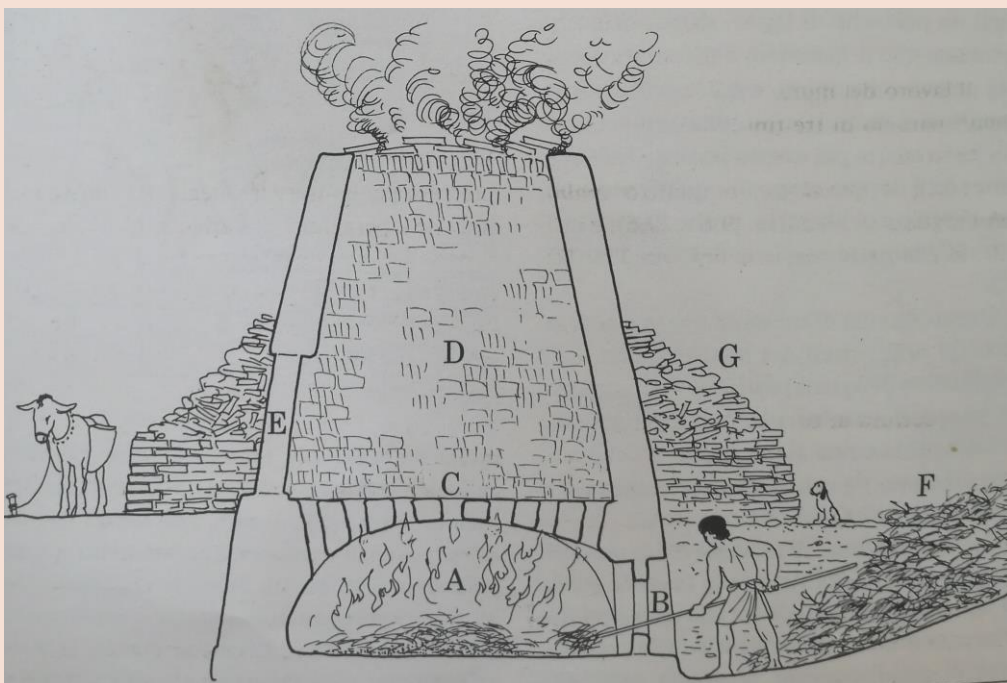


Messa in opera del pisè  
entro cassaforma lignea



# ARGILLA COTTA

- Mattoni cotti: fabbricati a partire dall'argilla impastata con acqua e l'impasto veniva compresso a mano in uno stampo in legno generalmente di forma quadrata
- Le fornaci avevano una camera di combustione sotterranea e l'aria calda raggiungeva la camera di cottura attraverso fori praticati nel pavimento con temperature di circa 700/1000 gradi.

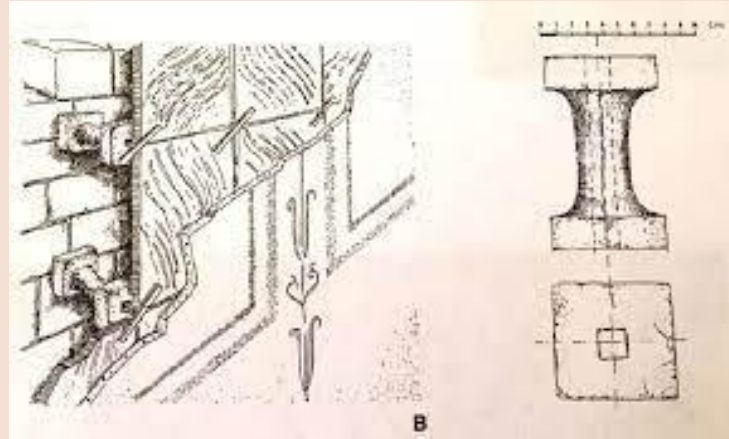


## MISURE

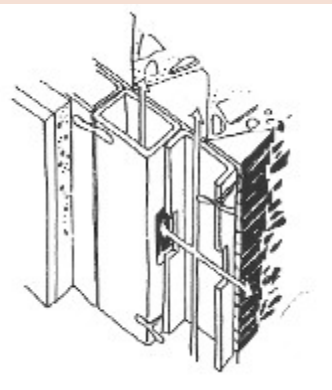
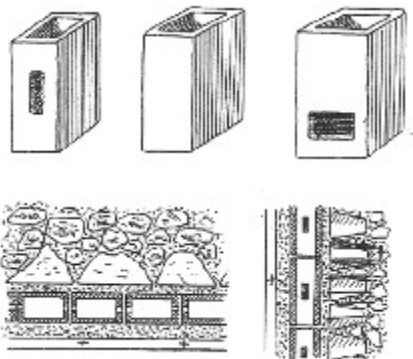
- Bessale (lato di circa 20 cm)
- Pedale (lato di circa 30 cm)
- Sesquipedale (lato di circa 45 cm)
- Bipedale (lato di circa 60 cm).



Produzioni fittili con funzioni specifiche



tubazioni a sezione circolare per condotte idriche e a sezione rettangolare (aria)



ROLANTLS

PRIMGENDVO  
DOMTIORSRF

Q·PAPRI  
FIGVLI

APROETPAECOS  
MFABLICYMNI



Bollatura in fabbrica (rettangolare, lunata, circolare, a lettere rilevate o a lettere cave) con la data consolare o altri elementi permette di datare le cortine in un edificio e stabilirne le fasi edilizie

## MALTA

- **MALTA = AGGREGATI + LEGANTE + ACQUA (+ ADDITIVI)**

- Aggregati: prevalentemente fini e con diversa granulometria, che possono essere sabbia o pietra macinata;
- Leganti inorganici od organici (altrimenti detti "litoidi"): materiale derivante dalla cottura di rocce sedimentarie o metamorfiche, che, mescolato con acqua, dà origine a masse plastiche. Esse induriscono formando un composto compatto che resiste di norma a sollecitazioni meccaniche e agenti atmosferici
- eventuali additivi organici e/o inorganici (es. fibre naturali, cocchiopesto, sabbie vulcaniche).



# LEGANTE: LA CALCE

## - CALCE AEREA

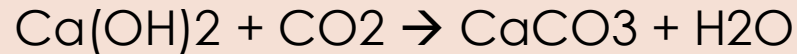
Calcinazione di rocce carbonatiche a temperature medio-inferiori agli  $850^{\circ}$  → riduzione di peso di circa  $1/3$  "calce viva".



Mescolata con acqua, indurisce se esposta all'aria (carbonatazione) dando luogo a carbonato di calcio "calce spenta"



La calce aerea (calce spenta) è in grado di far presa e di indurire solo a contatto con l'aria:



→ In base a percentuale di acqua aggiunta si otteneva grassello (calx macerata) o in latte di calce (20-30% di acqua) o in acqua di calce usata in medicina come disinfettante.



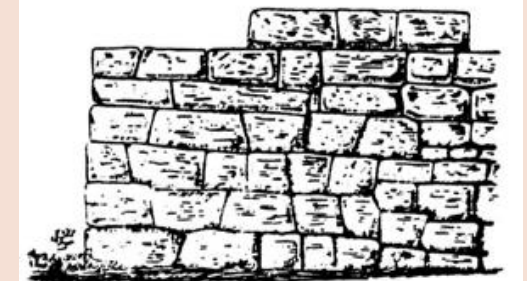
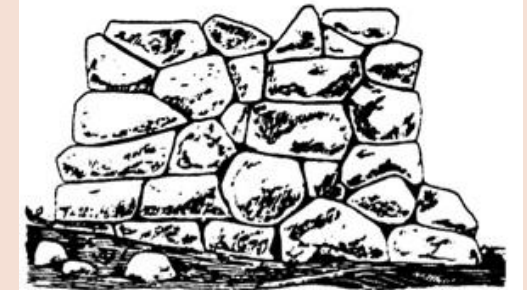
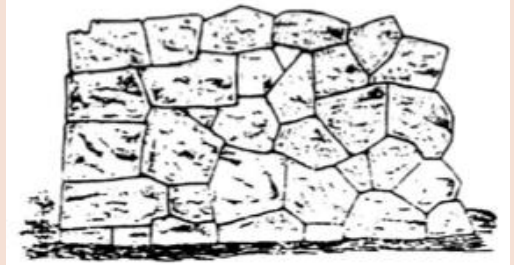
## CALCE IDRAULICA

-pietra calcarea non pura o calcare marnoso con impurità argillose (silice ed allumina) che conferiscono proprietà idrauliche alla calce, ossia la presa e l'indurimento avvengono anche in assenza d'aria e sott'acqua.

N.B.: I Romani non conoscevano l'uso della calce idraulica, ma confezionavano la malta idraulica ricorrendo ad aggiunte naturali (pozzolana) o artificiali (polvere di laterizio)

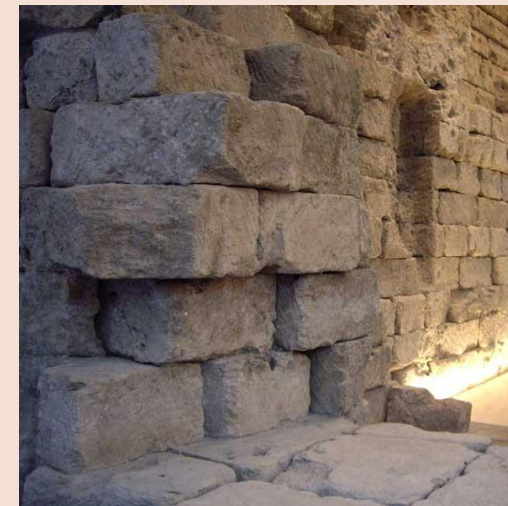
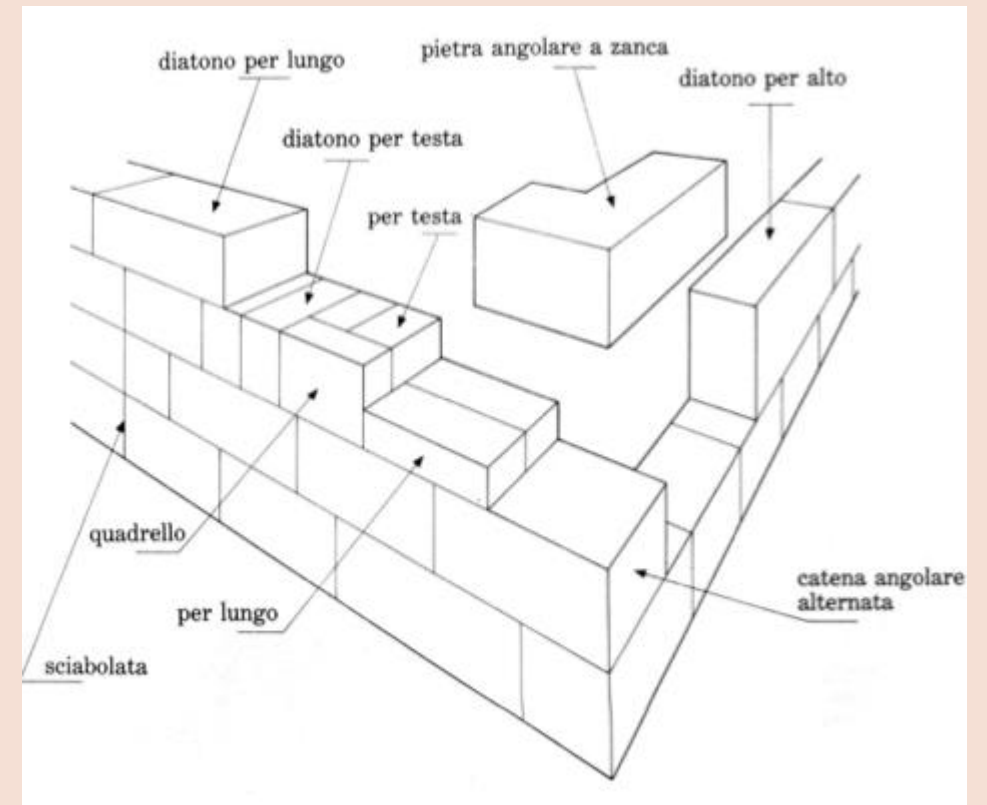
# OPERA POLIGONALE/OPUS SILICEUM

- diffusa nell'Italia centrale fino al II secolo a.C., consiste nella sovrapposizione di massi in pietra non lavorati, anche di notevoli dimensioni, senza ausilio di leganti, grappe o perni. Veniva utilizzata per mura di terrazzamento, contenimento di terrapieni e per mura con scopi difensivi.
- diverse maniere → no evoluzione cronologica
- 1) i massi sono utilizzati come trovati in natura, senza lavorazioni, con ampi interstizi riempiti da schegge e frammenti di rincalzo
- 2) i massi vengono scelti con maggior cura e subiscono una grossolana lavorazione, soprattutto sui piani di posa e sulla faccia in vista.
- 3) la pietra viene lavorata, in modo che le superfici di contatto coincidano perfettamente, senza interstizi; sulla faccia in vista sono perfettamente piani, di forma poligonale si adattano perfettamente gli uni agli altri. Si cura che i piani di posa non siano troppo accentuatamente inclinati.
- 4) i piani di appoggio tendono a divenire orizzontali, pur restando discontinui, e i blocchi tendono ad assumere una forma parallelepipedica



# OPERA QUADRATA

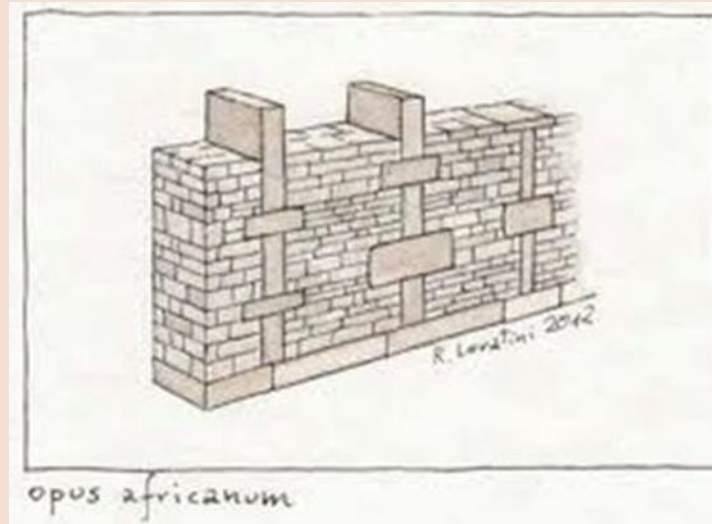
- In ambito romano la tecnica viene utilizzata già a partire dal VI secolo a.C. e si affinò progressivamente, con una maggiore regolarità del taglio e una disposizione più articolata dei blocchi. L'uso continua anche dopo l'introduzione del cementizio per tutta l'età imperiale, affiancato alle altre tecniche.
- Tale muratura è costituita da due ordini di pietre, ossia gli ortostati, blocchi parallelepipedi posti con il loro lato più lungo nello sviluppo longitudinale del muro, ed i diatoni, con il lato più lungo disposto lungo lo spessore del muro.
- Possono essere disposti a filari alterni per testa e taglio oppure alternati su ciascun filare oppure solo ortostati o solo diatoni



Roma,  
Fondazioni  
Tempio  
Giove  
Capitolino,  
VI sec. a.C.



- **opus africanum**: struttura a scacchiera costituita da catene di grandi blocchi squadrati verticali e orizzontali (gli orizzontali più larghi dei verticali) + file orizzontali di pietre più piccole (riempimento)



**opus craticium**: metodo più diffuso di muro a struttura mista, per facciate esterne dei piani superiori delle abitazioni (il piano terreno viene realizzato con murature diverse) e nei tramezzi interni di divisione delle stanze sia al piano terreno che nei piani superiori.



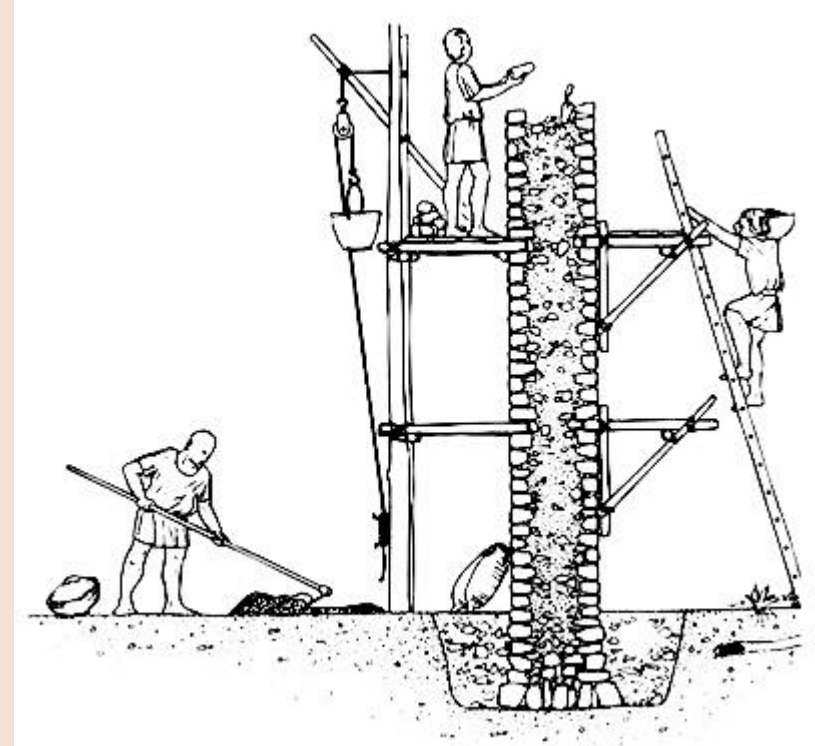
a)



b)

# OPUS CAEMENTICIUM

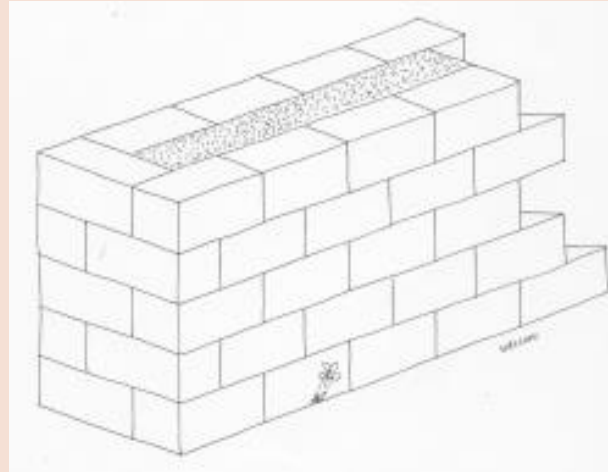
- Muratura in concrezione: malta e pietrisco messi in posa tra due paramenti esterni.
- Le facce esterne del muro intese come la cassaforma per la costruzione della concrezione interna, realizzata ponendo a strati successivi prima i *caementa*, pietre di circa 10 cm di dimensione media, e poi la materia, malta di calce resa idraulica mediante la pozzolana





# PARAMENTI

- **opus quadratum**: blocchi parallelepipedi regolari (quadrati lapides) disposti a secco



- **opus incertum**: pietre piccole e talvolta sbozzate e lavorate nella facciavista, legate da malta piuttosto magra. Introdotto a Roma nel II secolo a.C. e rimane in uso fino al II secolo d.C., soprattutto in costruzioni private di non grande impegno e per i terrazzamenti





# PARAMENTI

- **opus quasi reticulatum**: pietre quadrate (cubilia) messe in opera in file irregolari e inclinate e viene impiegato dal 100 al 60 a.C.



- **opus reticulatum**: dalla fine del II secolo a.C. ed ha il suo momento di massima applicazione dal 55 a.C. circa. Tufelli piramidali, con la base maggiore in facciata, disposti a filari inclinati di 45 gradi sul piano → minore quantità di malta utilizzata.

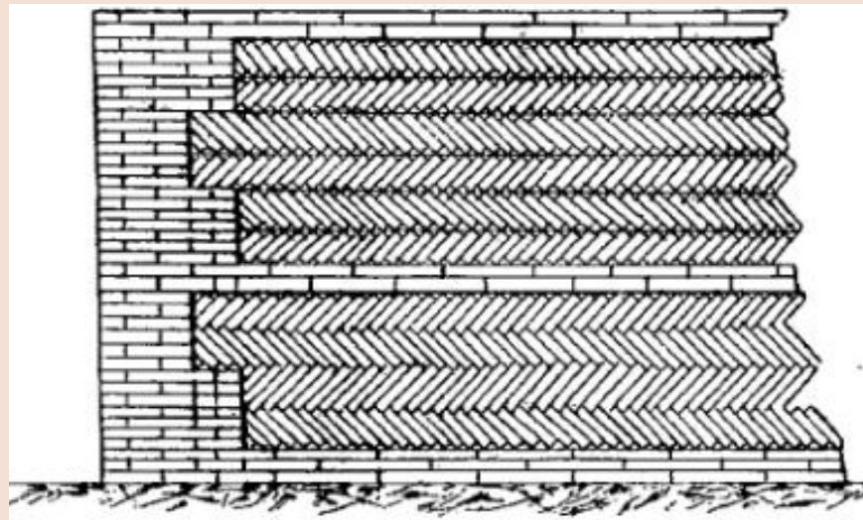




- **opus vittatum:**  
blocchetti  
quadrangolari della  
stessa altezza su filari  
orizzontali diffusa  
dall'età augustea



- **opus spicatum:**  
composto da mattoncini  
disposti a coltello uniti a  
formare una spina di  
pesce, è applicato sia nei  
paramenti delle murature  
che nei pavimenti ed è  
utilizzato, dal I sec. nei  
cortili, nelle terrazze e nei  
magazzini.





- **opus testaceum**: da metà del I secolo a.C. - tutta l'età imperiale → uso di cortina laterizia in parete con o senza intonaco di rivestimento diviene sistematico sotto Tiberio nei Castra Praetoria. Oltre ai mattoni, anche le tegole spezzate e smarginate, potevano essere utilizzate per i paramenti.
- Particolari cromie utilizzate argille per decorare.
- A partire dall'epoca adrianea la muratura in laterizio si impiega anche per le ammorsature degli spigoli insieme all'opera reticolata (opus mixtum)





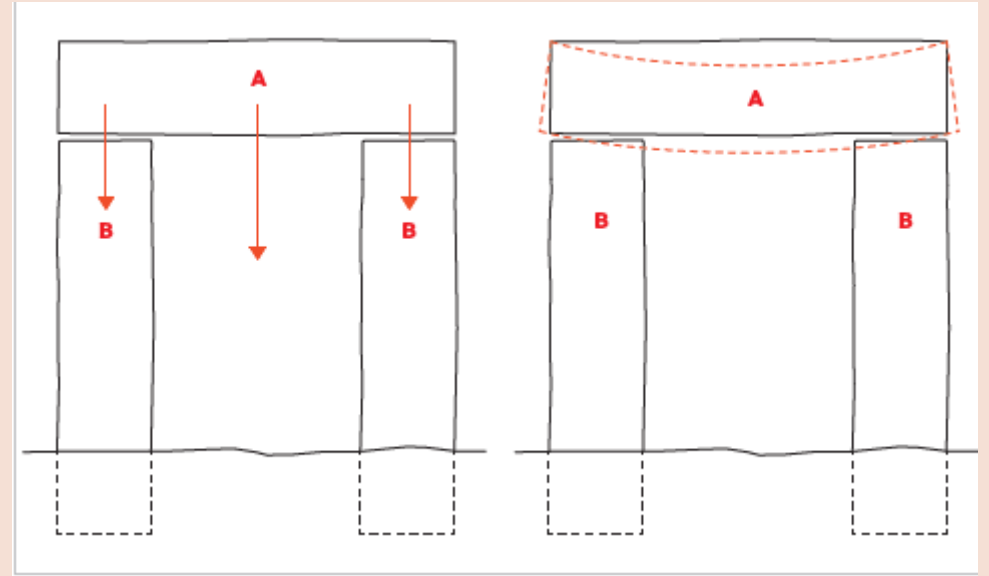
# COPERTURE

- NON SPINGENTI: le cui forze lavorano in verticale

**ARCHITRAVE** → elemento monolitico in legno o in pietra poggiante su sostegni verticali (piedritti). Sotto i due piedritti ci sono solitamente delle fondazioni più larghe, utili per distribuire il peso in modo omogeneo e permettere una maggiore stabilità.

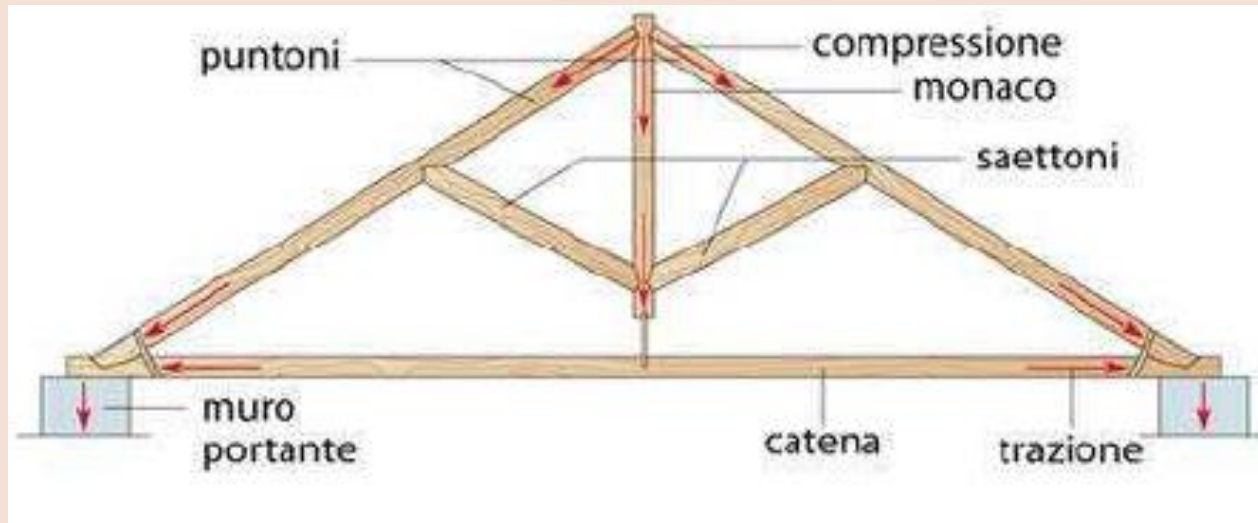
Lunghezza max di 5 o 6 m, oltre rischio di crollo;  
Se ligneo regge pochi carichi.

**ARCO AD AGGETTO** → non è usato in ambito romano, ad eccezione delle architetture megalitiche nelle antiche cinte murarie



- **CAPRIATA:**

- Sistema di copertura adatto se voglio ricoprire uno spazio monumentale con una struttura leggera.
- struttura triangolare: due puntoni e una catena scarica peso verticalmente su piedritti. Saeettoni scaricano peso sul monaco (che non è in connessione con la catena) contrastando ulteriormente il peso esercitato sui puntoni.

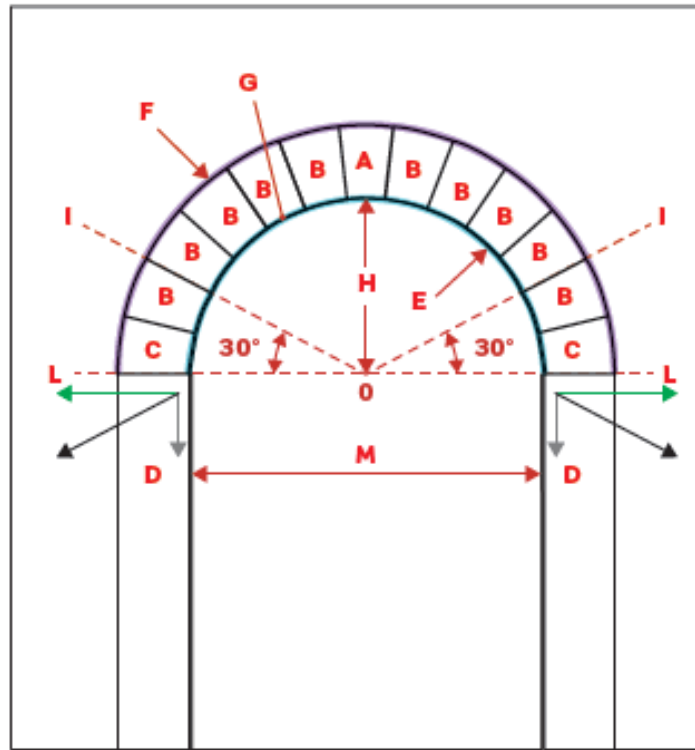


- SISTEMI SPINGENTI:




- **ARCO**

-in grado di coprire vani ampi anche 15-20 m, reggendo al contempo notevoli pesi, purché si facesse attenzione a contrastare le spinte esercitate sui piedritti in conseguenza del peso

-le forze che lavorano sui conci hanno una direzione in parte verticale, in parte laterale → linea di forza risultante dalle spinte e contropinte deve rimanere nel suo nucleo inerziale, il terzo medio



- |                                         |                            |
|-----------------------------------------|----------------------------|
| <b>A.</b> Chiave di volta               | <b>I.</b> Giunto alle reni |
| <b>B.</b> Concio                        | <b>L.</b> Piano d'imposta  |
| <b>C.</b> Concio d'imposta (o peduccio) | <b>M.</b> Luce (o corda)   |
| <b>D.</b> Piedritto (o spalla)          |                            |
| <b>E.</b> Intradosso                    |                            |
| <b>F.</b> Estradosso                    |                            |
| <b>G.</b> Linea direttrice (o sesto)    |                            |
| <b>H.</b> Freccia (o saetta o monta)    |                            |

-  azioni esercitate dall'arco sui piedritti:  
 spinte  
 peso

Porta Rosa Velia



Porta Sirena Paestum



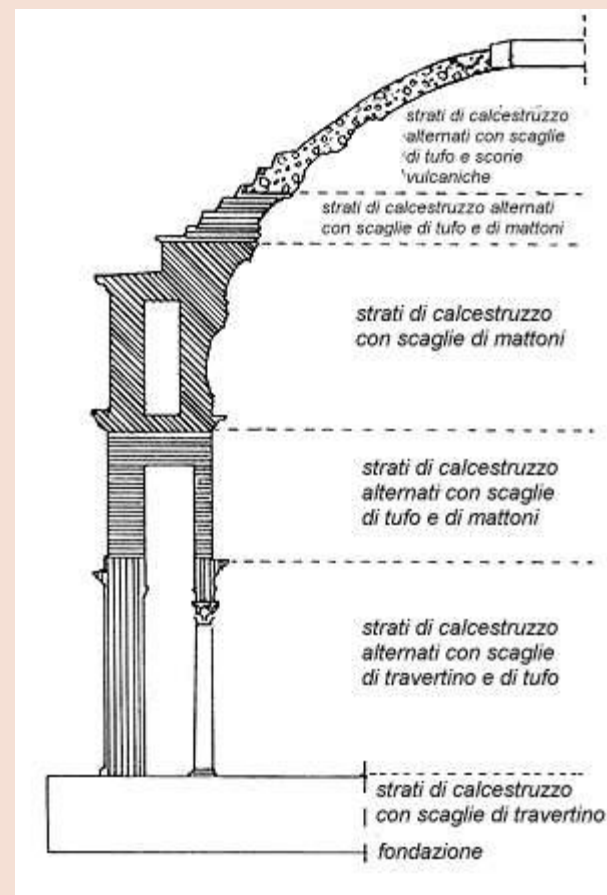
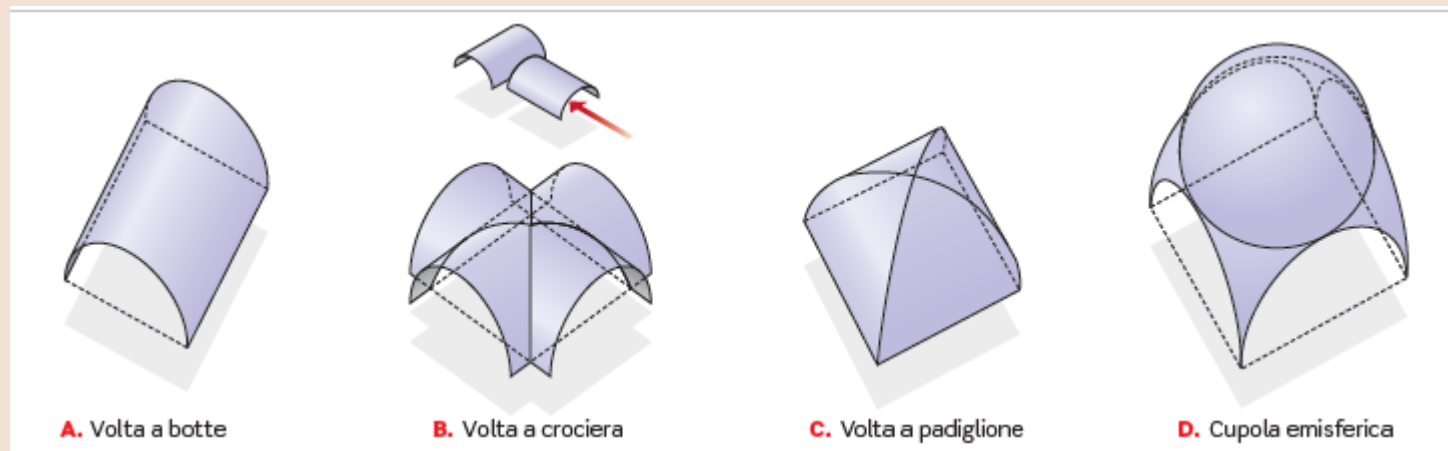
Porta Giove Falerii Novi



## **VOLTA:**

Applicazione del principio dell'arco su spazi sviluppati anche in profondità  
→ può coprire vani di più di 40 m di luce senza uso di sostegni intermedi

- A. la volta a botte semicilindrica: vani compresi tra due pareti parallele;
- B. la volta a crociera, intersezione di due volte a botte, ideale su spazi quadrati delimitati da quattro pilastri;
- C. la volta a padiglione, combinazione di quattro spicchi di superficie cilindrica, adatta a spazi quadrati delimitati da pareti;
- D. la cupola emisferica, su spazi circolari o poligonali, eventualmente con elementi di raccordo negli angoli → dal I sec. --> cd. Tempio Mercurio a Baia, poi sala ottagonale Domus Aurea e Rotonda Domiziano ad Alba

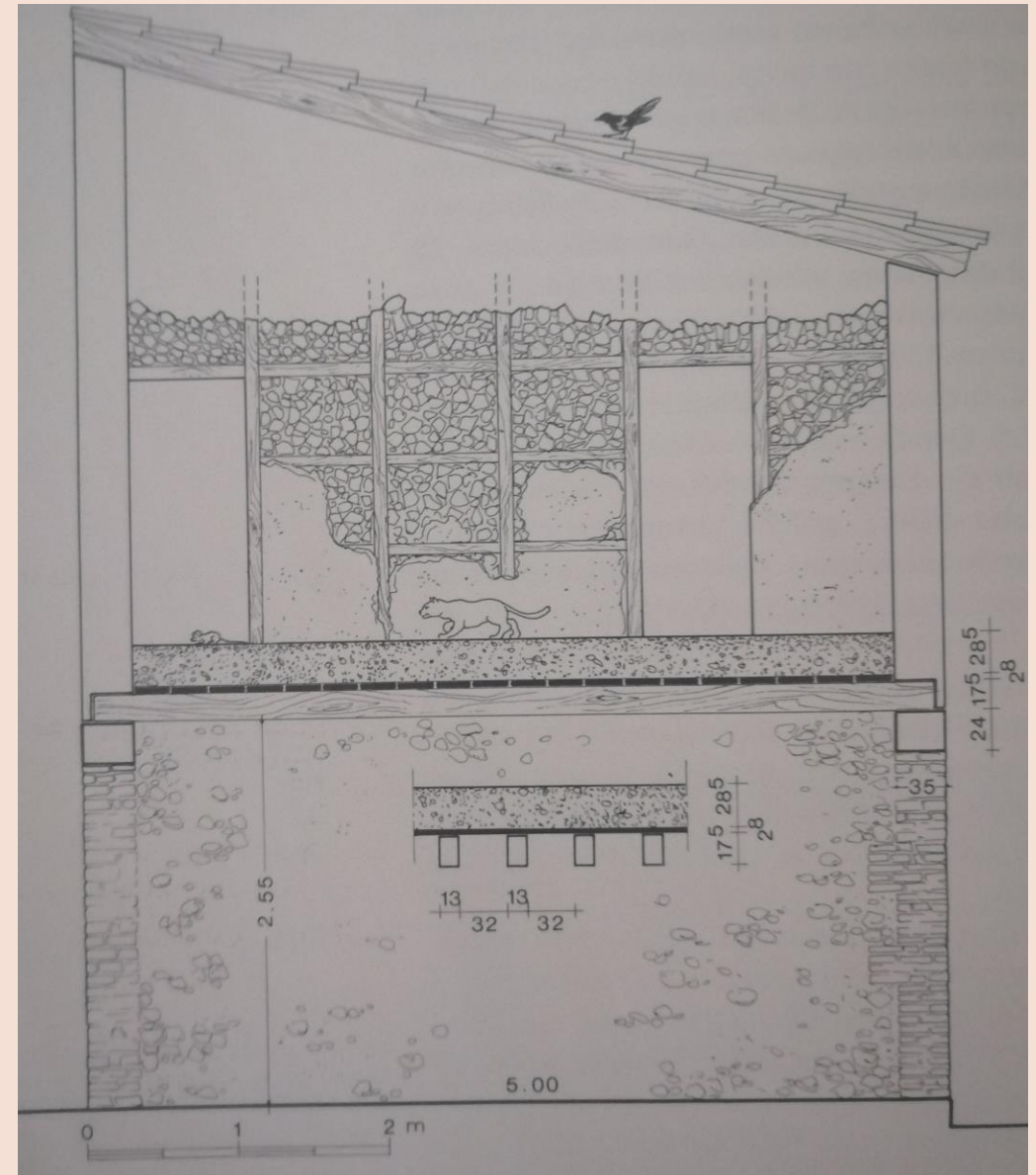


# PAVIMENTI

- pavimenti dei piani bassi erano in pietra e talvolta in terra battuta.
- pavimenti piani superiori: una serie di travi correnti (dimensioni variabili tra i 14 ed i 18 centimetri) in apposite cavità predisposte nella muratura reggono assi di legno su cui è gettata malta (15 - 30 cm), poi **opus signinum** (un conglomerato composto di frammenti di laterizi e polvere di mattoni o di pietra misti a calce di tinta rossastra, molto resistente all'umidità) o **mosaico**.



**opus segmentatum:**  
tipica decorazione  
ellenistico-romana  
composta con frammenti  
di marmo incastrati in  
opus signinum.



Ercolano, insula 5, n. 20: Pavimento I piano in o. signinum su tavolato



- **opus alexandrinum**: lastre tonde e rettangolari di marmi bicromi, inserite in un fondo a mosaico o commesso.

- **opus barbaricum**: tecnica adottata sul finire dell'Impero che comportava l'uso di ciottoli accostati fra loro.

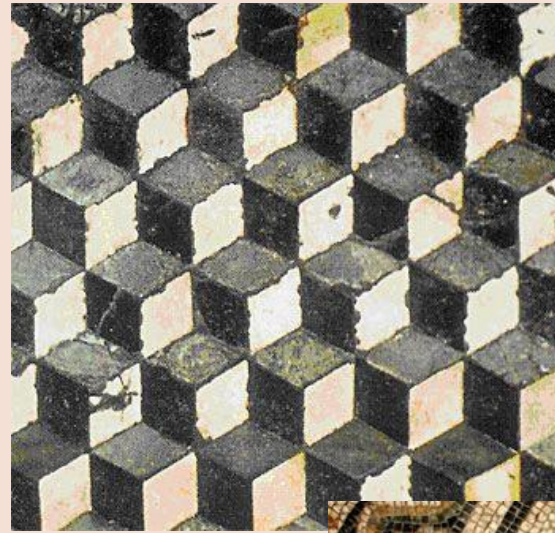
- **opus musivum**: decorazione realizzata con piccole tessere di elementi lapidei colorati, le "tesserae" (e)

- **opus scutulatum**: decorazione ottenuta con rombi di marmi policromi, disposti a formare disegni geometrici a cubi (a)

- **opus sectile marmoreum**: realizzato con lastre di pietra o marmo policromi sagomati ed accostati a formare disegni geometrici o figurativi (b)

- **opus spicatum**: pavimento composto da mattoni posti di taglio a coltello con disegno a spina di pesce (c)

- **opus vermiculatum**: decorazione composta da tessere policrome piccolissime disposte a formare soggetti figurativi (d)



a



b



e



d



c

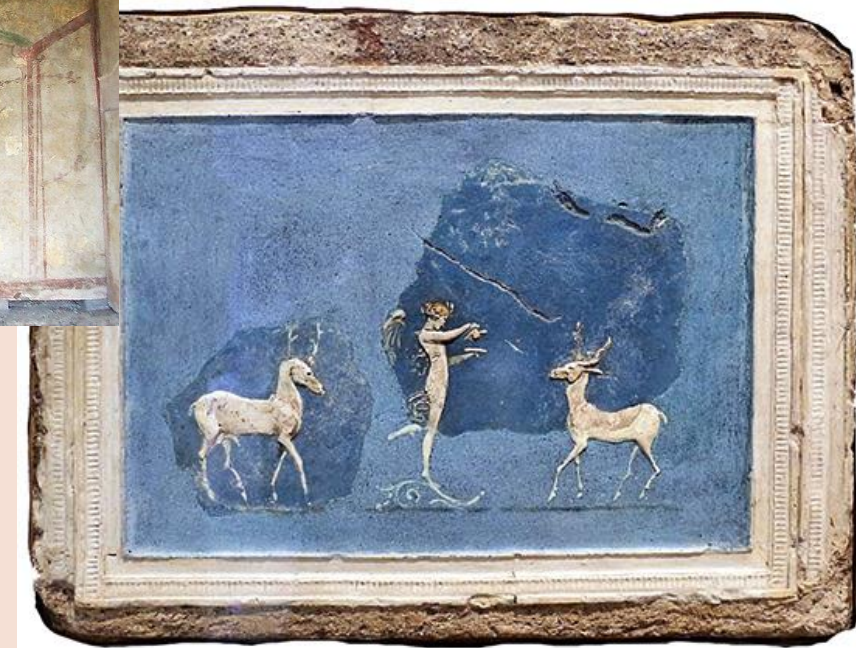


# RIVESTIMENTI PARIETALI: INTONACI E STUCCHI

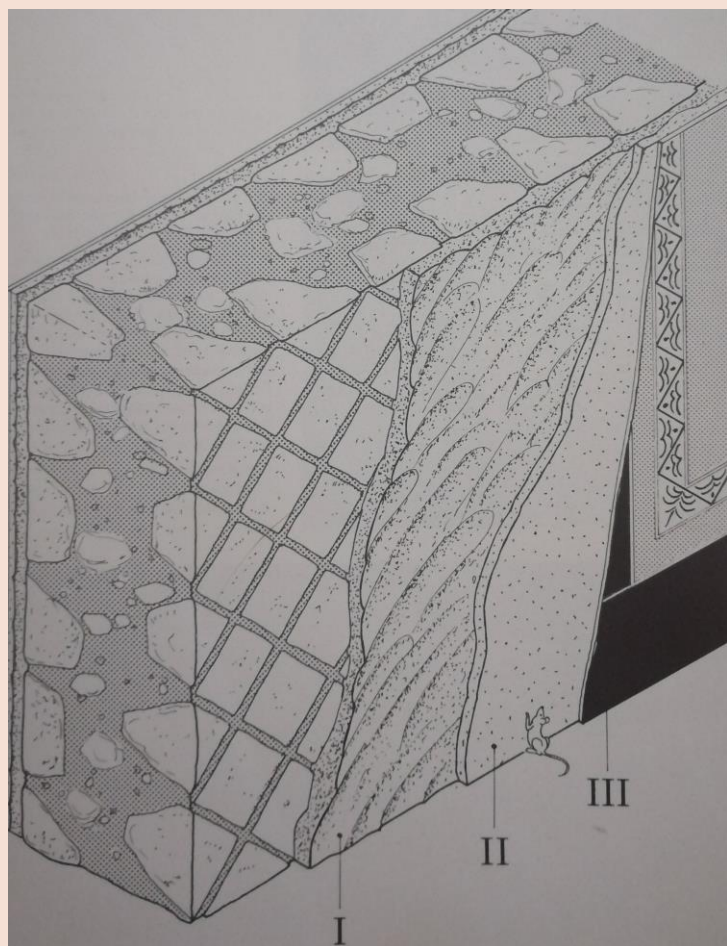
Funzione: proteggere le murature e di decorarle

Finitura pareti:

- **opus arenatum o tectorium:** composto da calce e sabbia.
- **opus marmoratum:** composto di calce e polvere di marmo.
- **opus albarium:** pasta molto morbida di calce grassa molto figulina (setacciata) di colore bianco ottenuta con una finissima polvere di marmo applicata sull'intonaco comune per dare l'apparenza del marmo levigato.







## INTONACO

1. Strato apposto sulla muratura reso ruvido da solchi impressi (calce + sabbia, spessore 3-5 cm) vd. a/b
2. Strato sottile trattato con frettazzo (malta con sabbia fine 2-4 cm)
3. Strato finissimo destinato a decorazione pittorica (calce pura 1-2 mm)

a



b



“crustae” marmoree:  
limitate a una fascia  
Le lastre marmoree venivano applicate alla parete con uno strato di malta di allettamento e con grappe metalliche (di bronzo, di rame, di ferro a seconda del grado di umidità dell'ambiente) che assicuravano l'ancoraggio.





## BIBLIOGRAFIA

- J.P. Adam 1989, *L'arte di costruire presso i romani*, IX edizione, Milano 2008.
- F. Cairolì Giuliani 1990, *L'edilizia nell'antichità*, Nuova edizione, Roma 2018.
- S. Camporeale 2010, *Archeologia dei cantieri di età romana in G.P. Brogiolo (ed) Archeologia dell'Architettura: temi e prospettive di ricerca, Atti del Convegno (Gavi 23-25 settembre 2010), "Archeologia dell'Architettura"*, XV, pp. 171-180.