

Parte b) Caratteri
costruttivi e materici

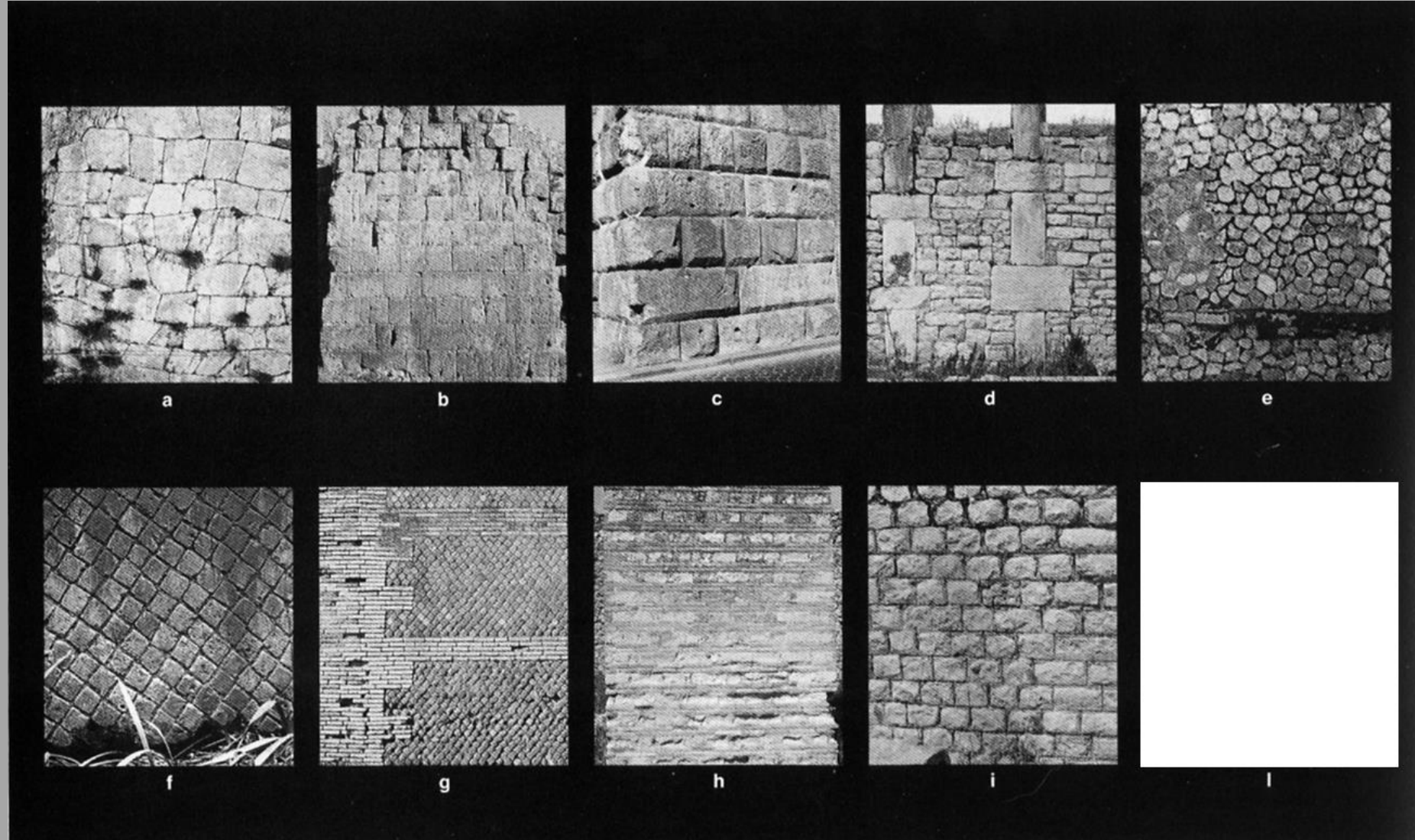
MURATURE ANTICHE

Lez. 11 (parte prima)
Lineamenti analitici
delle tecniche
costruttive e dei
materiali d'epoca
classica: dai
materiali lapidei ai
laterizi



In copertina: Roma,
Tempio di Vesta (IV sec. a.C.),
restauro novecentesco (*Parco
Archeologico del Foro
Romano*)

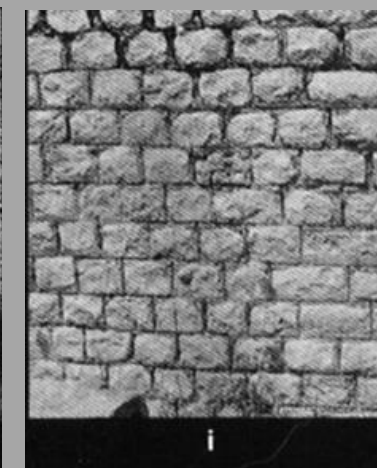
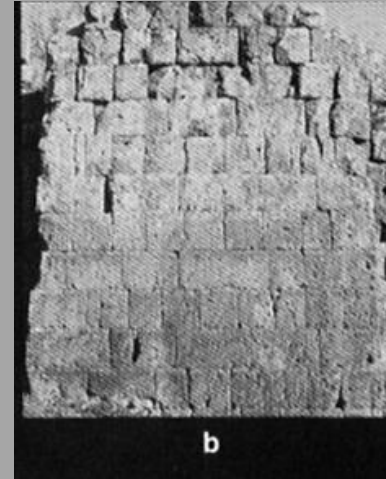
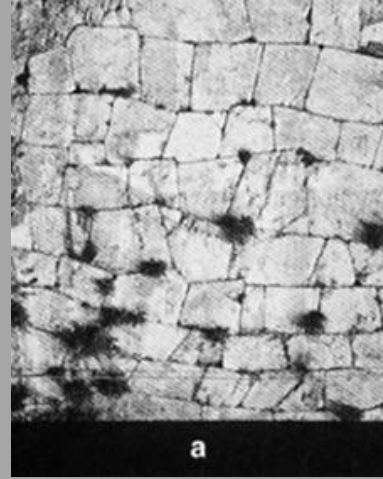
CARATTERI COSTRUTTIVI DELL'EDILIZIA STORICA



Dalle strutture in pietra a secco alle murature con impiego di malte

Le principali tecniche costruttive dal periodo arcaico e classico, a quello tardoantico e medioevale

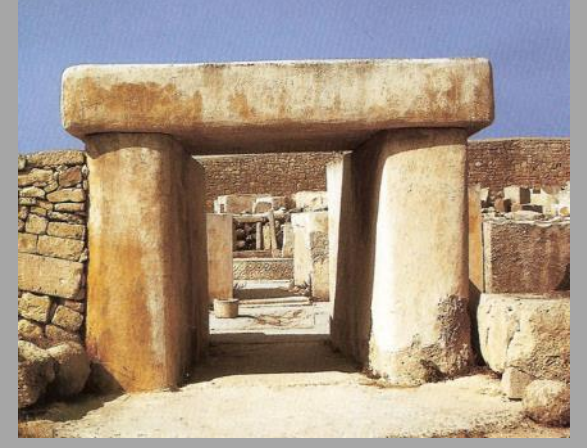
- Opera poligonale (a)
- Opera quadrata (b)
- Opera quadrata con bugnato (c)
- Opera a telaio (d)
- Opera incerta (e)
- Opera reticolata (f)
- Opera laterizia (g)
- Opera mista (h)
- Opera a filaretto (i)



I Megaliti



Il tempio megalitico di Mnajdra, V- IV Mill. a.C., isola di Malta



I resti megalitici di Gigantia, V-IV Mill a.C; isola di Gozo e il complesso di Hagar Qim, V-IV Mill. a.C

Sotto il nome di **megalitismo** s'intende «ogni manifestazione dell'architettura preistorica caratterizzata da monumenti eretti con blocchi di pietra di grandi dimensioni, grossolanamente tagliati. Le testimonianze più antiche sembrano iniziare nel Neolitico e, in alcune aree, nell'Eneolitico, prolungandosi in alcune regioni nell'Età del Bronzo». (www.treccani.it/enciclopedia/megalitismo/)



Il dolmen di Pentre Ifan (Galles), V mill. a. C.



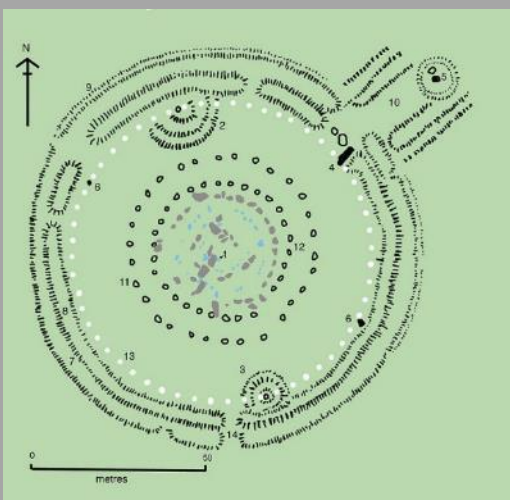
Dolmen Sa Coveccada, III Mill. a.C, Sardegna



L'altare (ziggurat) pre-nuragico di Monte d'Accodi (pietre), III Mill. a.C., Sardegna (SS)



Menhir di Champ-Dolent, III mill. a.C., Dol, Francia.



Stonehenge (pietre sospese), III-II Mill. a.C., Amesbury, Regno Unito



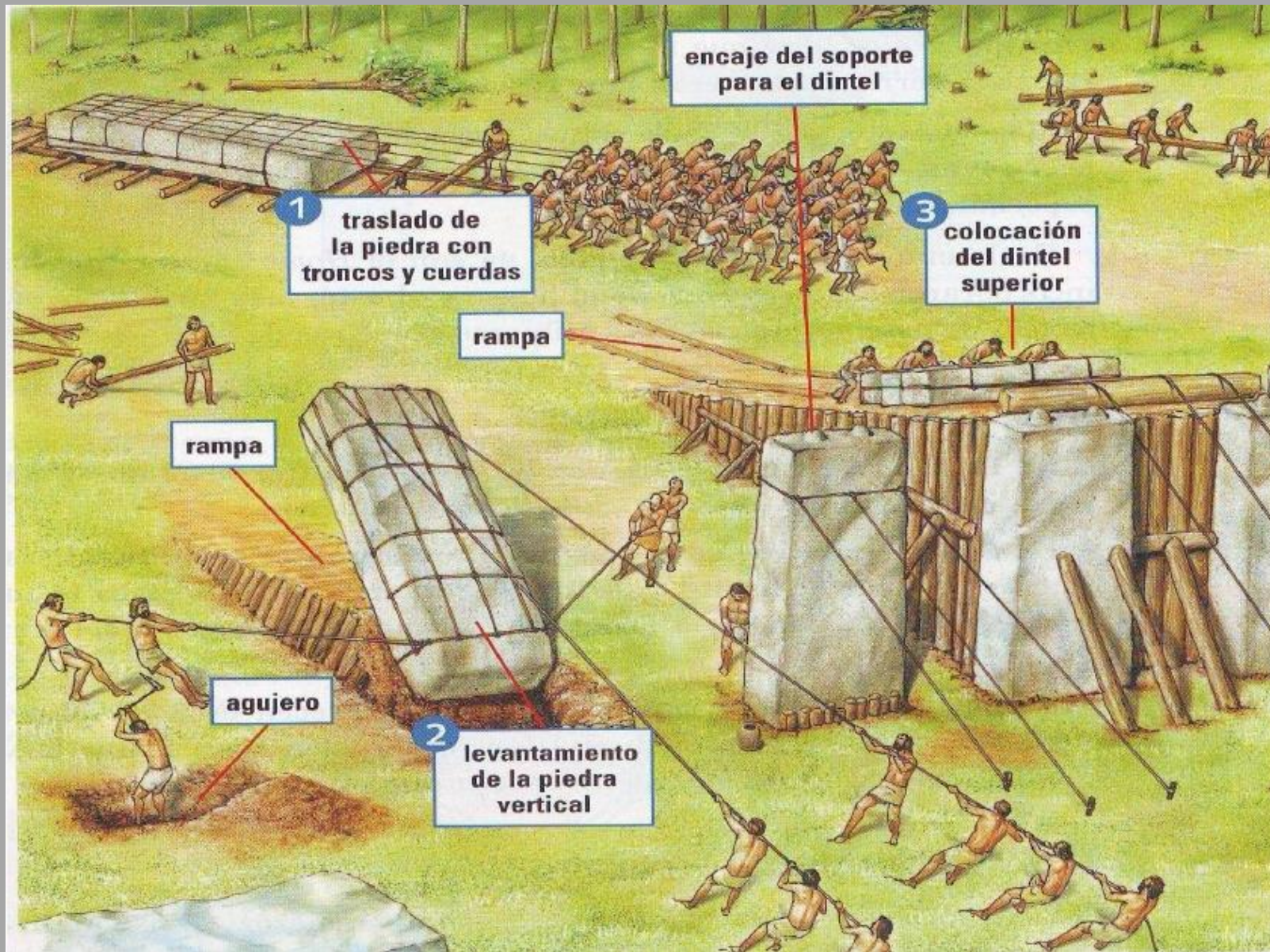
Nuraghi e Tombe dei Giganti al centro del megalitismo in Sardegna



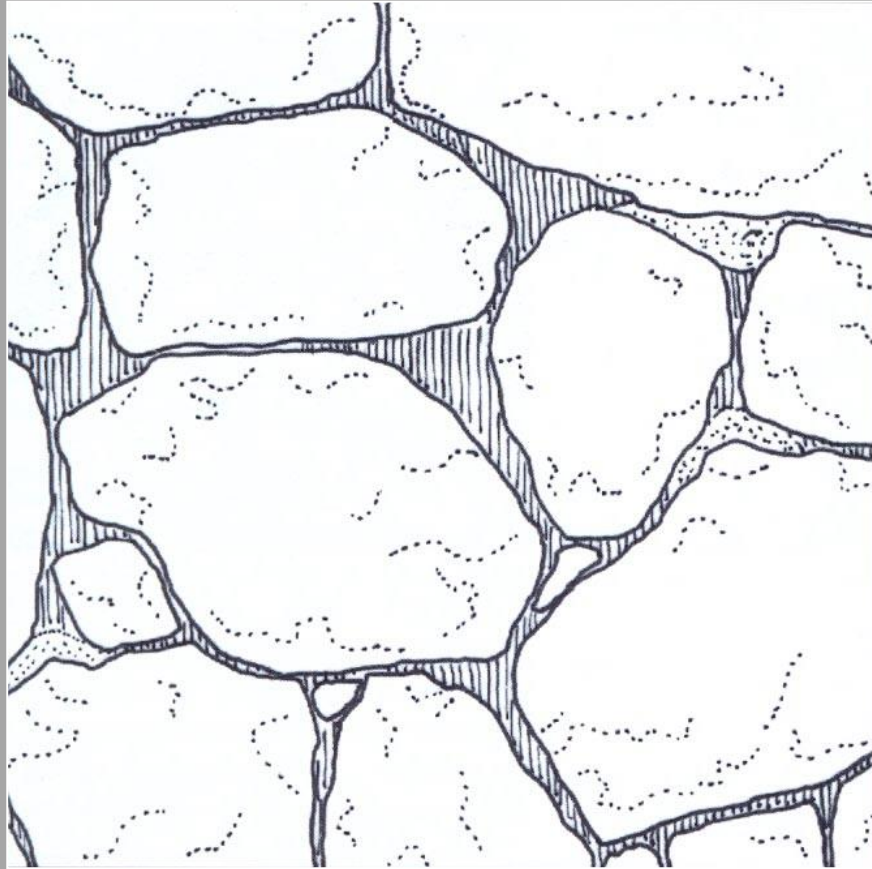
Il complesso archeologico di Sorgono (NU) è caratterizzato da una lunga frequentazione antropica, che va dal Neolitico finale all'età del Bronzo: monumenti come i menhir, tra cui due statue decorate, i massi con coppelle, la muraglia megalitica di facies Monte Claro e l'omonimo nuraghe.

Oltre il complesso archeologico di Biru 'e concas, il nuraghe "a corridoio" di Talei con annesso villaggio e sepoltura megalitica (Tomba di giganti) e il santuario campestre di San Mauro.

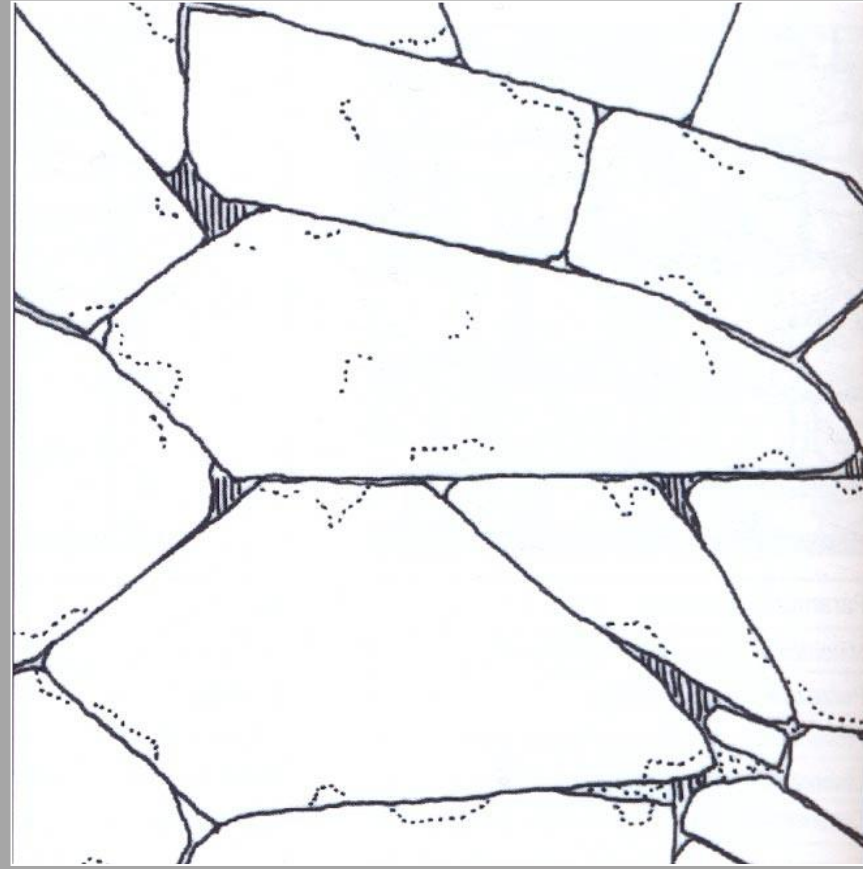
Megalitismo:
Ipotesi di tecnica
costruttiva



<http://sdelbiombo.blogia.com/2008/092802-los-primeros-constructores.-el-arte-megalitico.php>



Opera megalitica.



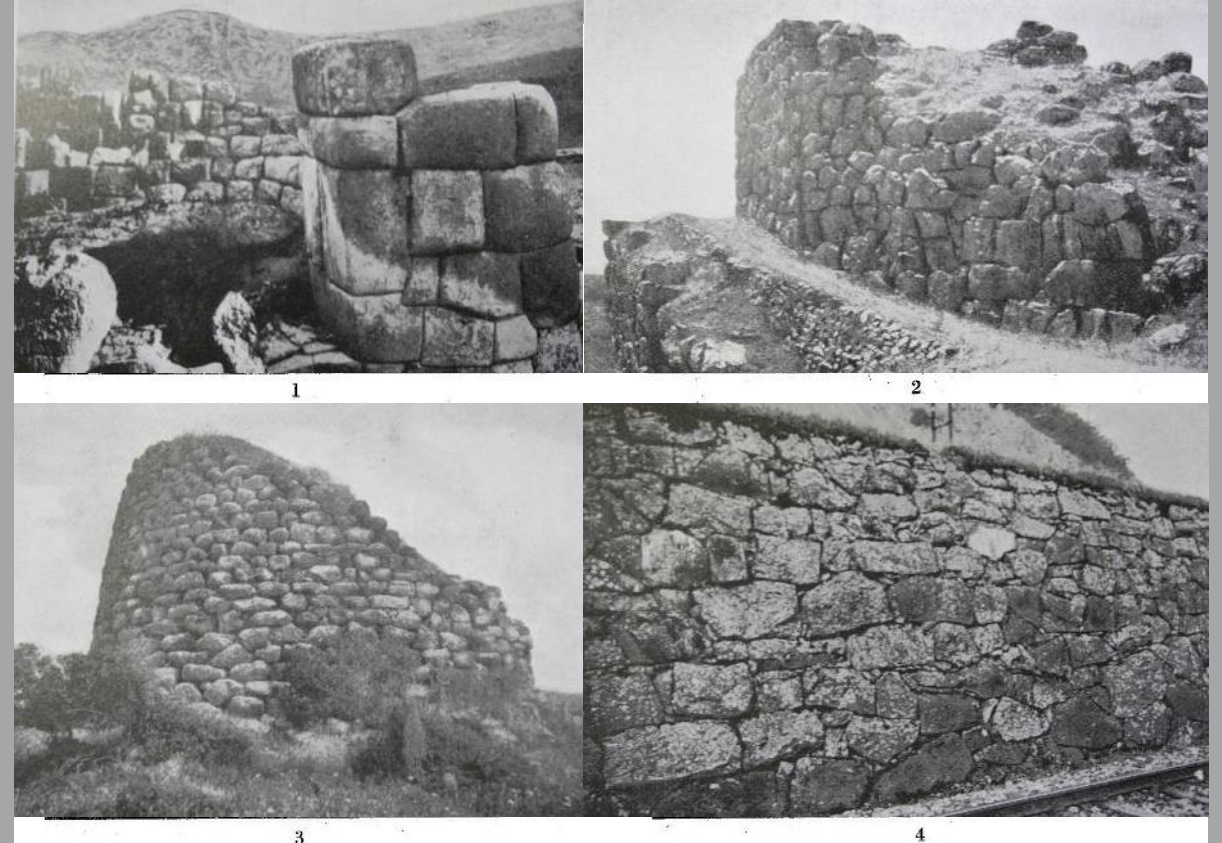
Opus siliceum o opera poligonale.

Opus siliceum (opera ciclopica o poligonale): una problematica datazione

La maniera di costruire a blocchi di pietra, più o meno squadrati e levigati, usufruendo per quanto possibile del materiale locale, è propria di tutti i tempi e di tutte le civiltà

(G. Lugli)

1. Muro di fortificazione dell'antica città precolombiana di Cuzco nel Perù (detto la Pietra dei dodici angoli) con bastione protettivo
2. Rampa settentrionale di Tirinto, la città dell'Argolide rinomata per le sue famose mura a terrazze
3. Nuraghe di Paddaggiu presso Castelsardo (Sassari), con la caratteristica muratura a piccole pietre piuttosto uniformi e disposte ad anelli.
4. Muro di protezione della linea ferroviaria presso i Bagni della Porretta (Bologna)



Tratto da: G. Lugli, *La tecnica edilizia romana*, vol. 2, Roma 1957

Pareti affiancate difformi, realizzate in maniere diverse, anche se coeve



(a sx), Circei: la cortina muraria esterna (sopra) ed interna di un tratto di mura nel lato nord-ovest (con spessore di metri 1,80 circa).
Rinforzi parietali posteriori?



(a dx), Cosa (Ansedonia): particolare di una torre del lato occidentale.
Da notare la diversa lavorazione dei conci tra la parte esterna, ben levigata (sopra) e la parte interna con i conci lasciati così come provenivano dalla cava (sotto).
Caratterizzazione costruttiva?



Tratto da : G. Lugli, *La tecnica edilizia romana*, vol. 2, Roma 1957

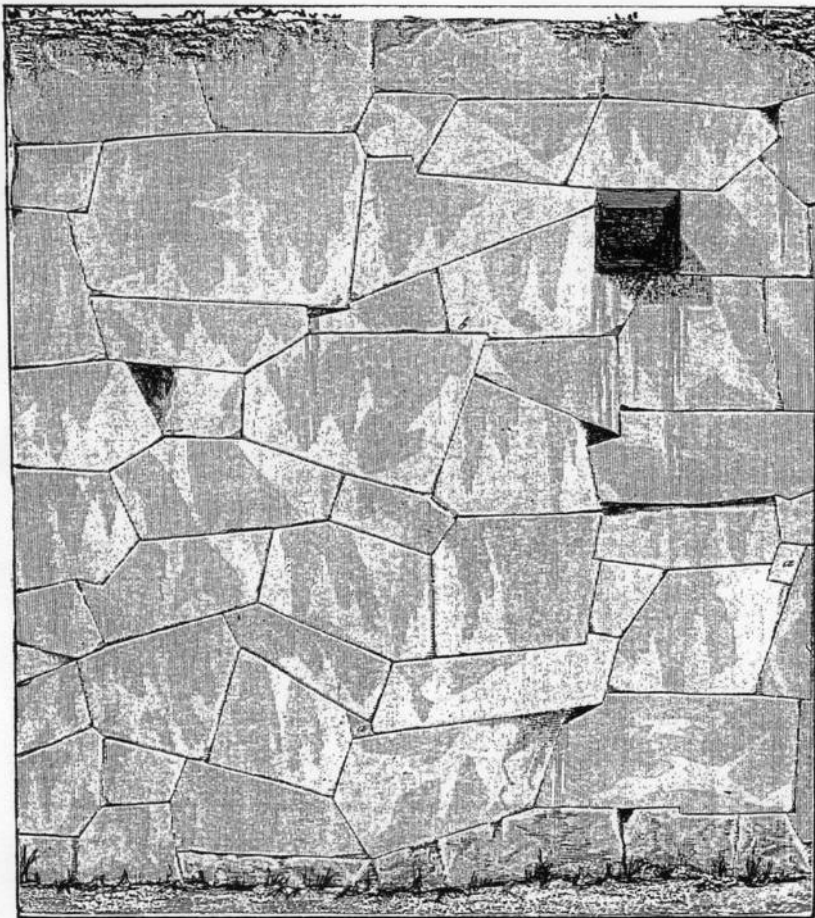


Micene, porta dei leoni.



Esempio si opera poligonale.

Tecniche costruttive a secco, nel tipo megalitico, di probabile derivazione micenea (XIII – VIII sec. a.C.)



Annotazione storica

Opera muraria in pietra, definita da Vitruvio
OPUS ANTIQUUM

(VEL INCERTUM, ID EST CAEMENTICIUM)

La grandezza dei conci lapidei come discriminante cronologica fra le diverse maniere costruttive, postulando, in virtù di un'emancipazione tecnologica nella lavorazione delle pietre, l'equazione: blocchi più grandi = strutture più antiche

Tecniche costruttive a secco, nel tipo umbro – ligure, o poligonale «vetero italico» (dal VIII/ VII sec. a.C.)

Annotazioni sulla terminologia

L'opus siliceum non esiste come «metodo costruttivo». Indica solo il tipo di pietra usato, cioè la selce o «pietra dura».

L'opus caementicium ricade nell'OPUS ANTIQUUM, essendo i CAEMENTA (da CAEDO) pietre segate o tagliate, e non cemento. Non si tratta dunque di OPERA A SACCO, cioè di OPUS INSTRUC-TUM (SATIATUM).

L'opus quasi-reticulatum non esiste come «metodo costruttivo».

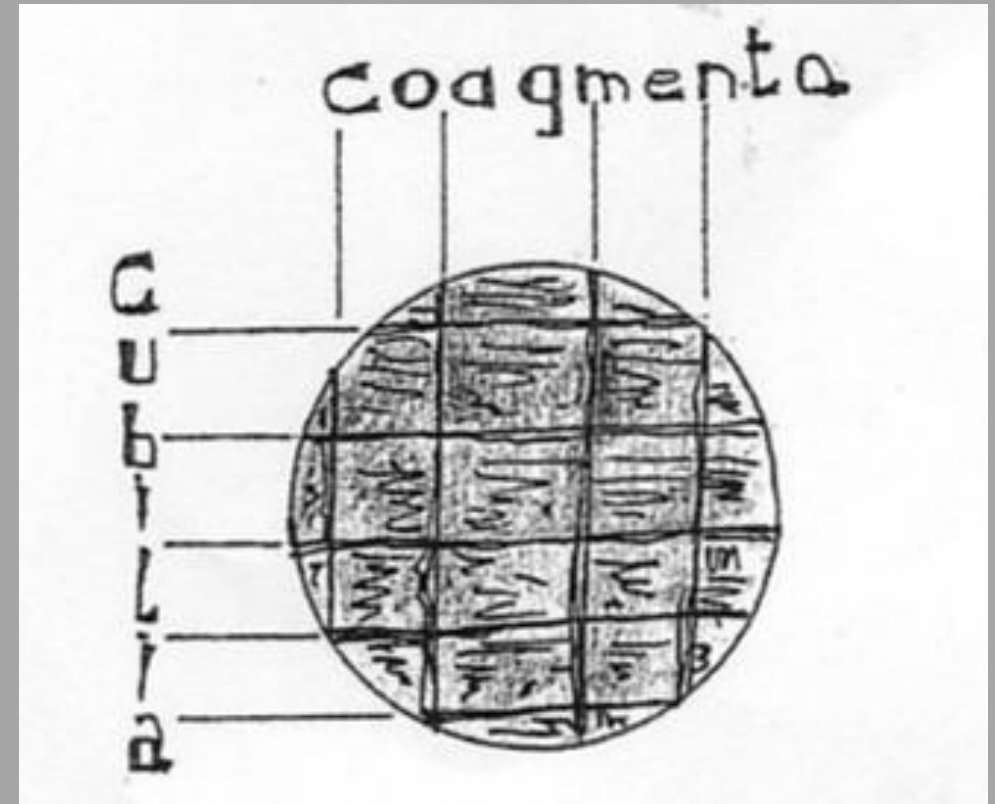


Età del Ferro

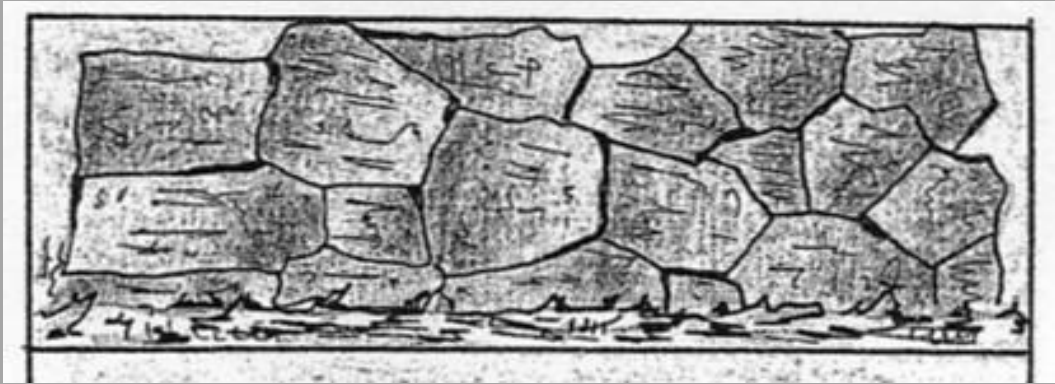
Tecniche costruttive a secco, nell'applicazione derivata dall'arte greca ed etrusco-romana dell'*opus antiquum* a realizzare l'*opus quadratum* (dal VI/ V sec. a.C.)

Annotazioni sulla terminologia

L'opus reticulatum non è altro che l'OPUS QUADRATUM e non ha paramento di cubetti, perché CUBILIA non significa CUBETTI, ma PIANI DI POSA O GIACITURE! Il nome RETICULATUM è preso dalle reti da pesca o dalle reti di tessitura «textura», che sono formate di trame (subtemina) e orditi (stamina). Alle trame corrispondono le linee di giacitura (cubilia) e agli orditi corrispondono le linee di giuntura (coagmenta). Ne risulta una struttura a quadrati, non a rombi. Il rombo, formante linee inclinate secondo angoli di 45° sulla verticale e sulla orizzontale, è tipico della struttura dell'OPUS SPICATUM.



Tecniche costruttive a secco, nei tipi italici di derivazione etrusco arcaica (dal VII sec. a.C.)



Opera poligonale con pezzature eterogenee



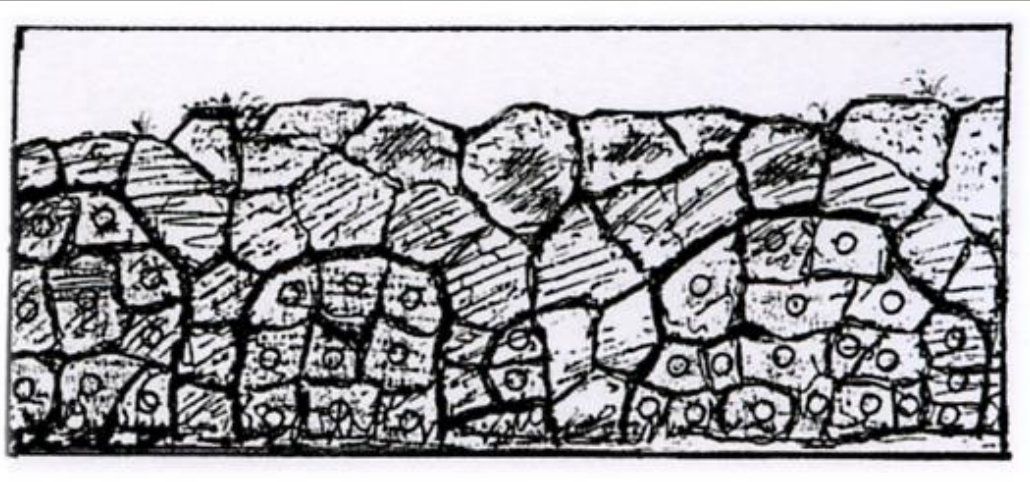
Monti della Calvana

Annotazioni sulla terminologia

OPERE MURARIE FONDAMENTALI

OPUS ANTIQUUM (INCERTUM-CAEMENTICIUM)

OPERA POLIGONALE, FATTA DI GRANDI BLOCCHI POLIEDRICI DI PIETRA, CON PARAMENTO A POLIGONI, CONGIUNTI SENZA MALTA. QUESTI BLOCCHI POLIGONALI SONO RICAVATI, PER MEZZO DI STRUMENTI SEGANTI, DALLE CAVE DI PIETRA CALCAREA NON STRATIFICATA ('DE UNO SAXO'), POSTA QUASI SEMPRE SULLA SOMMITÀ DELLE LARSE.



Tecniche costruttive a secco, nel tipo etrusco arcaico e tardo arcaico (VI-IV sec. a.C.)

Annotazioni sulla terminologia

Muro ciclopico a blocchi poligonali, che Vitruvio definiva OPUS ANTIQUUM VEL INCERTUM (di incerta provenienza), realizzato con elementi segati (CAEMENTA, dal verbo latino CAEDERE = segare). Il disegno mette in evidenza la struttura ad ARCHI IPERSTATICI. I quaranta blocchi segnati col cerchietto si possono togliere senza che il muro crolli, perché molteplici sono i fattori di staticità.



Mura etrusche di Roselle

Le Mura etrusche di Roselle (*Rusellae*) VI / IV sec. a.C.

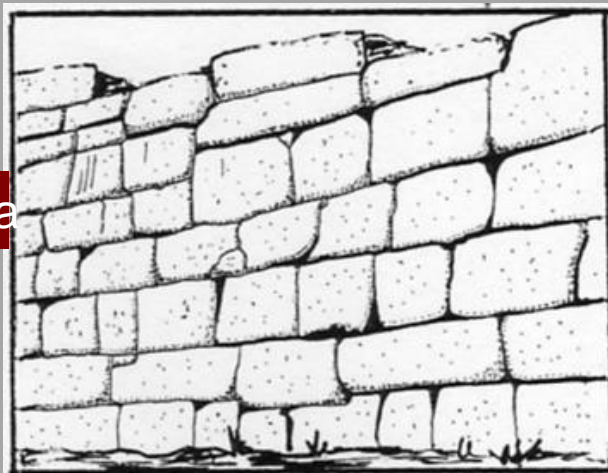


Opera poligonale con blocchi litici disposti in modo scalare

Tecniche costruttive a secco, nel tipo etrusco romano (dal IV-III sec. a.C.)



Opera poligonale calzata, o scalare



Muro di tipo Etrusco-Romano.



Cavagliano, via per Sottolano (versante orientale dei monti della Calvana)

Evoluzione dell'opera poligonale che in zona, a Fiesole ed Artimino, darà vita all'opera quadrata (*opus reticulatum vel quadratum*)



Annotazione storica

Tecniche costruttive a secco e/o ibride, derivate dai tipi etruschi in epoca di romanizzazione dei territori (dal IV al II sec. a.C.)



Annotazioni sulla terminologia

OPUS RETICULATUM (QUADRATUM)

OPERA QUADRATA, FATTA DI BLOCCHI PARALLELEPIPEDI DISPOSTI AD ASSISE ORIZZONTALI, SENZA MALTA. QUESTI BLOCCHI SQUADRATI SONO RICAVATI PER PERCUSSIONE E SCALPELLATURA DALLE CAVE DI PIETRA STRATIFICATA CHE OFFRONO NATURALMENTE BLOCCHI A FORMA DI PARALLELEPIPEDO.

Le Mura etrusche di Fiesole (*Faesulae*) (V / IV sec. a.C.)



Opera quadrata cementicia

Le mura di Populonia
(VI sec. a.C - II sec. d.C)
con integrazioni e rifacimenti
'epoca moderna e riusi rurali



Tecniche costruttive con sacco murario interno a confronto (tecnica ibrida secco e/o con malta)

A destra, opera muraria a secco con riempimento di pietrame costipato entro cortine parietali;
Sotto, con conglomerato con legante di malta di calce, sabbia, pezzi di mattone e pietre: la prima è in uso dal VII/ VI sec. a.C ; la seconda dal IV/ III sec. a.C.



Muratura propriamente a sacco con malta



Muratura a secco costipata

Annotazioni sulla terminologia

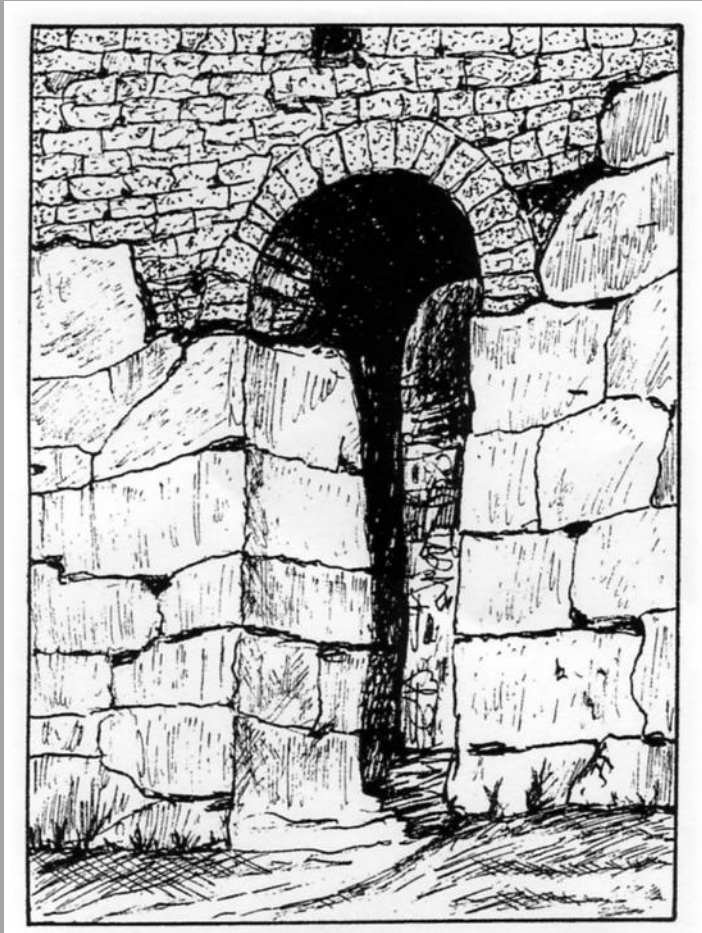
OPUS INSTRUCTUM (SATIATUM-EMPLECTON)
«Muratura a sacco» formata ponendo, tra due muri, degli spezzoni di pietre o mattoni, mescolati con calce e sabbia. È detta: costruzione a 'empletto'.

Le mura «etrusche» di Roma dette serviane (VI sec. a.C.)



Re Servio Tullio, alias *Macstarna*,
regnò dal 578 al 539 a.C.

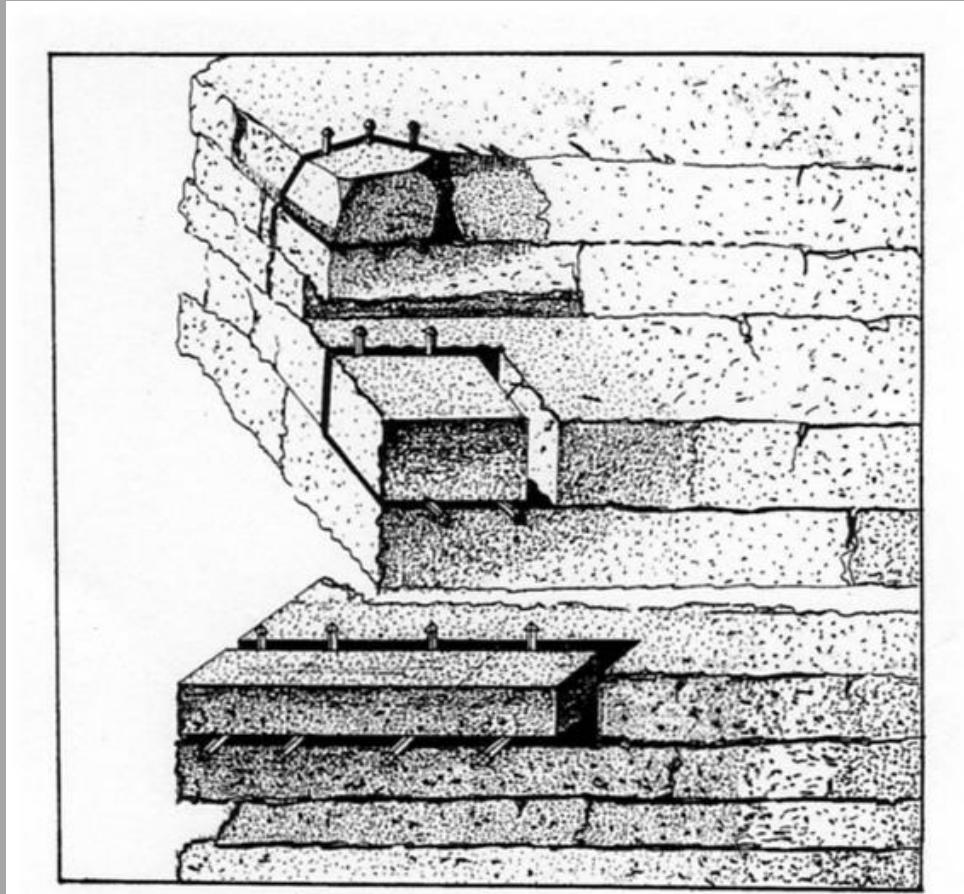
Tecniche costruttive miste, a secco e con malta, nel tipo etrusco italico – romano in stratigrafia



Annotazioni storiche

Porta Sanguinaria a Ferentino.
L'OPUS RETICULATUM VEL QUADRATUM posto dai Romani
sopra gli antichissimi monoliti dell'OPUS INCERTUM VEL CAE-
MENTICIUM.

Tecniche costruttive a secco, varianti dei tipi etrusco – romani



Impiego di blocchi in opera quadrata ricavati direttamente dalla cava per mano dei *quadratarii* o *lapidarii* (scalpellini)

Annotazioni sulla terminologia

La natura, nelle cave di pietra, ci fornisce spesso blocchi già squadri e quindi adatti a costruire muri in **OPUS RETICULATUM** VEL **QUADRATUM**.

Tecniche costruttive a secco, nel tipo orientale greco - italiota (dal IV sec. a.C.)



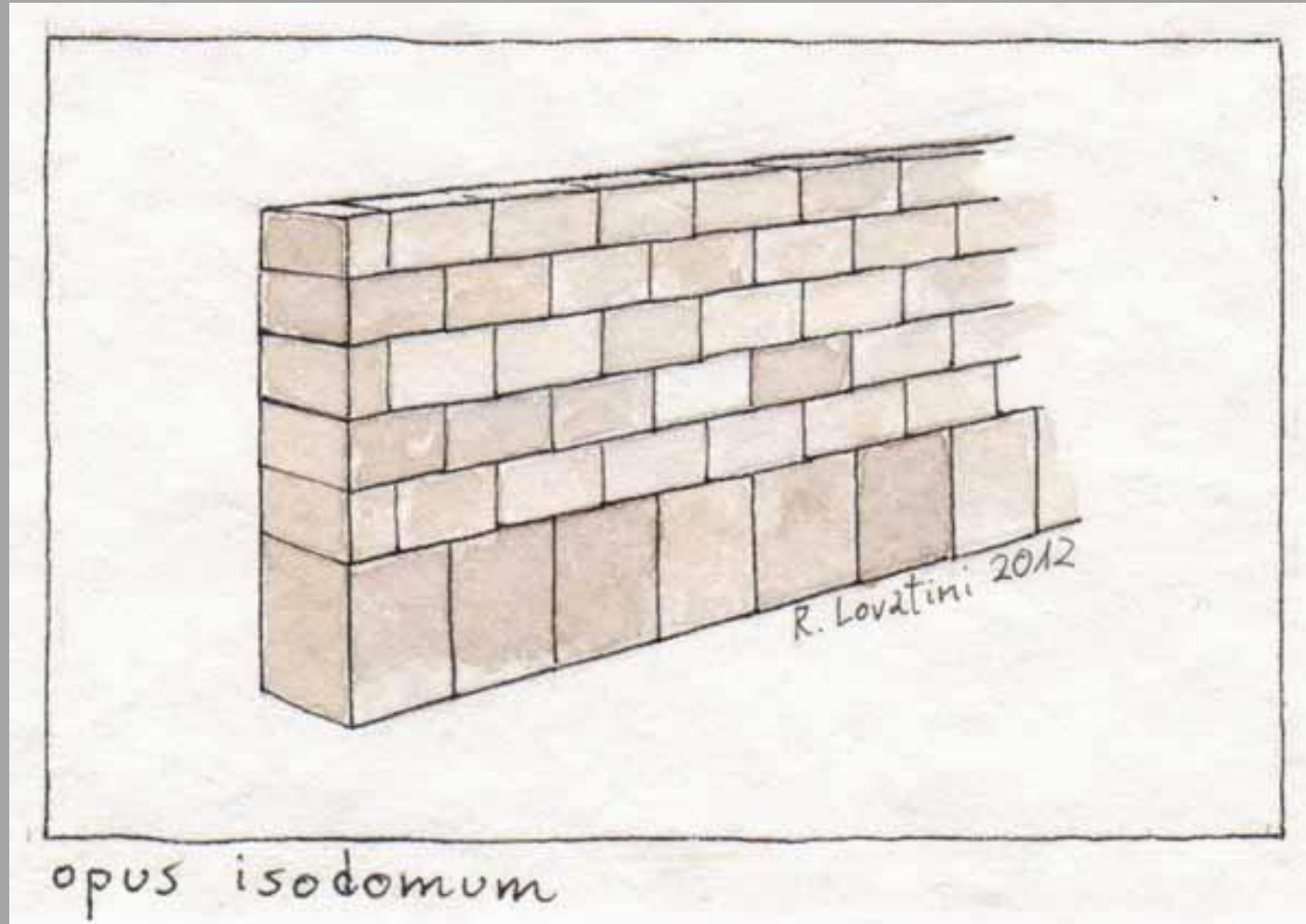
Opera quadrata omogenea

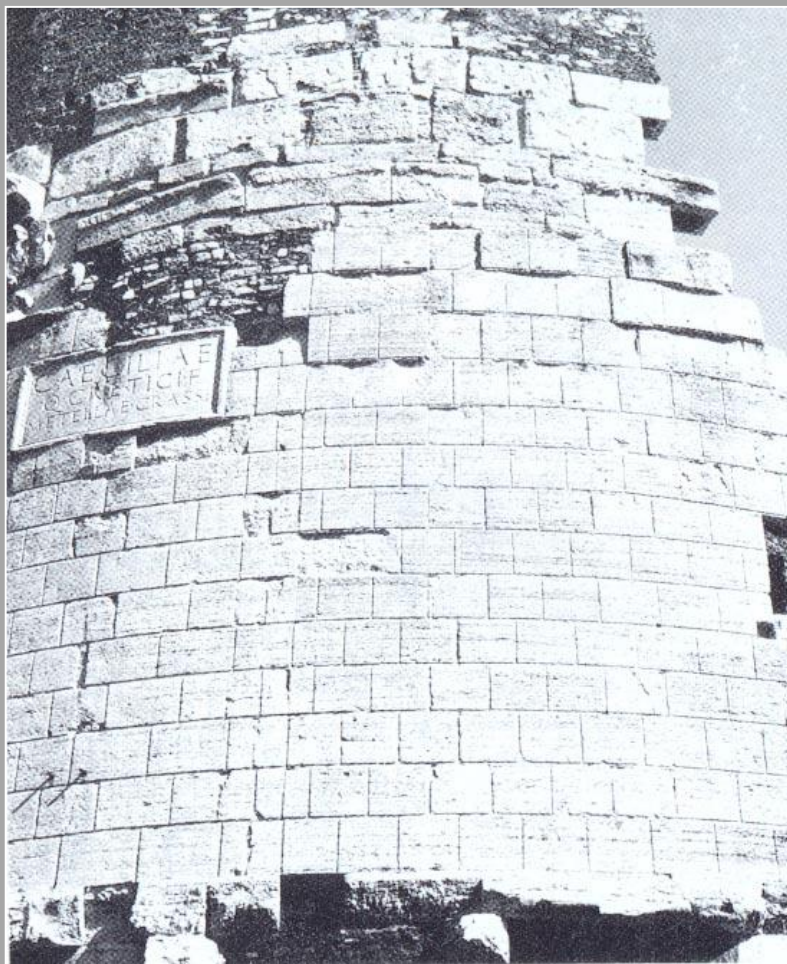


Le mura di Manduria nelle regione messapica
(Salento)



Muratura isodoma con ortòstati basamentali

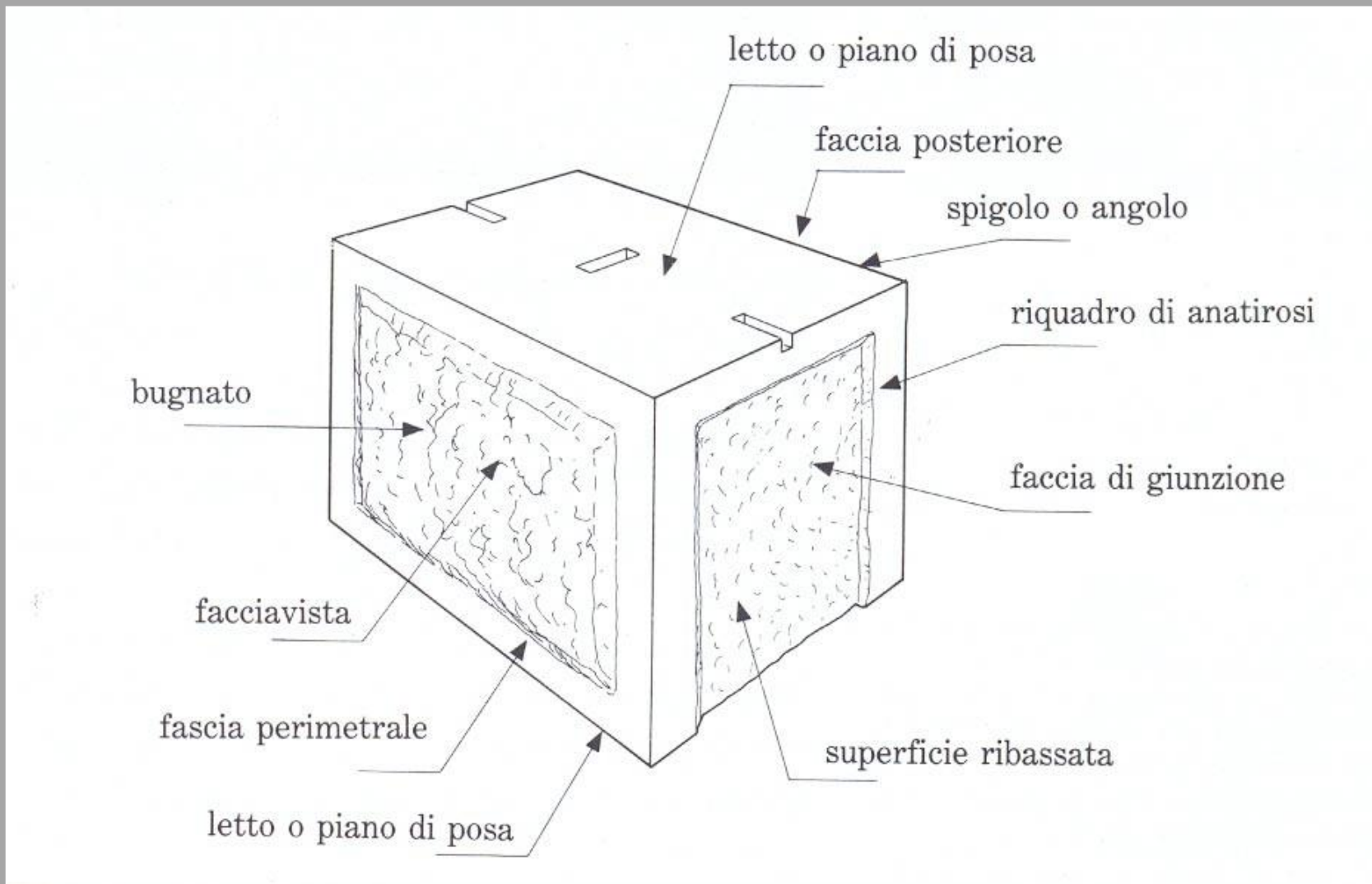




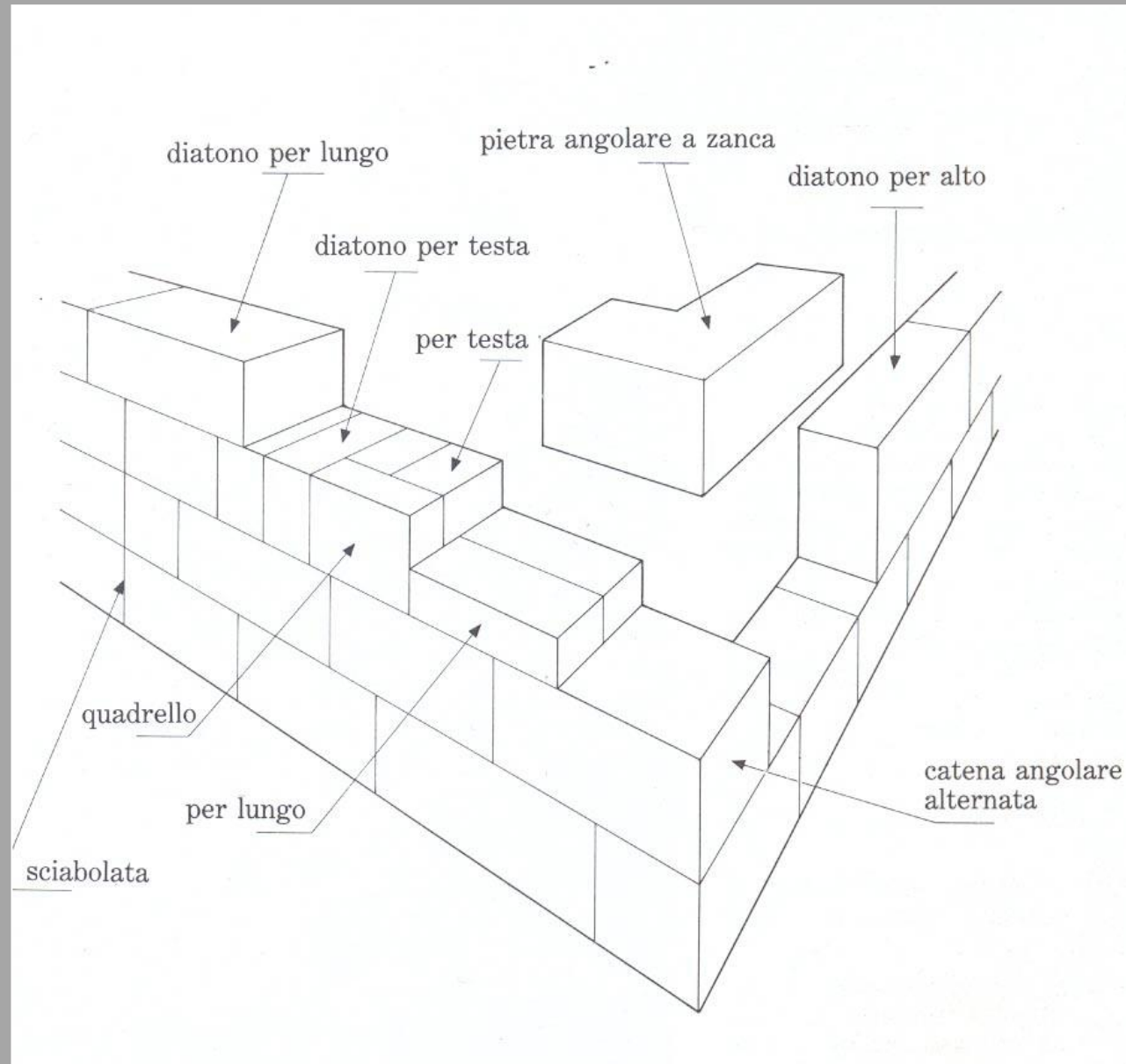
Esempio di opera quadrata.



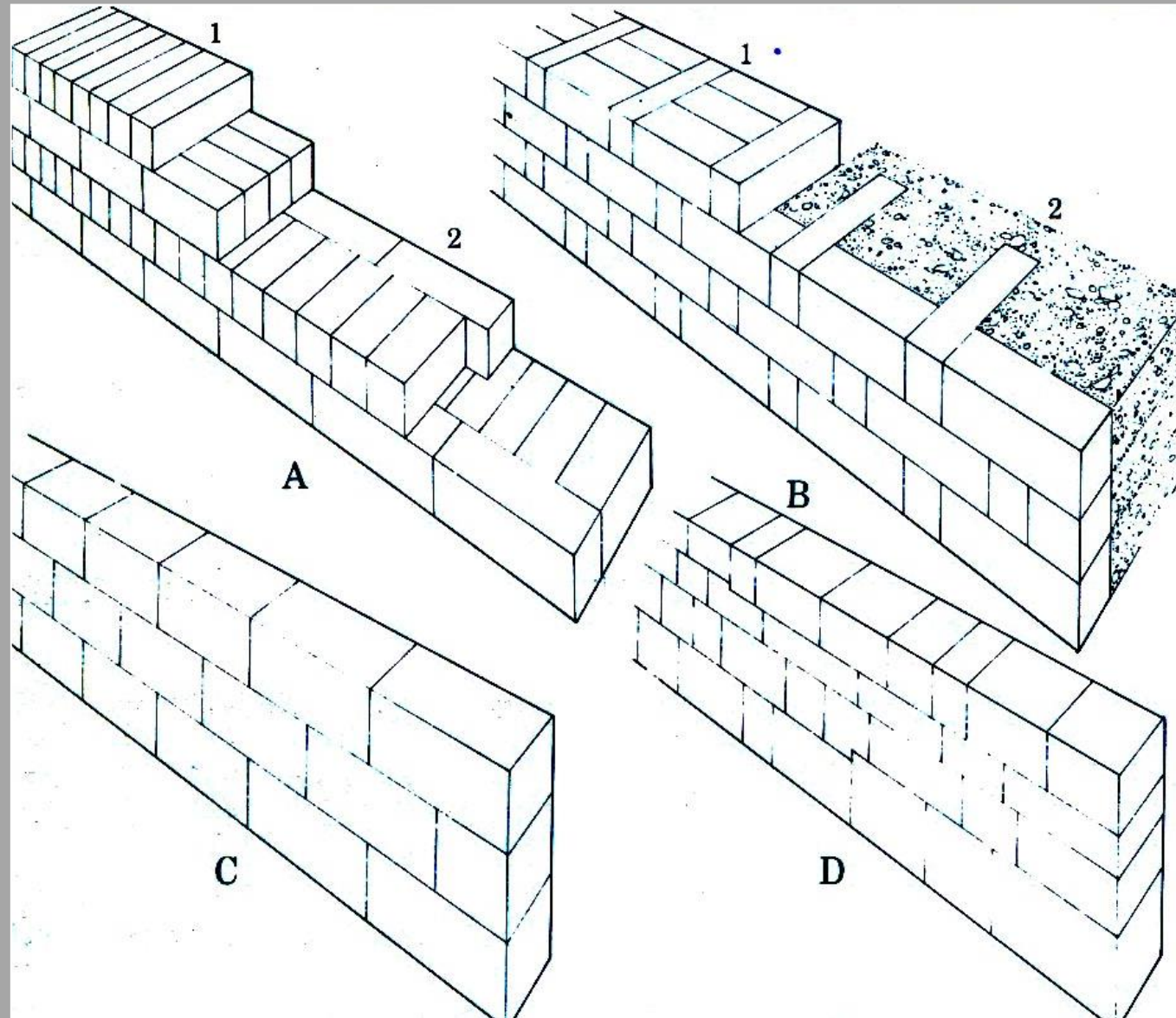
Esempio di opera quadrata.



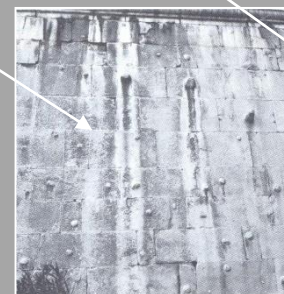
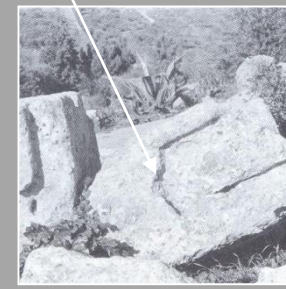
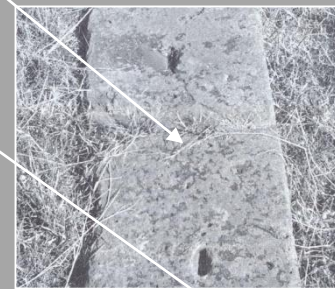
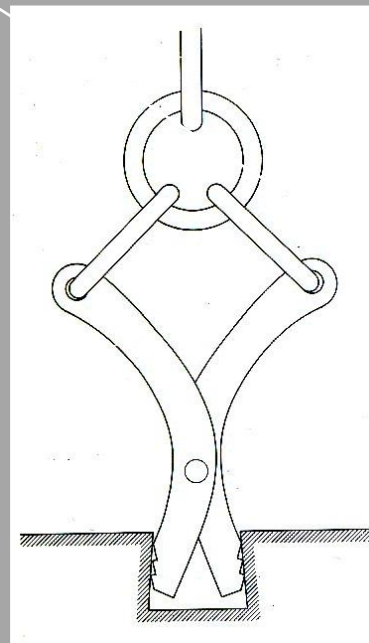
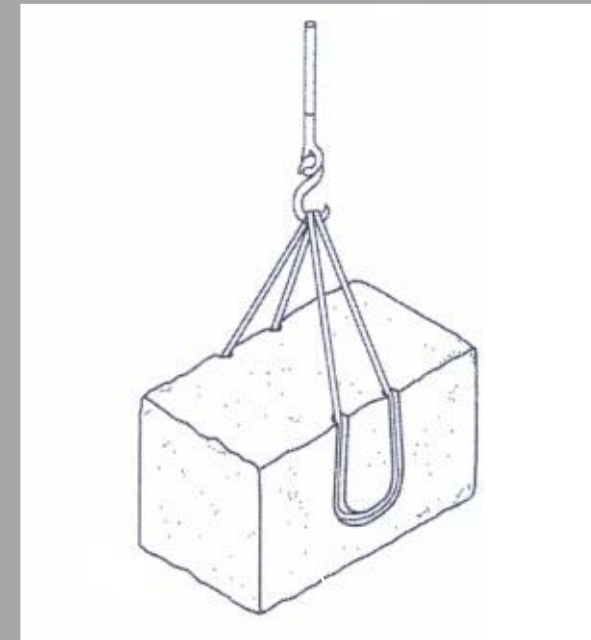
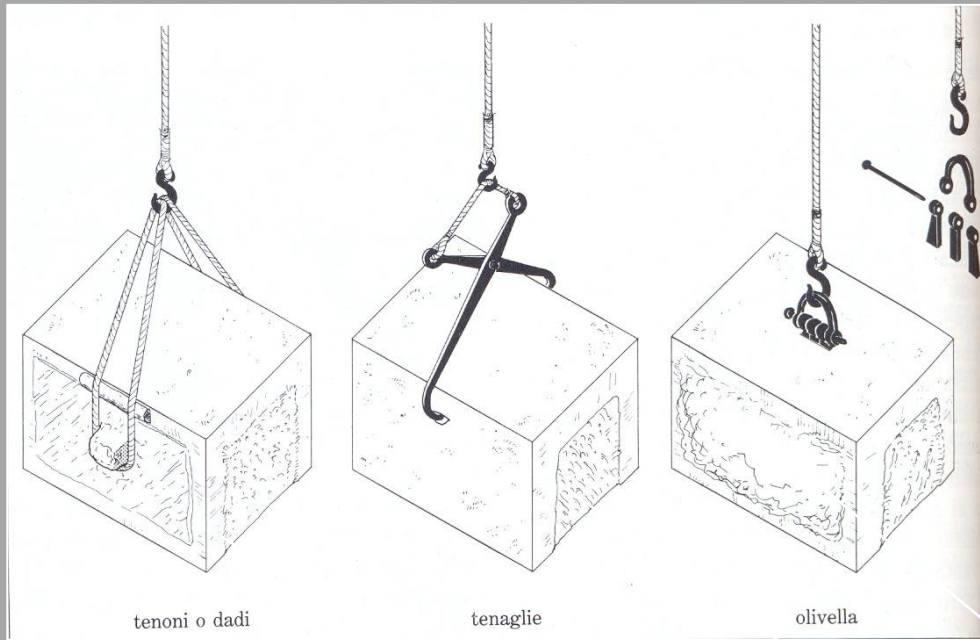
Concio di pietra squadrato, denominazioni delle sue parti.

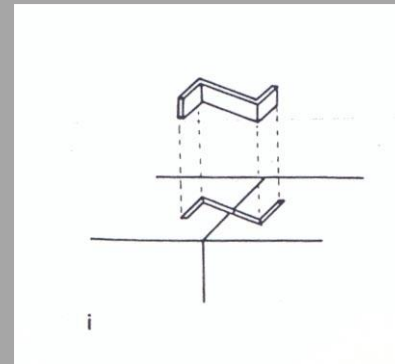
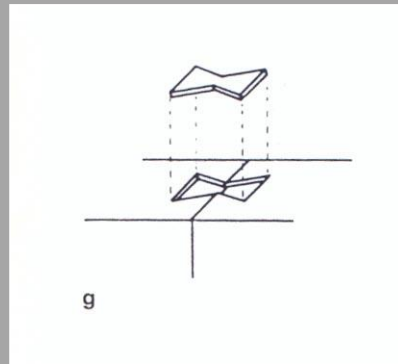
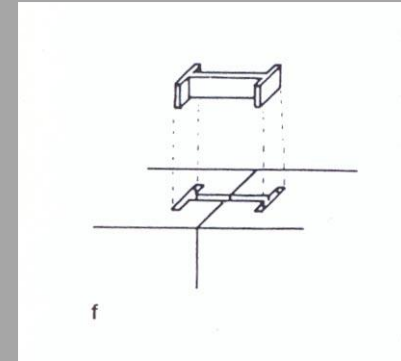
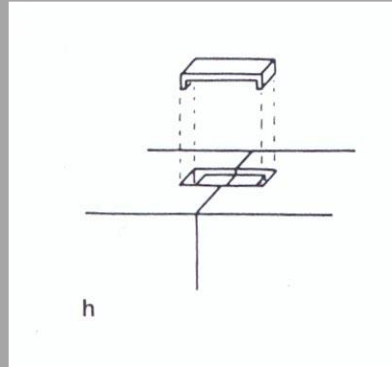
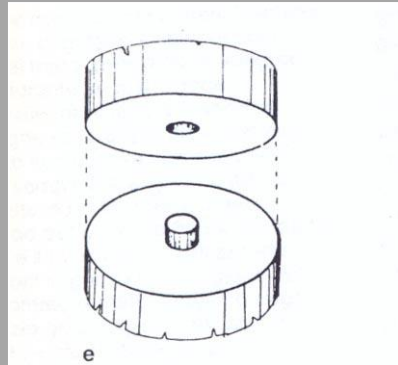
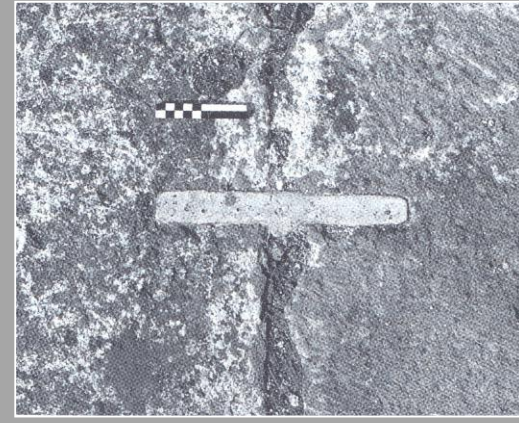
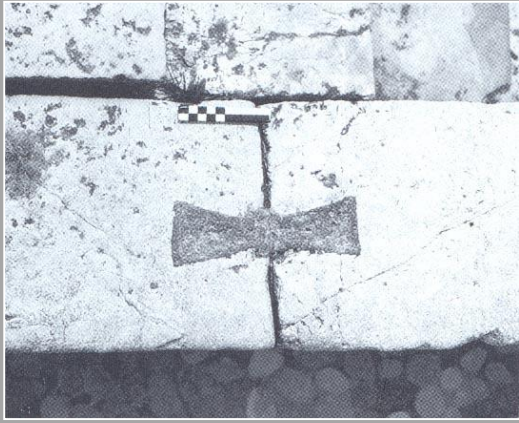


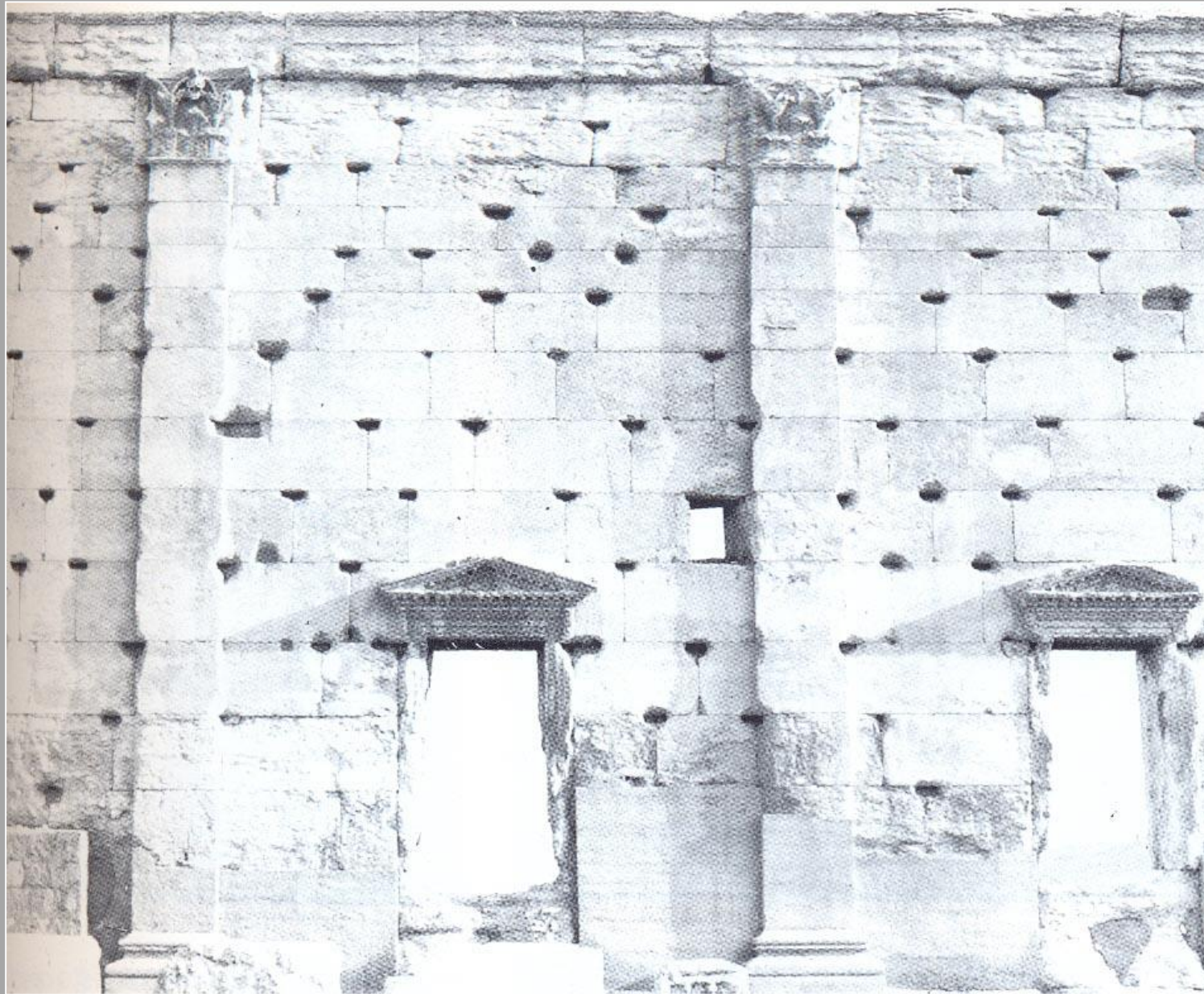
Muratura in conci squadrati e nomenclature.



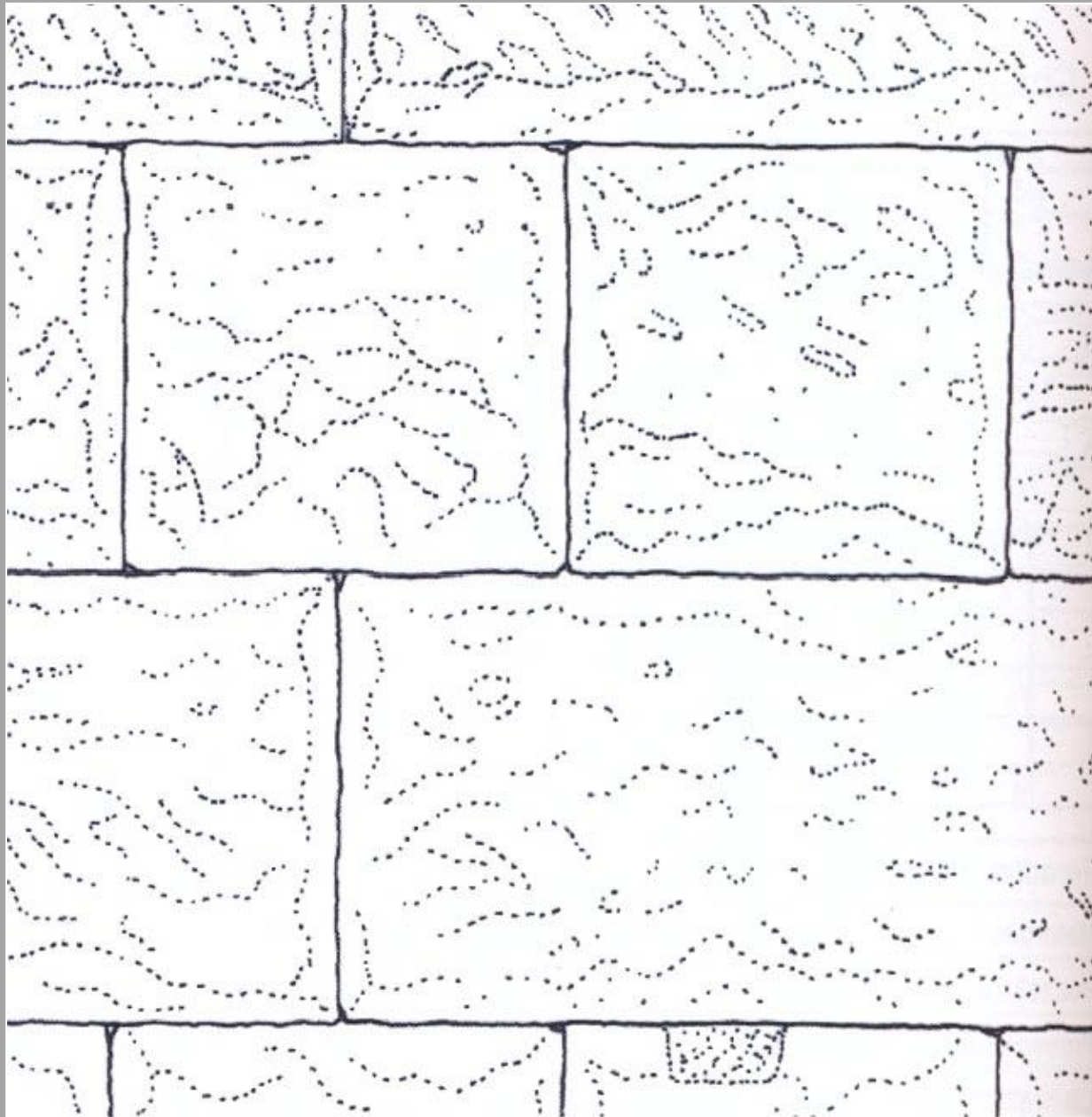
A) Filari alterni per testa e per taglio B) Sistemi di diatoni e ortostati
C) Muro isodomo perfetto D) Muro pseudoisodomo.

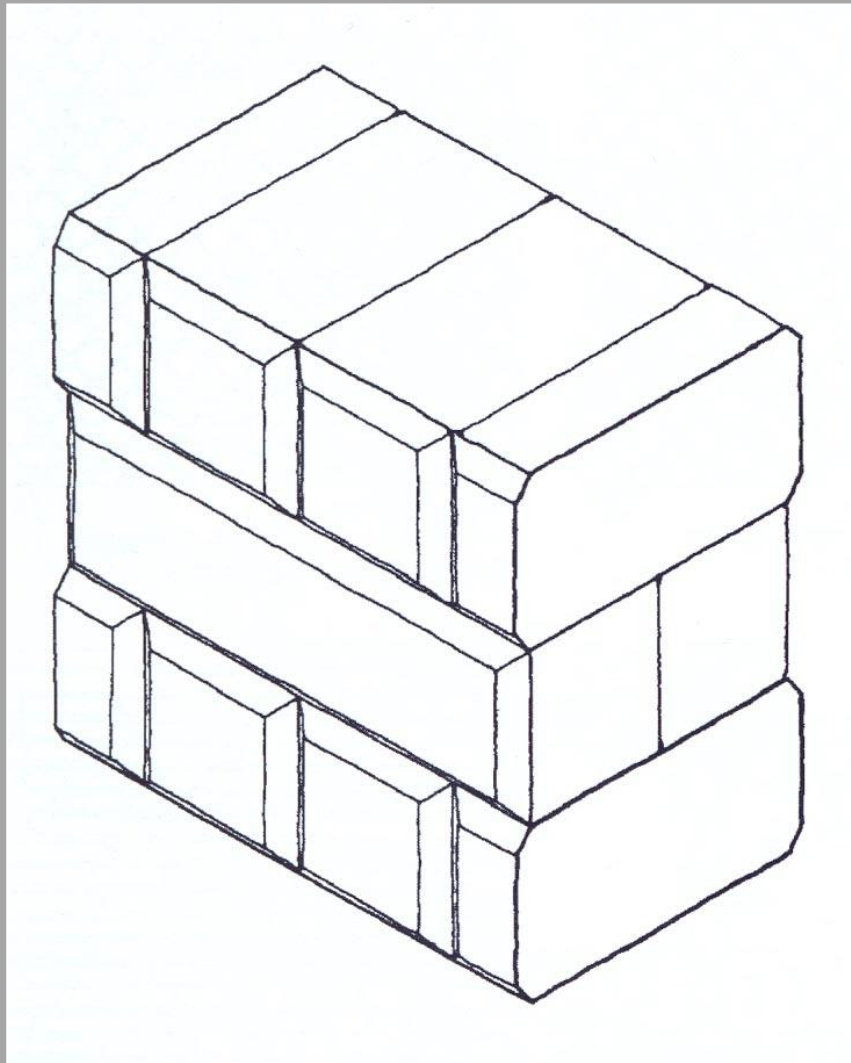




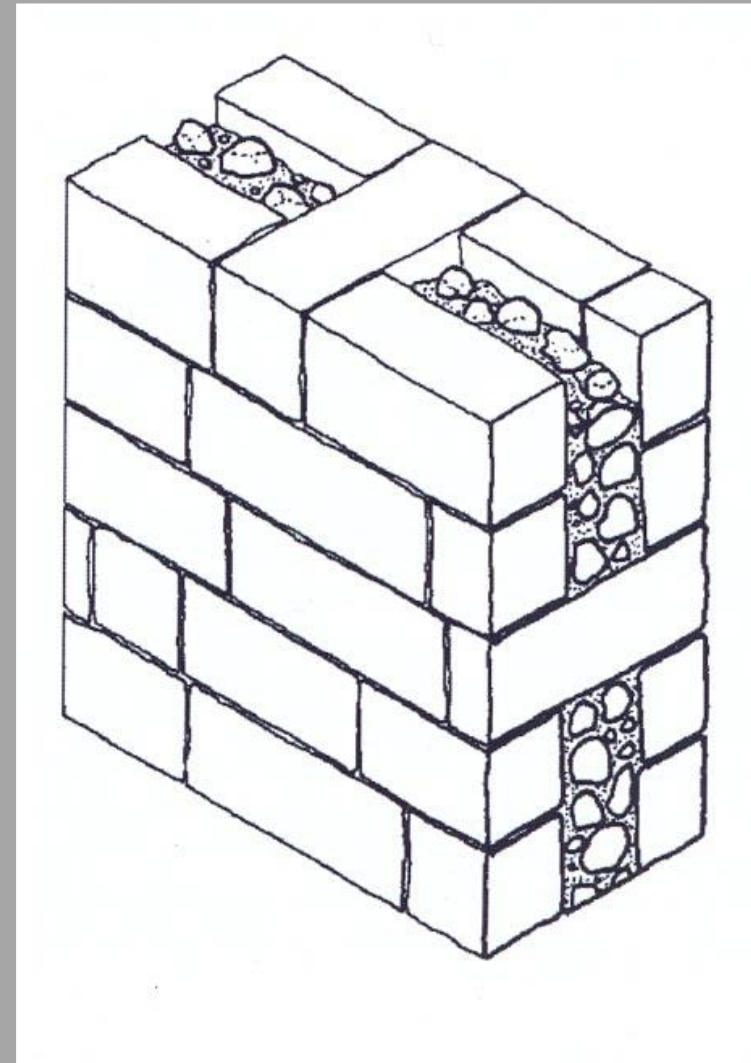


Fori per il successivo recupero delle staffe metalliche.





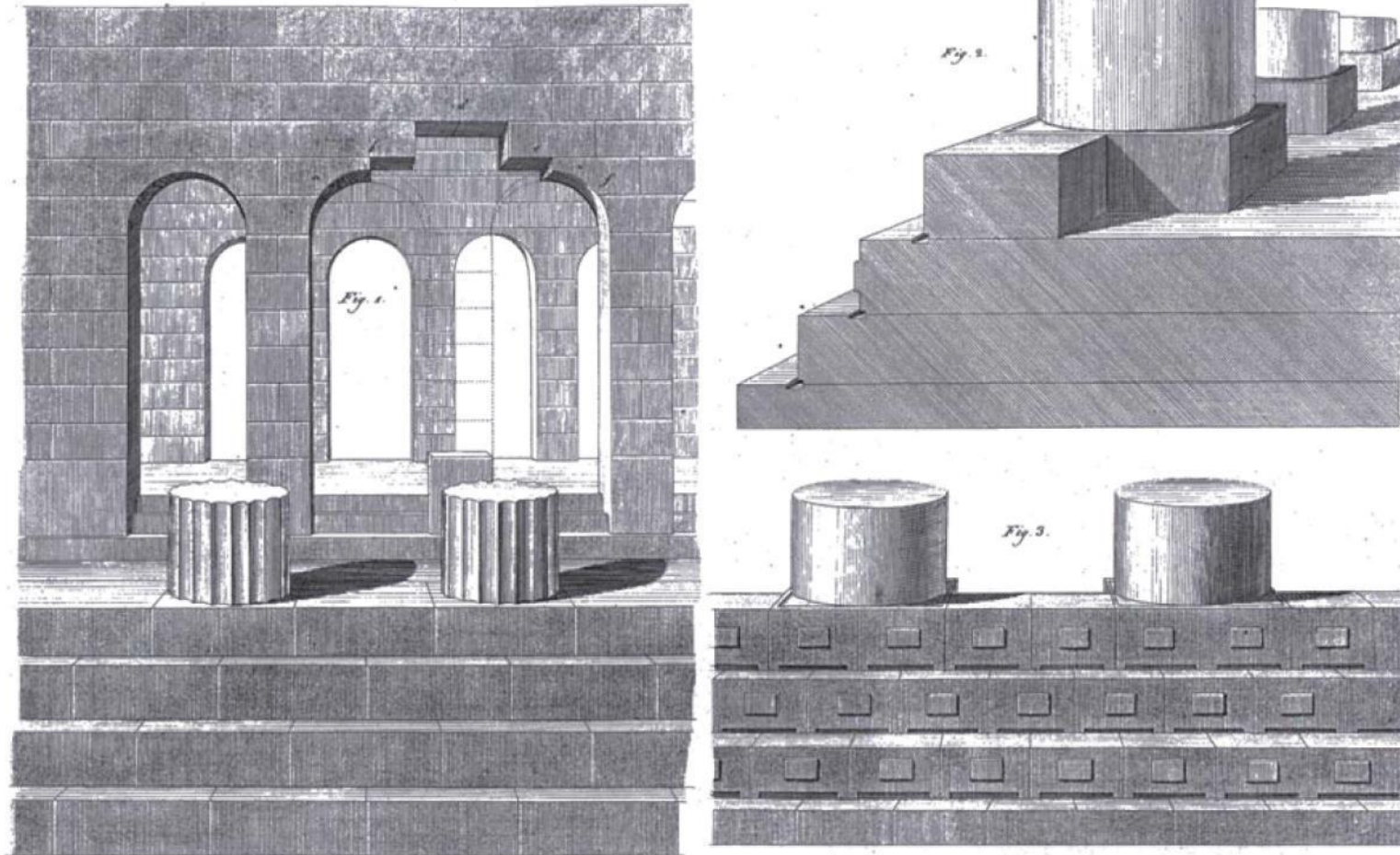
Opera quadrata con diatoni disposti per lungo e per testa.



Apparecchi murario con paramenti in conci e diatoni, con nucleo in scaglie costipate.



Muratura con regolare alternanza di ortostati e diatoni.



Tav. XVI. Fig. 1, Il tempio della Concordia a Girgenti in Sicilia, *opus isodomum*. Questa costruzione composta di pietre di mediocre grandezza posate senza malta, né riunite da ramponi di ferro o di bronzo, né da chiavi di legno, sussiste ancora in eccellente stato; ed è stata così ben fatta che posteriormente si è potuto, in una parte dei muri laterali, praticar archi tagliati nel muro. Fig. 2, Maniera di collocare le pietre da taglio per formare solide costruzioni. Fig.3, il basamento di un tempio dell'antica città di Segesto in Sicilia, che non sembra essere stato compiuto. Ogni pietra ha nel mezzo della faccia esteriore certe bozze che sembrano aver servito ad elevarle e metterle immediatamente a sito senza che le corde fossero d'ostacolo. **J. Rondelet, *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir*, Paris, 1802-1817.**

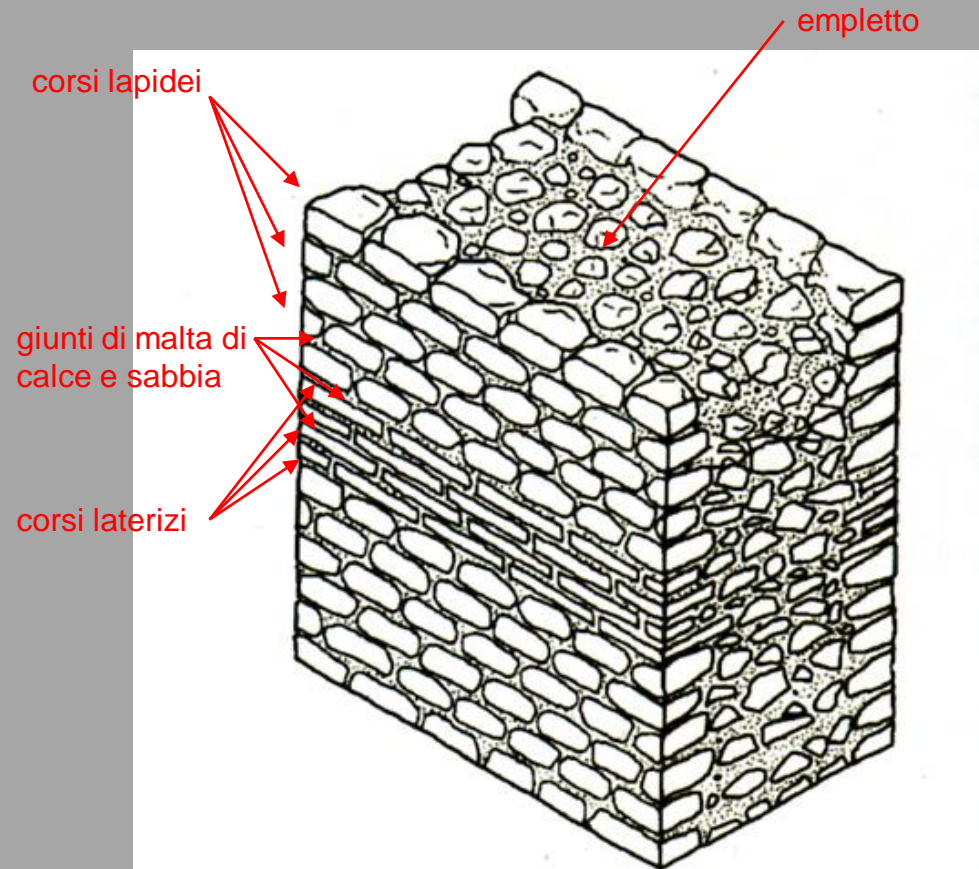
Dalla muratura a secco all'uso della calce



L' *opus antiquum*, rigorosamente a secco, si evolve tecnologicamente con l'impiego della malta di calce

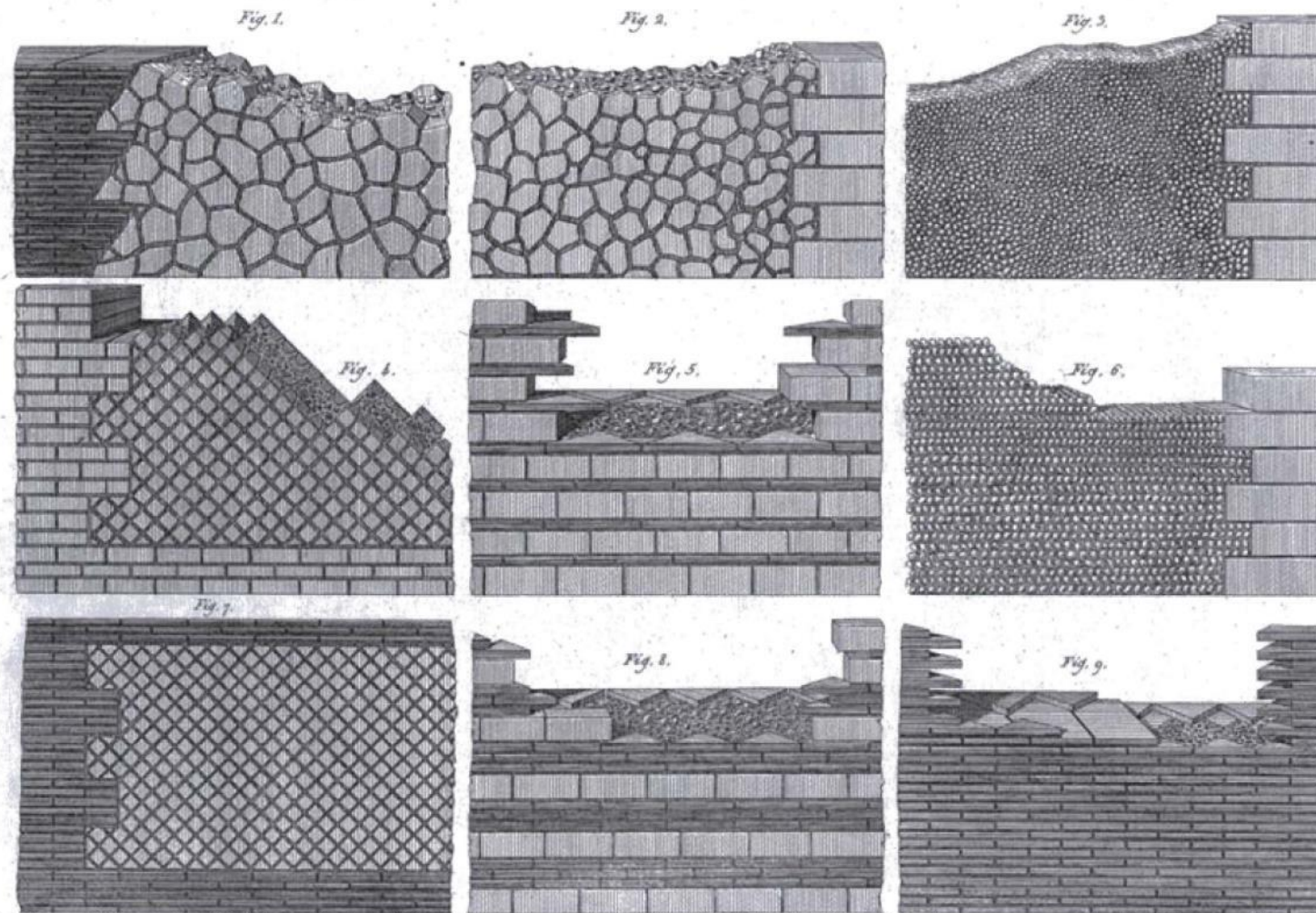
Intorno al V/ IV sec. a.C. impasti di malta a base di calce si utilizzano anche per le murature portanti, al fine di legare i muri in forti conglomerati di riempimento (calcestruzzi); si mescolano inerti vari e spezzature litiche o di laterizio (*opus instrictum*, o *satiatum - emplecton*) per aumentare la sezione parietale di strutture ancora eseguite nelle cortine murarie esterne in blocchi lapidei a secco.

Successivamente, riducendo la grandezza dei conci di pietra e, soprattutto, murando preferibilmente a mattoni, si userà una malta di calce e sabbia per allettare i vari corsi (*opus mixtum vittatum*).



Apparecchio murario con paramenti in *opus mixtum vittatum* e nucleo a strati alternati di malta e scapoli lapidei
Roma, villa dei Sette Bassi, metà II sec. d.C.
Spessore del muro: circa 75 cm

Murature romane



Costruzione de' muri in fabbrica. Dei muri in pietre rozze. Tav. LXI. Fig. 1-2 -3, *Opus incertum*, o aggregato di pietrame d'ogni forma: la fig. 1 rappresenta una cantonata d'un muro antico di Pompeia, ma il metodo indicato dalla figura 2 è il più ordinario. Fig.4, *Opus reticulatum*, o pietre a facce quadrate messe assieme in forma di rete.....fig. 6, *Opus spicatum*, ovvero i ciottoli sono disposti a spina pesce [spesso sono utilizzati in alternanza con cordolini di mattoni o di pietra concia] la fig. 9 indica la disposizione dei rivestimenti di mattoni triangolari col riempimento intermedio e il modo con cui questi mattoni si legano nell'interno del muro. **J. Rondelet, *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir*, Paris, 1802-1817.**

Opus Vittatum poi opera saracena.

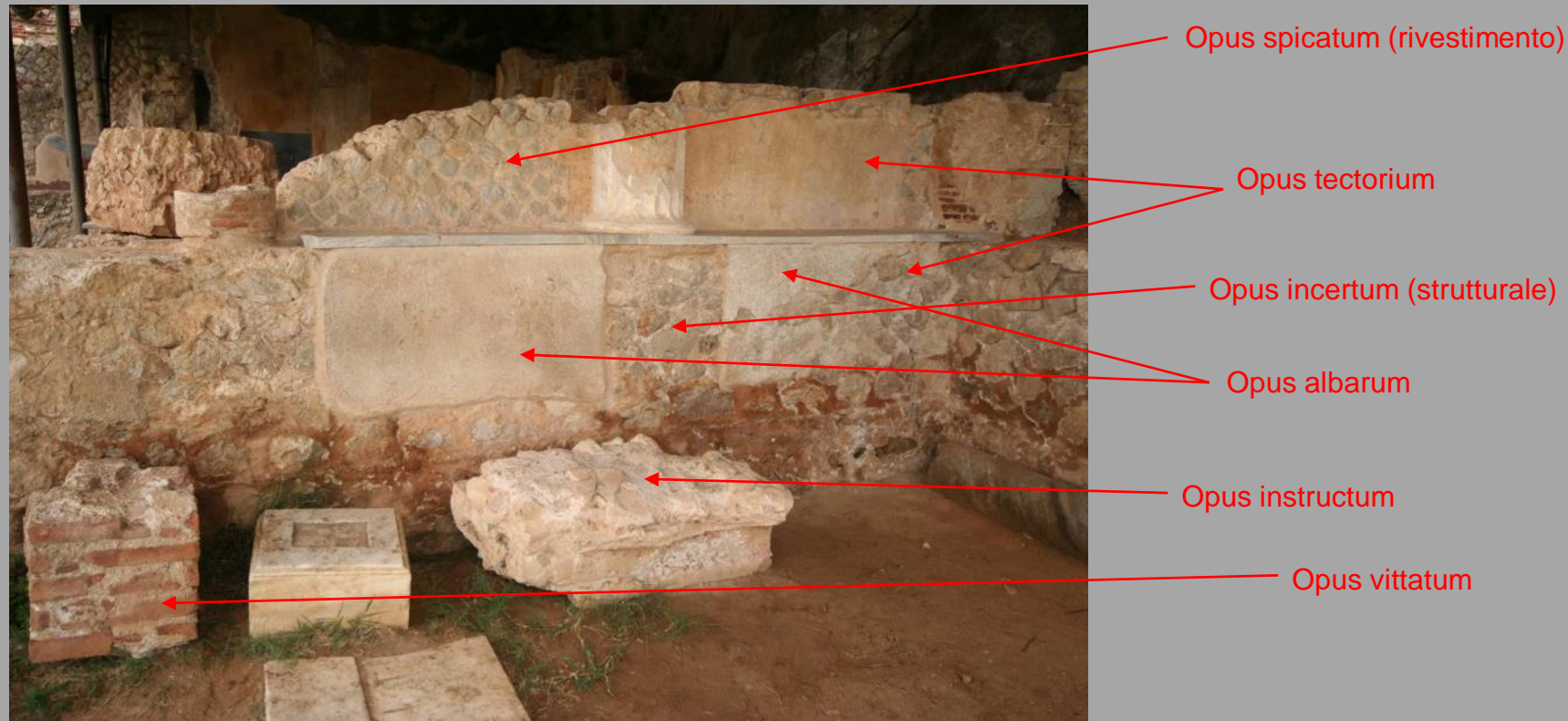
Questa tecnica, che sembra essere la più logica e la più convenzionale, consiste nella semplice disposizione di blocchetti quadrangolari della stessa altezza su filari orizzontali.



Malte ed intonaci nell'antichità classica

L' *opus tectorium* (intonaco), con impiego di malta di calce e sabbia, nel trattamento delle superfici parietali è diffusamente presente nelle opere murarie di maggior pregio, fin dalla prima età repubblicana, sostituendo gradatamente l'impiego più antico di impasti argillosi o di più complesse finiture decorative anche incise o graffite a base di gesso e resine naturali derivate dalla tradizione egiziana e/o orientale.

L' *opus albarum* (imbiancatura) a base calce, con aggiunta o meno di gesso, era invece riservato alle opere di finitura da sovrapporre all'intonaco; stucchi lucidi ed encausti policromi potevano eventualmente sostituirci l'impiego nella decorazione di specchiature di particolare importanza (dal mondo etrusco).



Villa di Tiberio (I sec. d.C) , impieghi di malte ed intonaci a base calce

La calce nei modelli decorativi classici



Esempio di stucco lucido a calce eseguito con le tecniche tradizionali secondo i modelli decorativi pompeiani

Laboratorio per Affresco "E. e L. Tintori", Prato
Modello pittorico che riproduce uno stucco lustro romano

I leganti idraulici nell'antichità: la pozzolana e le tufarine

Pozzolana: roccia eruttiva effusiva simile al tufo (dal lat. *puteolana*, cioè polvere di Pozzuoli)

Opus signinum: opera impermeabile che sfrutta le qualità di idraulicità propria delle malte di calce con aggiunta di pozzolana per legare un conglomerato compatto ottenuto con cotto macinato. Tale tecnica costruttiva era particolarmente adatta per realizzare piscine e cisterne.

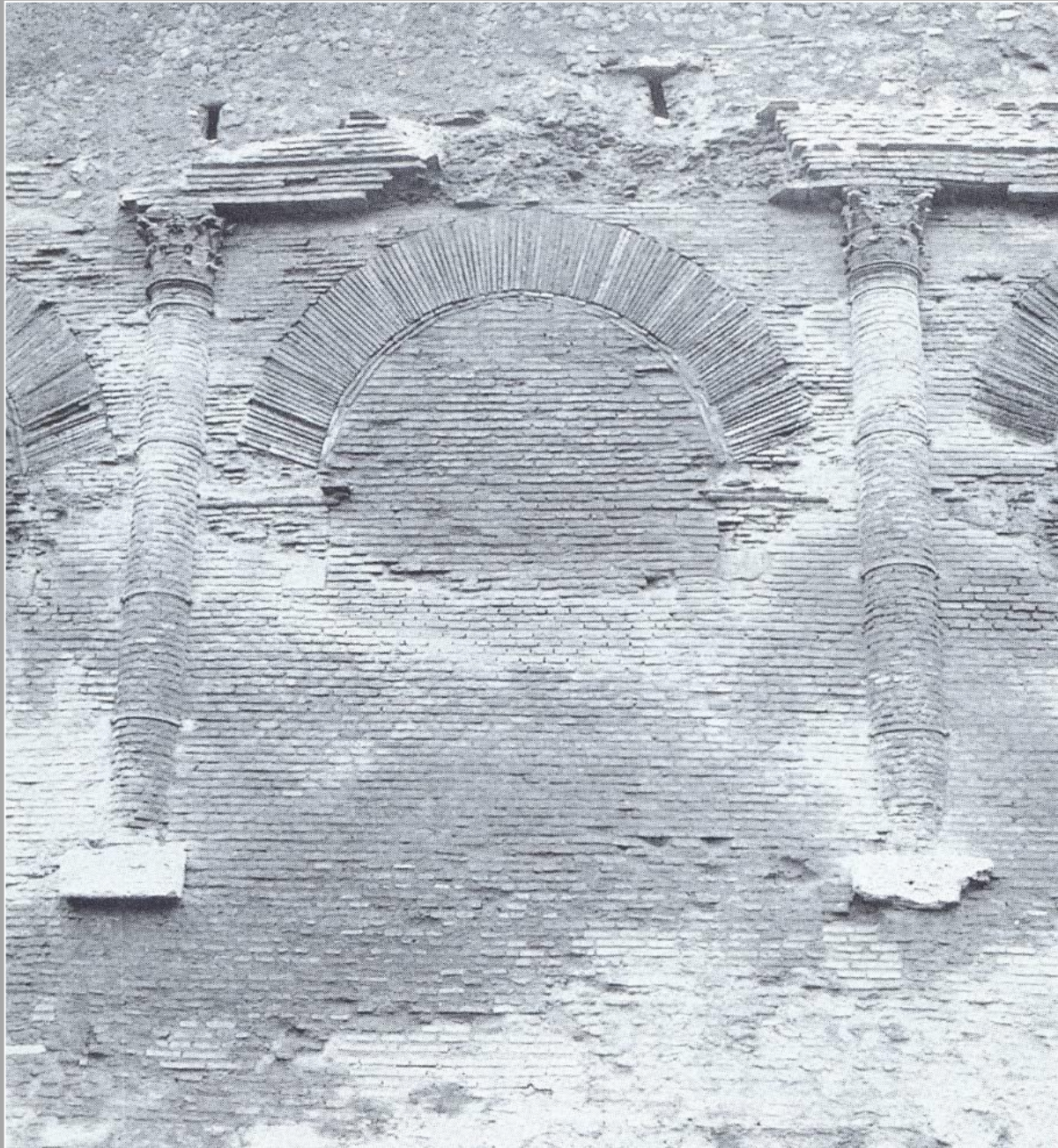


Grotta di Tiberio (I sec. d.C) , sostruzioni in *opus signinum*



Rovine di Norba, *Castellum aquae* realizzato con strutture legate con malte in grado di fare presa in acqua per la presenza di pozzolana e calcarei silicei naturali macinati (calce bianca).

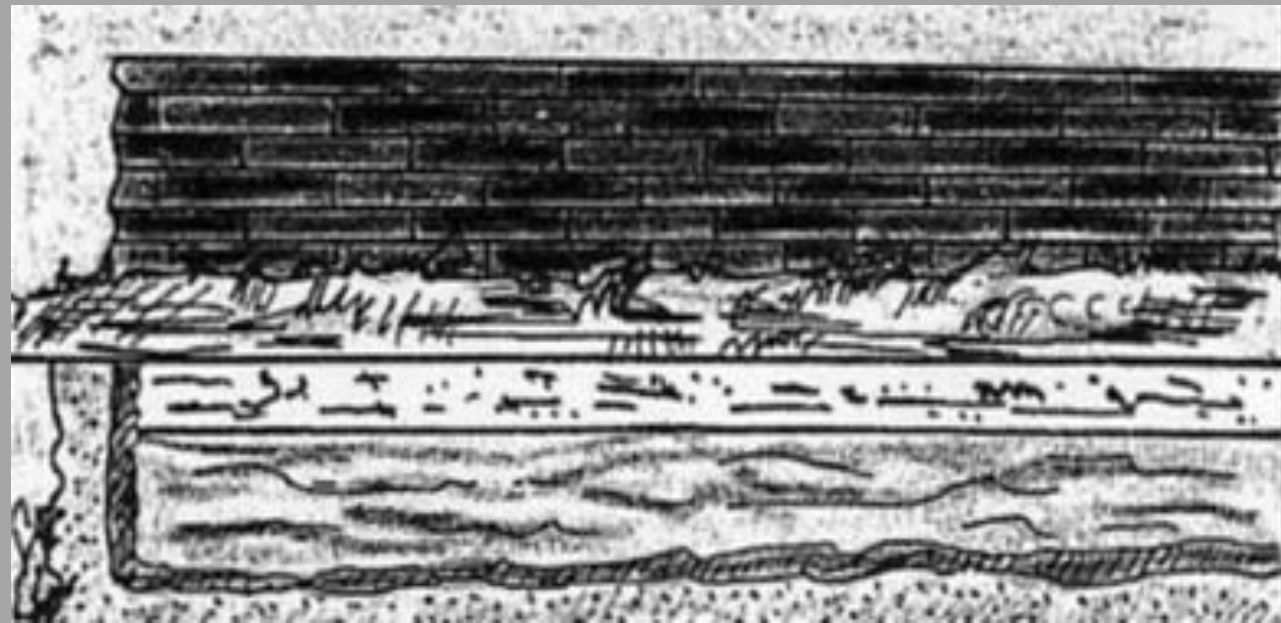
Nell'antichità l'impiego di pozzolana, di terre vulcaniche, di tufarine o di calcari silicei calcinati, queste in sostituzione della calce comune, rendeva possibile l'impasto di malte ad elevata idraulicità in grado di indurire in presenza di acqua, per questo si dicono "cariche di tipo idraulico".





Tecniche costruttive con malta idraulica, nel tipo romano (dal III sec. a.C.)

Impiego misto pietra/ laterizio



OPERE MURARIE SECONDARIE

OPUS LATERICIUM (TESTACEUM-DOLIARE)

Opera laterizia, in mattoni

OPUS SIGNINUM (CONGLOMERATO)

Opera impermeabile, in conglomerato ottenuto con cotto macinato e malta di pozzolana, per cisterne, piscine, ecc.



Annotazioni sulla terminologia

Tecniche costruttive in *opus latericium* e miste (blocchetti di tufo e mattoni)



Le Mura Aureliane di Roma (II sec. d.C.)



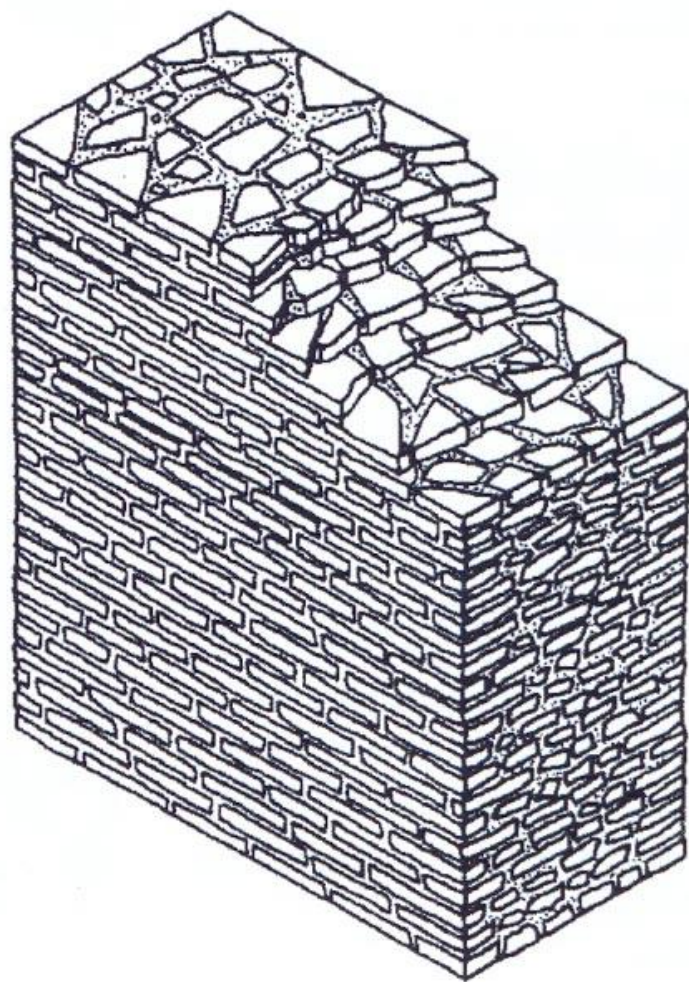
Annotazioni storiche

Tecniche costruttive con malta, nel tipo romano (dal I sec. a.C. al III sec. d.C.)

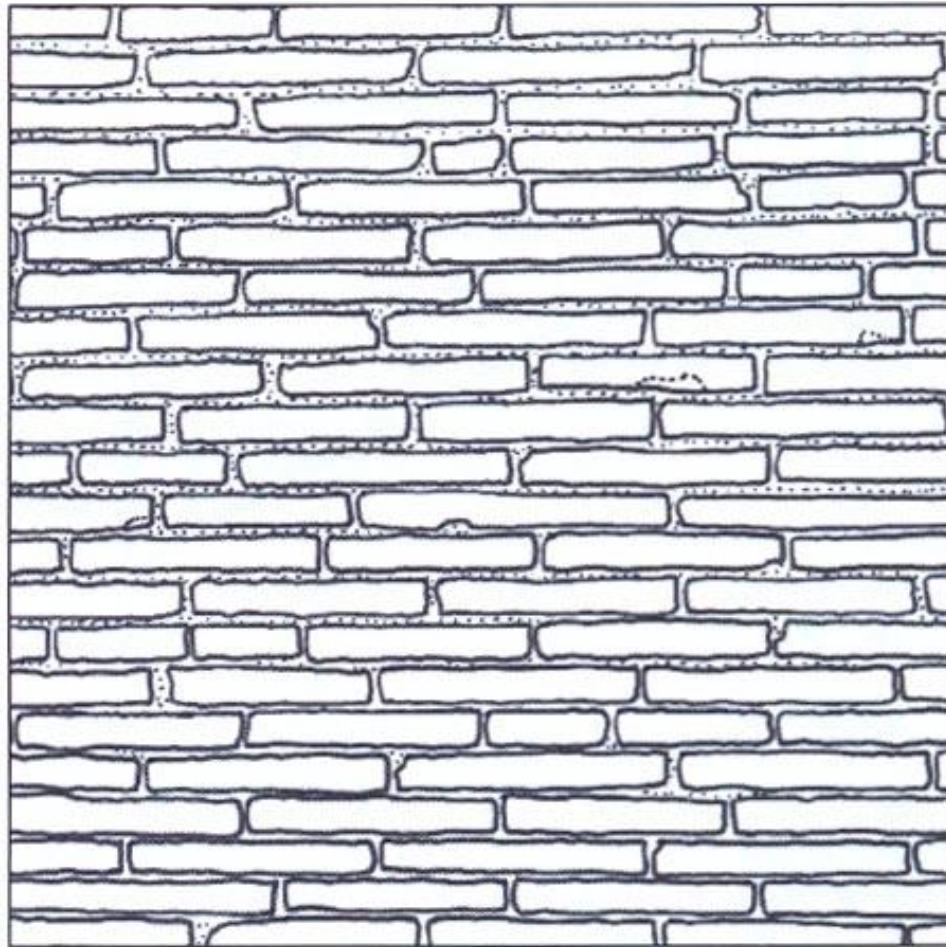


Structura testacea (opus latericium) di rivestimento con riempimento a sacco in conglomerato («empletto»)





Apparecchio murario con paramenti in *opus testaceum* e nucleo apparecchiato con mattoni e frammenti
Ostia, *insula* tra via delle Corporazioni e via della Fontana, II sec. d.C.
Spessore del muro: 59 cm

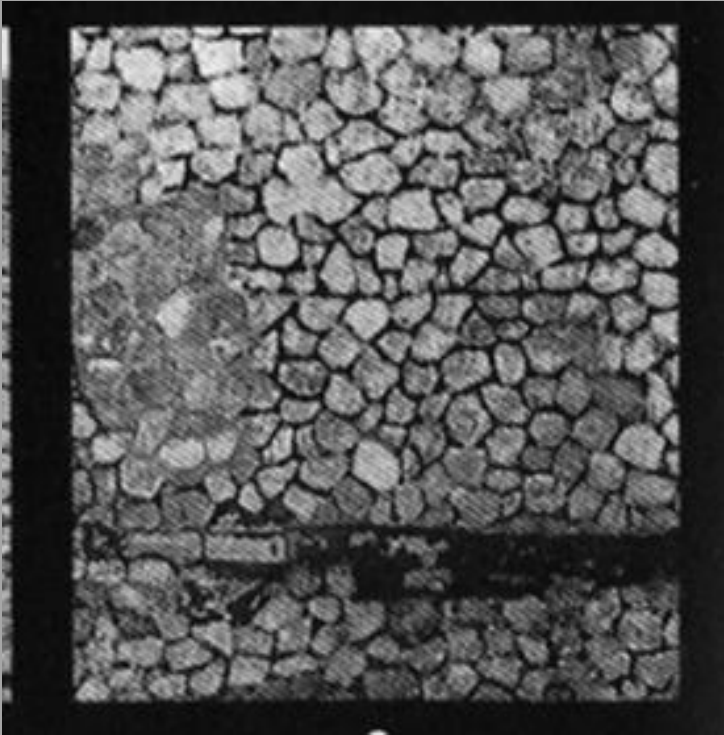


Opus testaceum
Roma, terme di Traiano,
98-117 d.C.



Tecniche costruttive con malta, nel tipo romano (dalla fine del III / inizi II sec. a.C.)

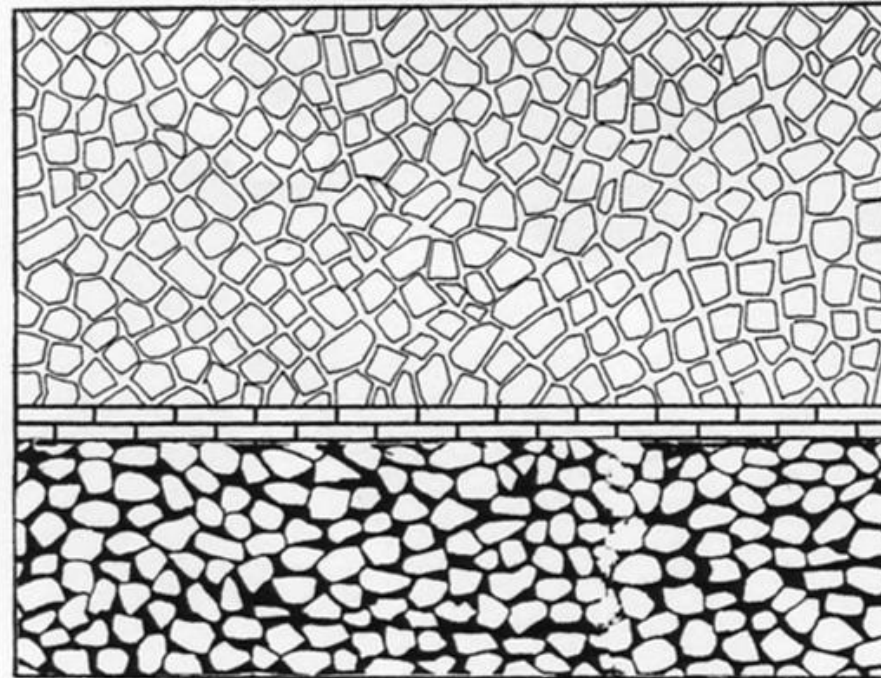
Opera incerta



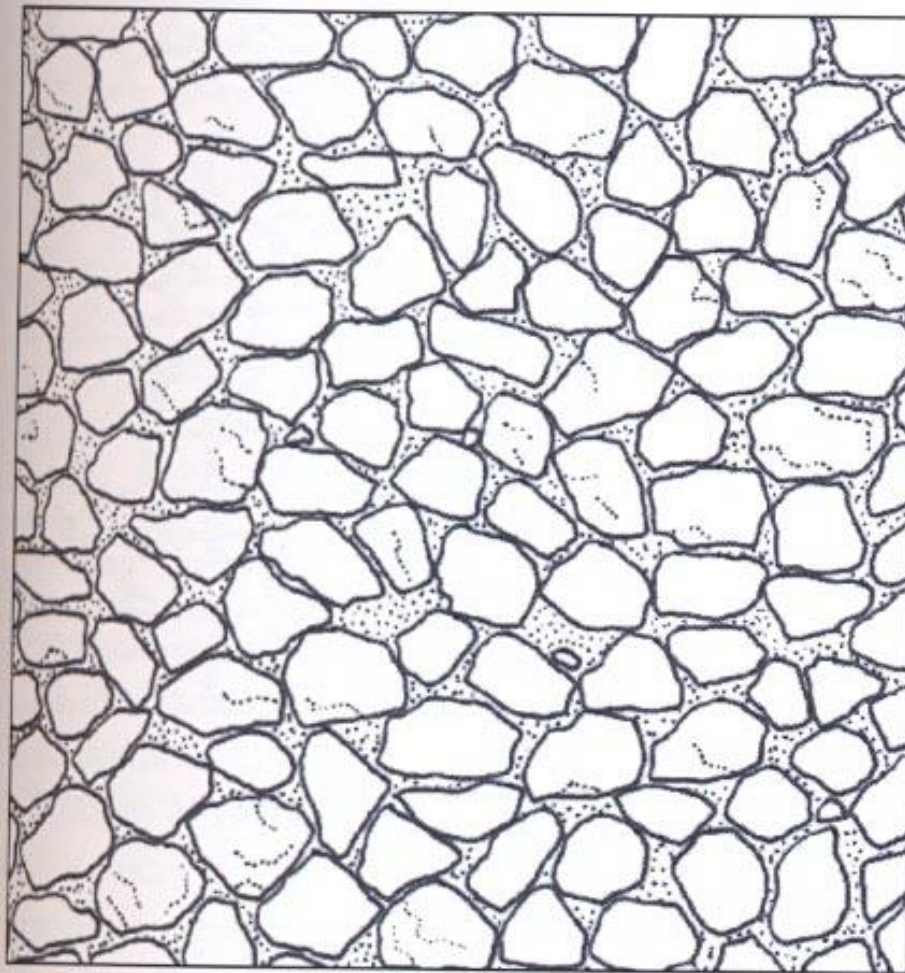
Questa opera «cementicia» è composta da un impasto di malta liquida e scaglie (*caementa*) di pietra

Annotazioni sulla terminologia

L'OPUS CAEMENTICIUM (letteralmente: a «blocchi segati», dal verbo latino CAEDERE) non è altro che l'OPUS INCERTUM VEL ANTIQUUM, a blocchi poligonali. La figura in basso rappresenta un rivestimento informe detto a 'ecplecton' (opus exstructum) e non si tratta quindi di OPUS INCERTUM che non è un rivestimento, ma un muro in grosse pietre poligonali.

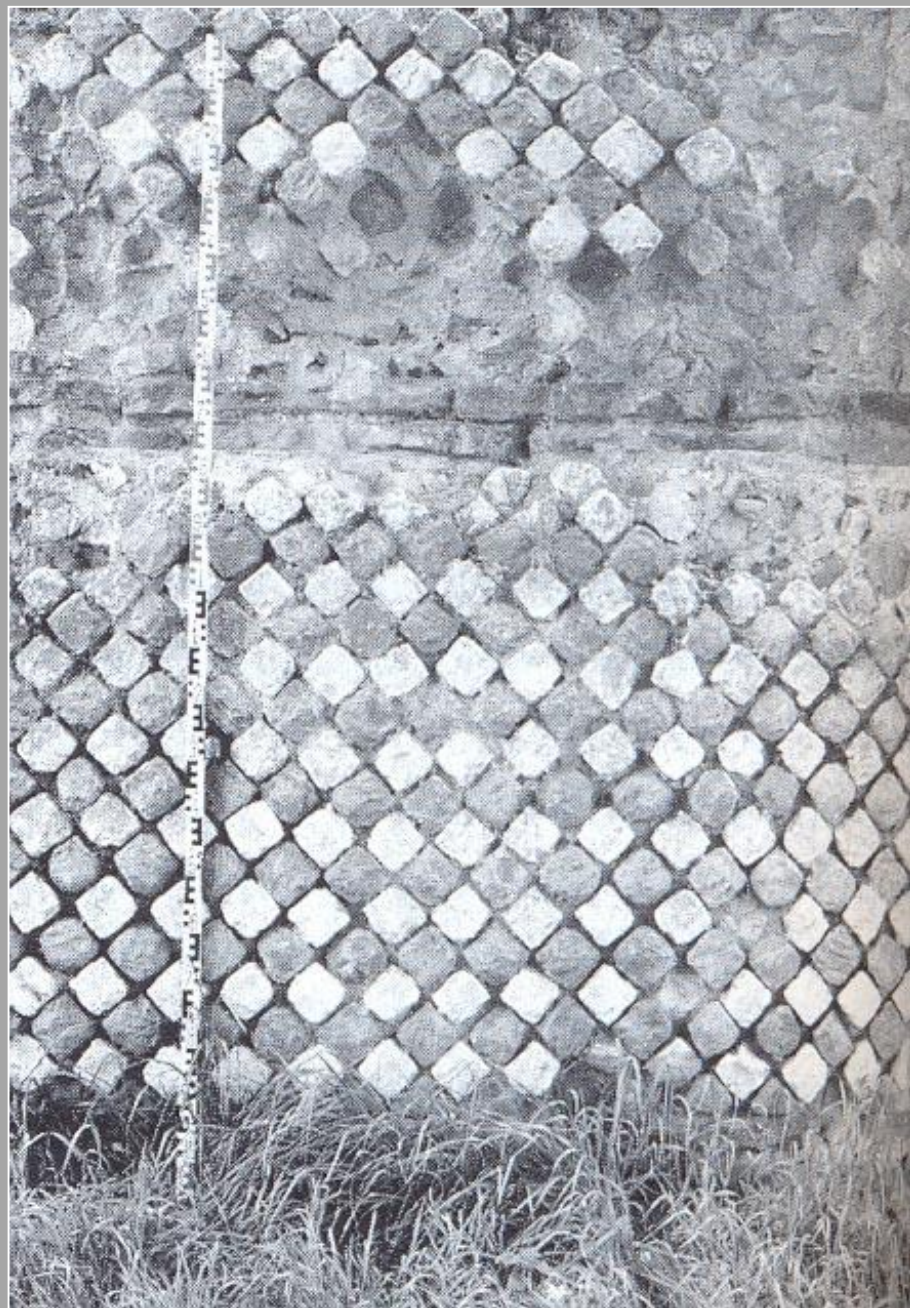


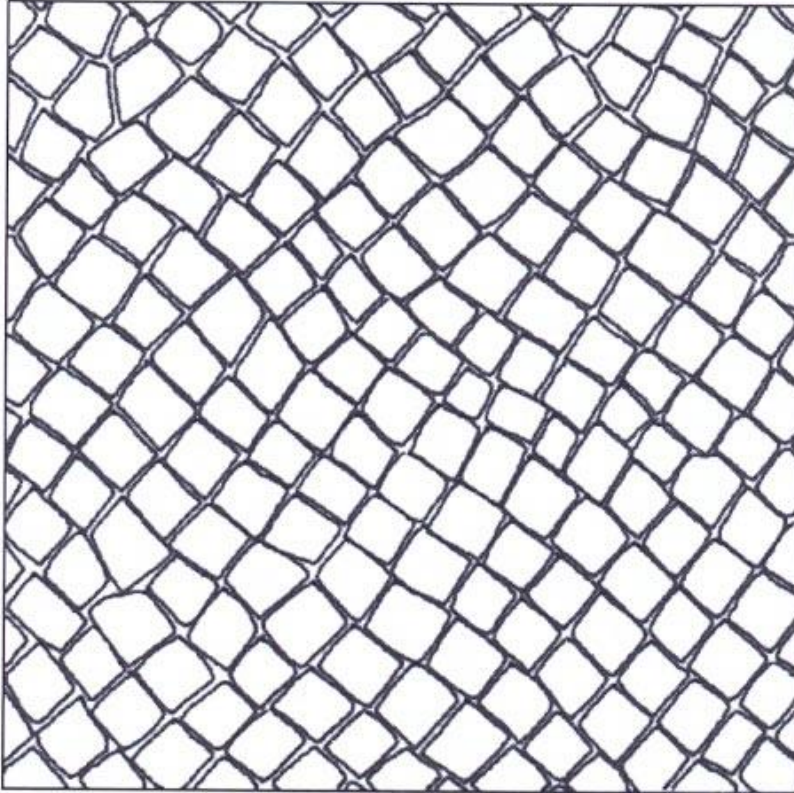




Opus incertum
Palestrina (Roma), santuario della
Fortuna Primigenia, fine II sec. a.C.

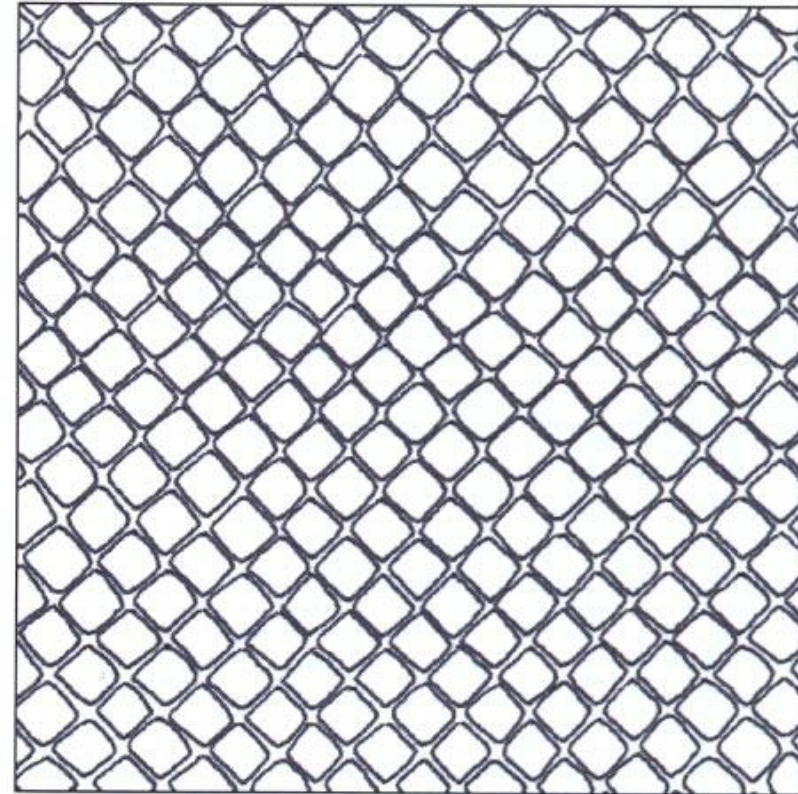
CC





Opus quasi reticulatum
Grottaferrata (Roma), criptoportico di
villa, 2° quarto del I sec. a.C.

PE



Opus reticulatum
Terracina (Latina), *Capitolium*, seconda
metà I sec. a.C.-prima metà I sec. d.C.

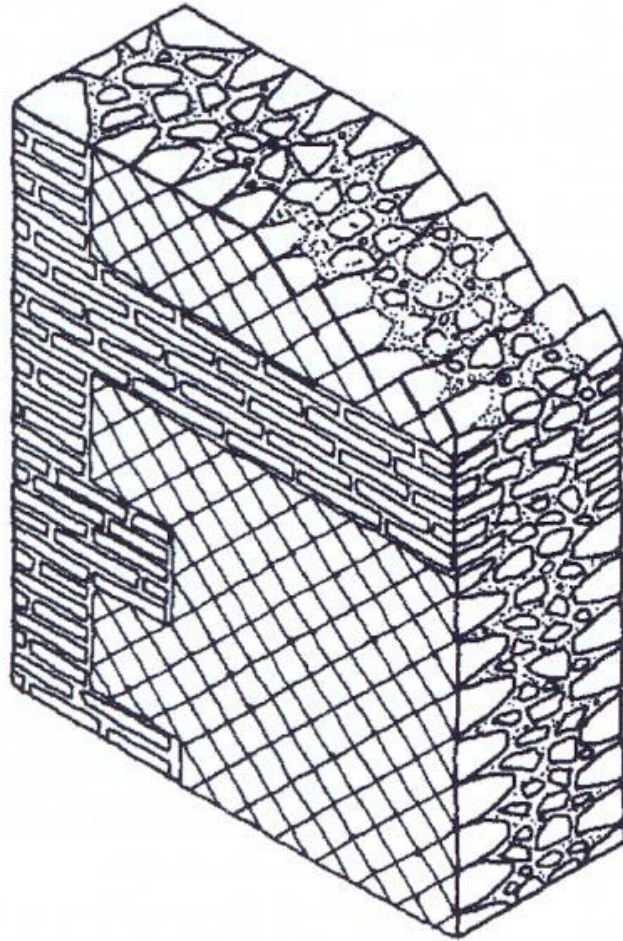
CC
TU



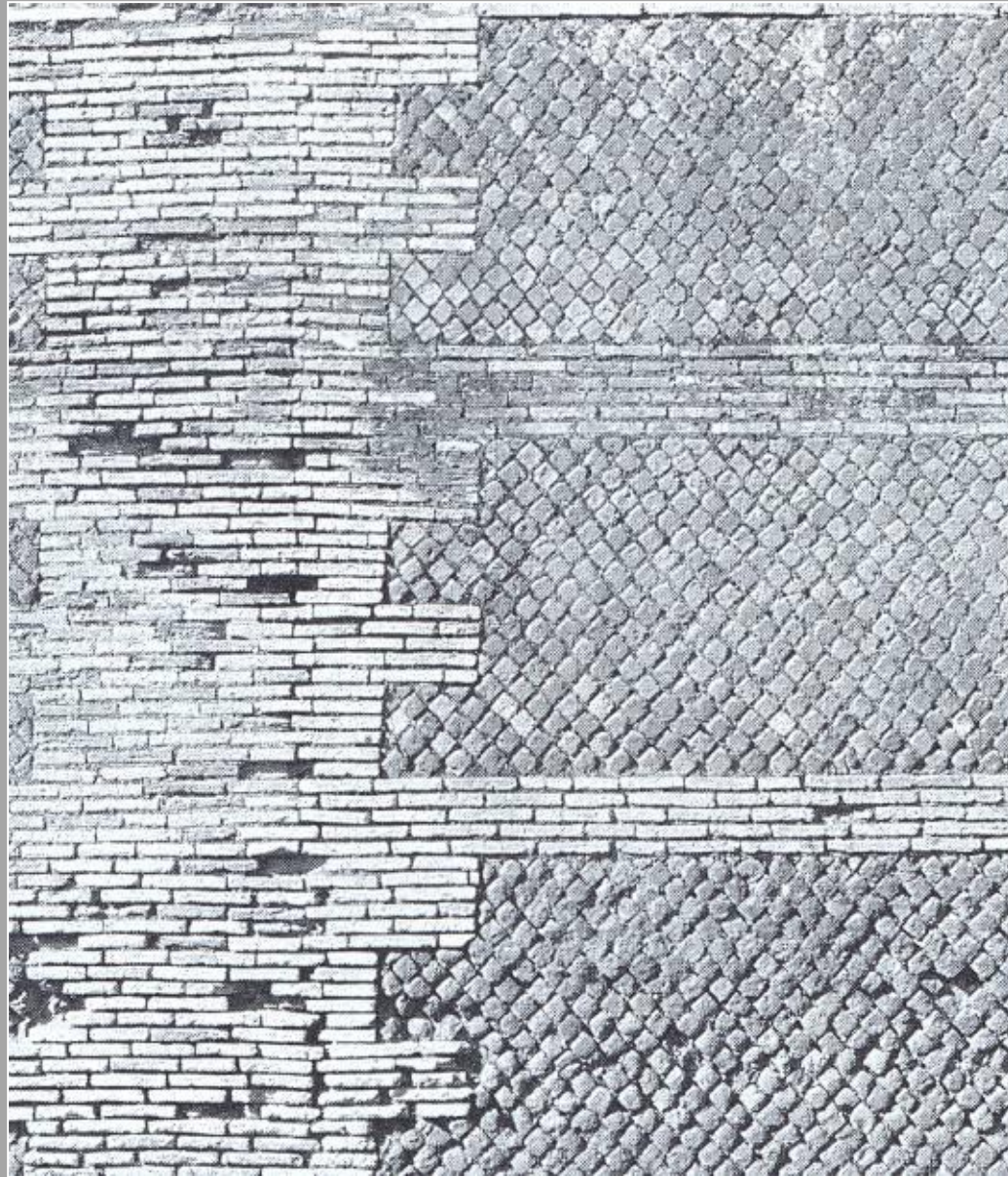
Blocchetto di pietra a forma di tronco di piramide.



Catene angolari a dente di sega.

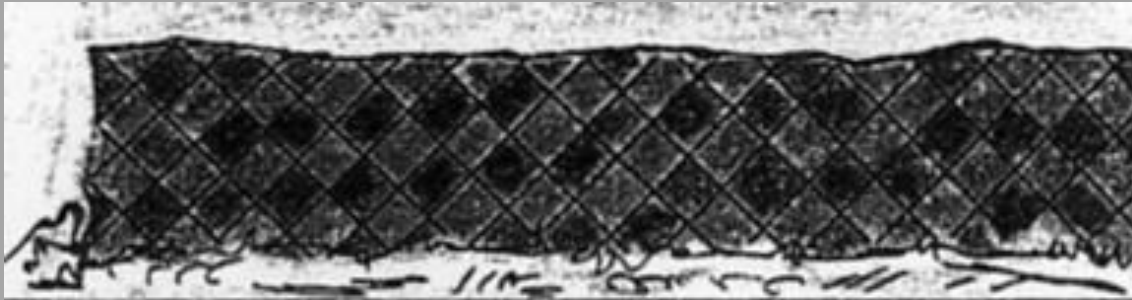


Apparecchio murario con paramenti in *opus mixtum reticulatum*, con nucleo in materiale costipato
Ostia, case a giardino, II sec. d.C.
Spessore del muro: 45 cm



Catene angolari in laterizio disposti orizzontalmente.

Tecniche costruttive con malta, nel tipo romano (dal II sec. a.C. al II sec d.C.)



Opera reticolata con sacco



Fabbrica romana a Roselle

Annotazioni sulla terminologia

OPUS SPICATUM (RIVESTIMENTO)

Formata da elementi, in pietra o in cotto, a sezione quadrata o rettangolare, posti di coltello, con paramento a spiga o spina di pesce, per rivestimento di muri.

Tecniche costruttive con malta e rivestimento ad intonaco, nel tipo etrusco - romano (dal II sec. a.C.)



OPUS TECTORIUM (INTONACO)
Parete intonacata con malta

OPUS ALBARIUM (IMBIANCATURA)
Imbiancatura dell'intonaco, con calce oppure con gesso, per pareti interne e protette.

Annotazioni sulla terminologia

La struttura a scacchiera.

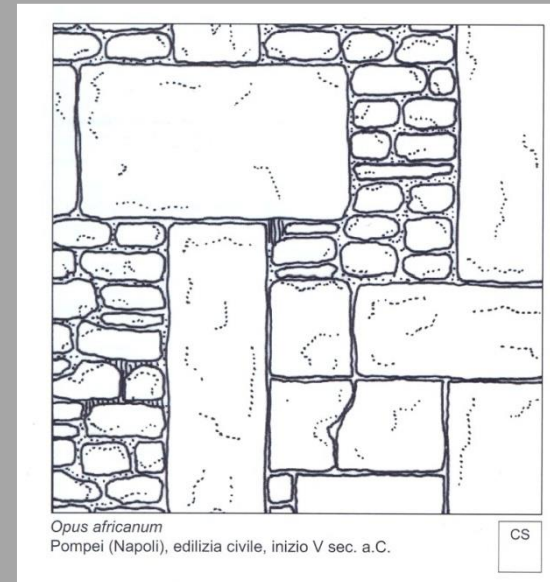
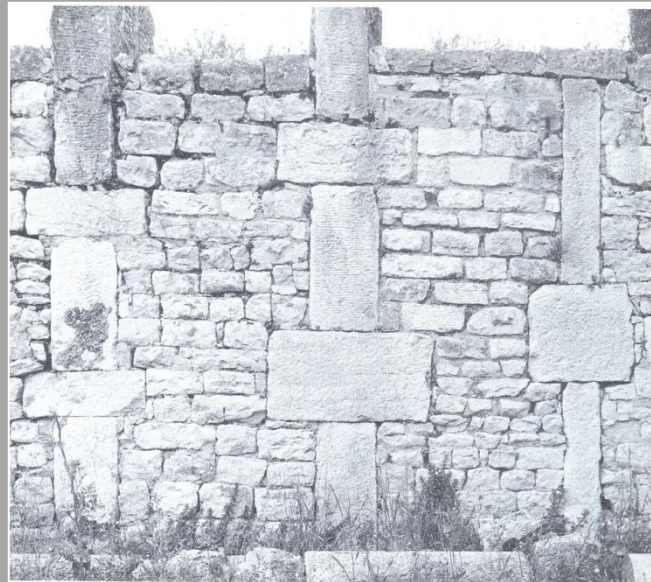
Questa originale disposizione dei materiali consiste nell'alternare grandi blocchi squadrati e, come riempimento, pietre di piccole dimensioni; i blocchi poggiano sempre gli uni sugli altri fungendo esclusivamente da elementi portanti.



Velia, muro in struttura a scacchiera.

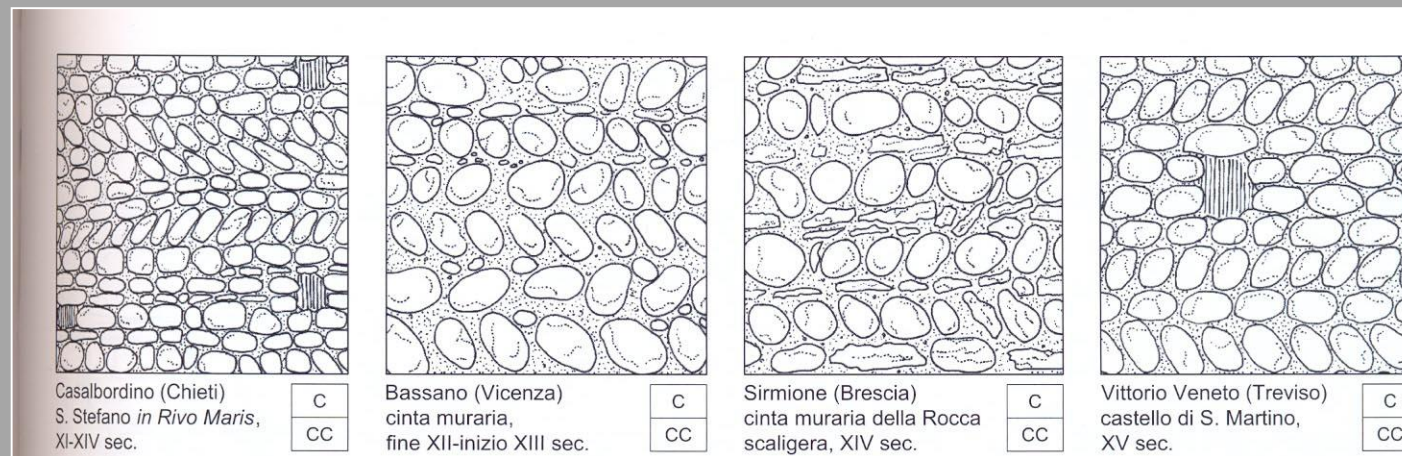
L'opus africanum.

Il nome di questa tecnica indica con chiarezza l'area in cui essa fu maggiormente utilizzata. Essa è costituita da catene verticali e orizzontali di blocchi nelle quali si alternano pietre verticali e orizzontali. Queste catene costituiscono gli elementi portanti del muro, collegati tra loro da file orizzontali di pietre più piccole.



L'opus spicatum.

Questo tipo di paramento deve il suo nome do “opera a spiga” alla disposizione alternata delle pietre che lo compongono. Anziché essere disposte su piani orizzontali e poggianti sul lato maggiore, esse vengono messe in opera con un inclinazione di 45°, cambiando la direzione dell’inclinazione in ogni filare. Questa tecnica ha la sua origine in quelle regioni dove si trovano in natura pietre piatte, cioè nelle vallate fluviali. In queste opere la malta impiegata deve avere delle ottime qualità adesive nonché di resistenza.



Variante a tecnica mista dell' Opus Spicatum
(epoca Romana Imperiale I-II d.C.)

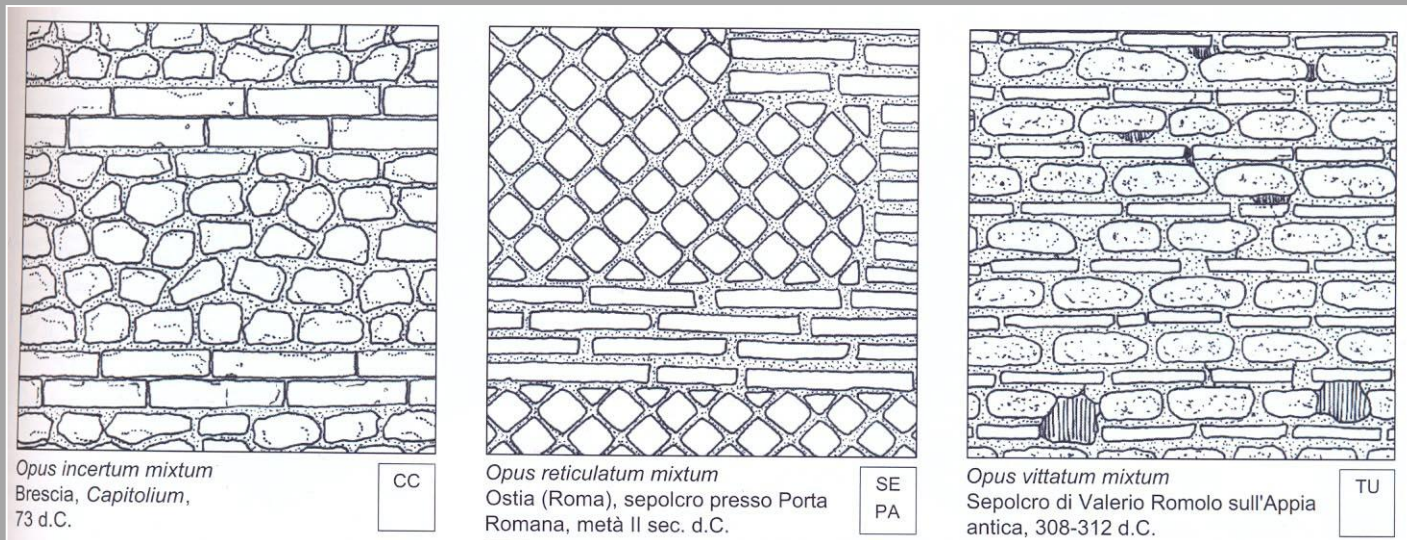


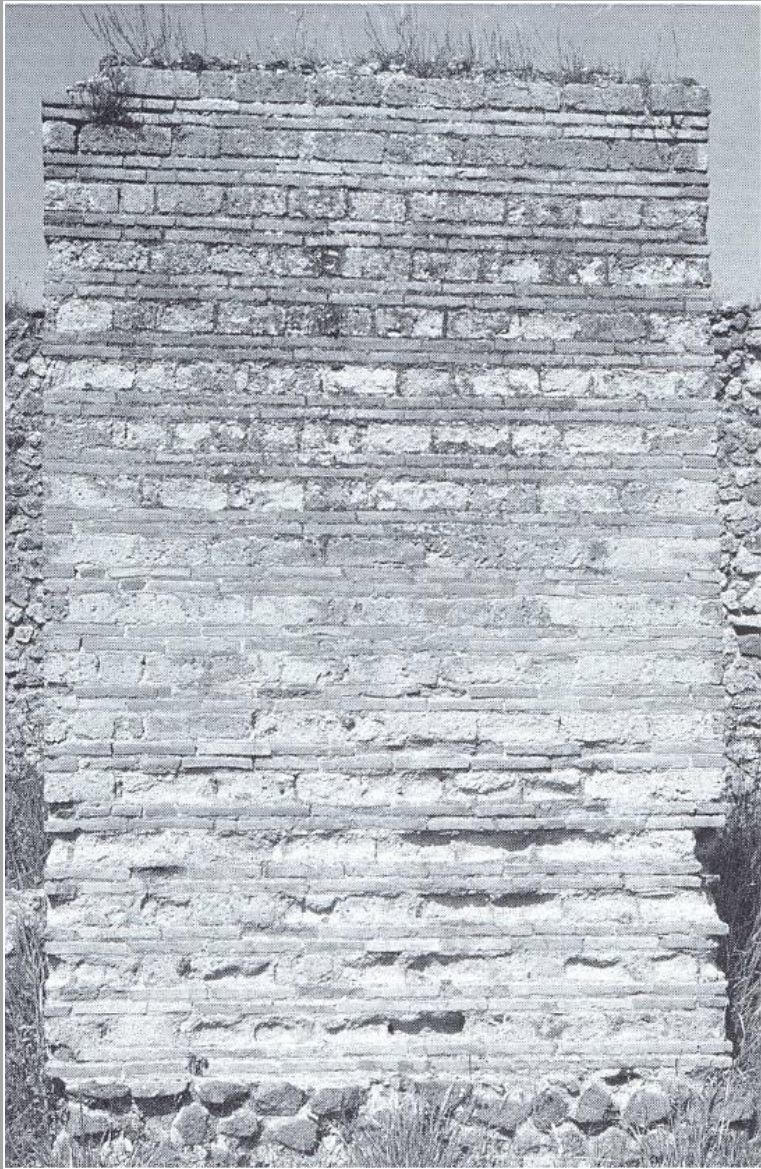


L'opus mixtum.

Questa denominazione raggruppa vari tipi di murature, in termini generali possiamo dire che con quest'opera mista si intendono quei paramenti nei quali vengono impiegati insieme pietre e mattoni.

Una particolare tecnica è quella dell'*opus listatum* la quale prevede strati di pietrame grezzo alternati a ricorsi di mattoni disposti ad una distanza di 5-12 teste che conferiscono una maggiore resistenza alla struttura.

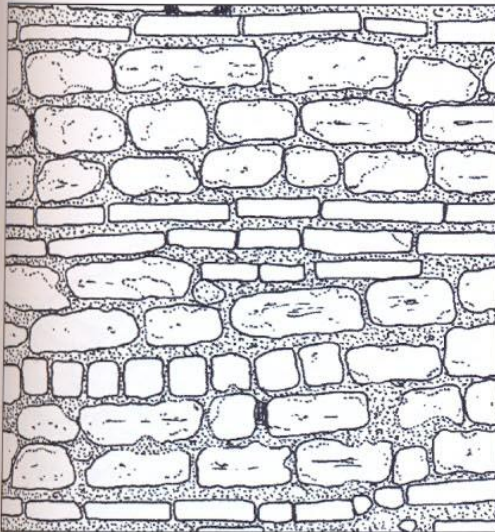




Mura Longobarde di Benevento (VI- VIII sec. d.C.), con palinsesto di recupero

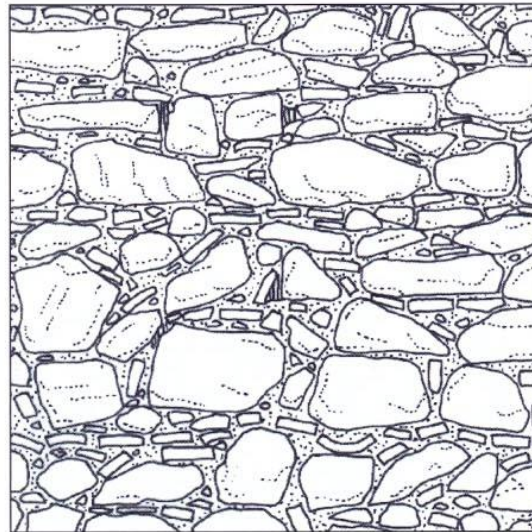


L'opus mixtum: dall'epoca tardo imperiale al medioevo e oltre



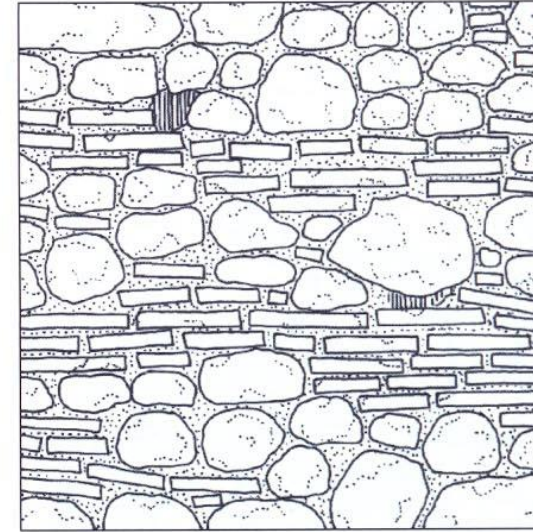
Anagni (Frosinone)
S. Pietro di Villamagna,
VIII-X sec.

IR
T TU



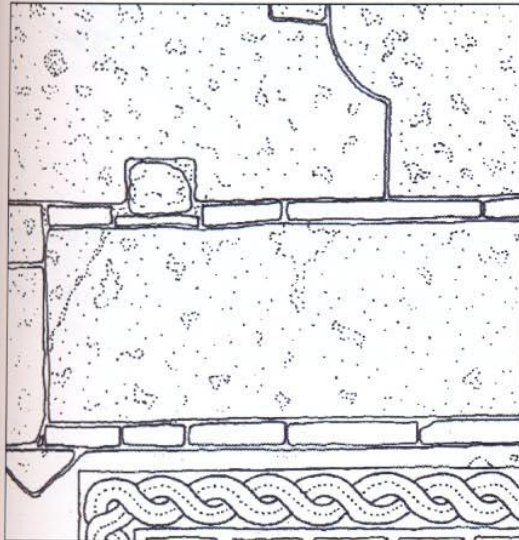
Santo Niceto (Reggio Calabria)
castello,
X-prima metà XI sec.

IR
CA AR



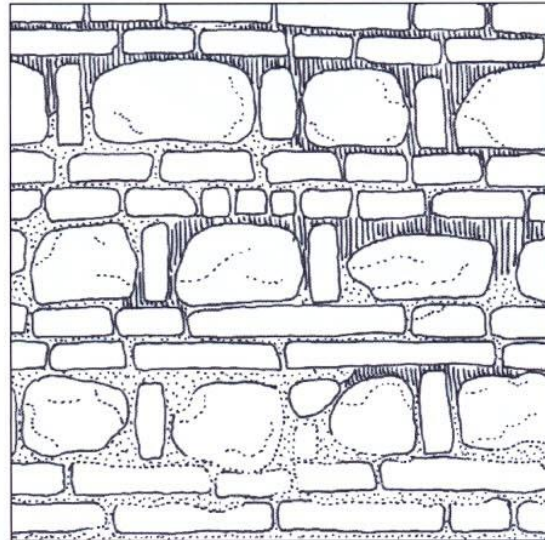
Santa Maria in Vescovio (Rieti)
cattedrale,
IX-XII sec.

IR
CC



Villaspeciosa (Cagliari)
S. Platano di Villa Speciosa,
2° quarto XII sec.

F
CC M B TR



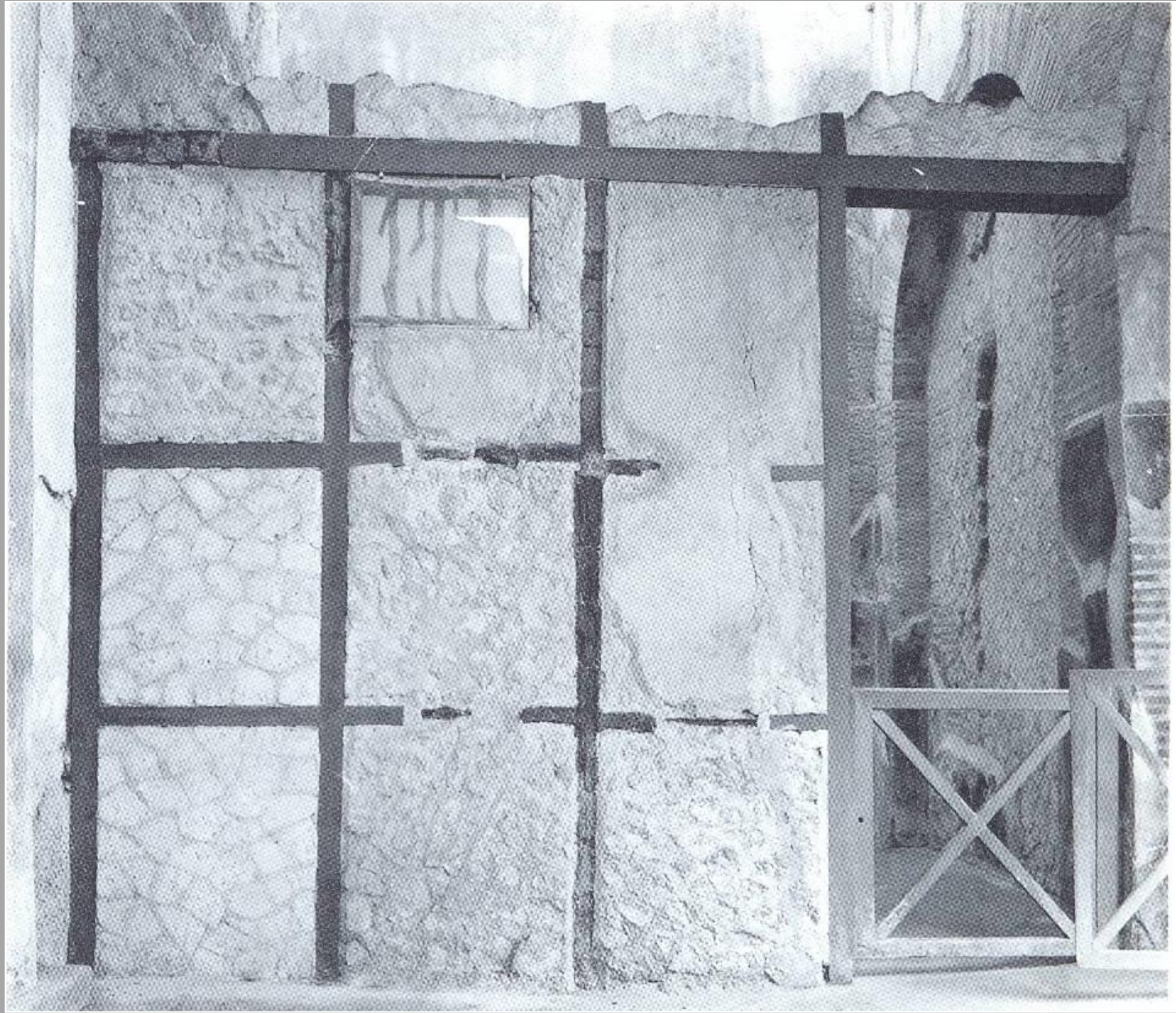
Montagnana (Padova)
cinta muraria,
XIV sec.

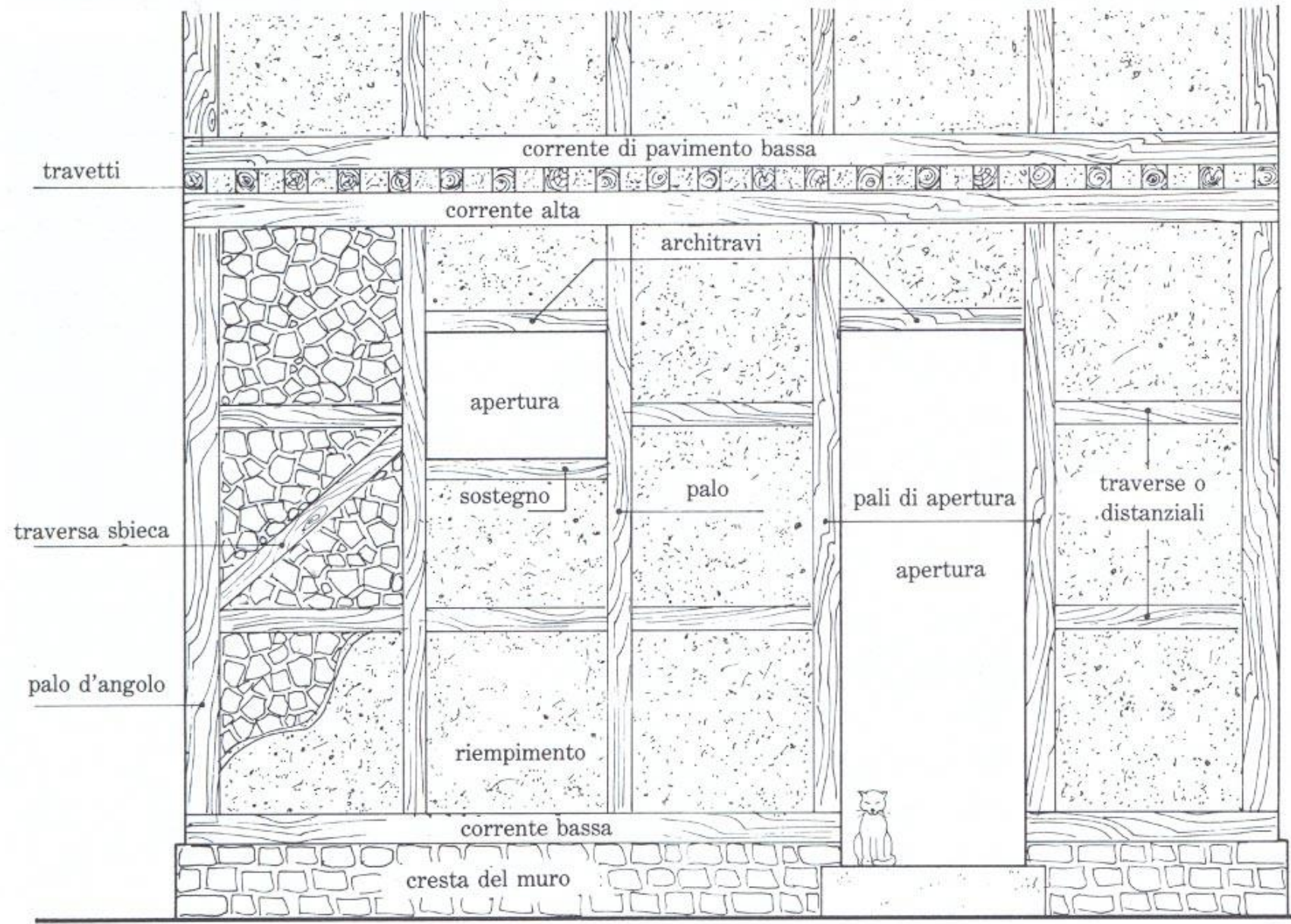
OL
TR CC



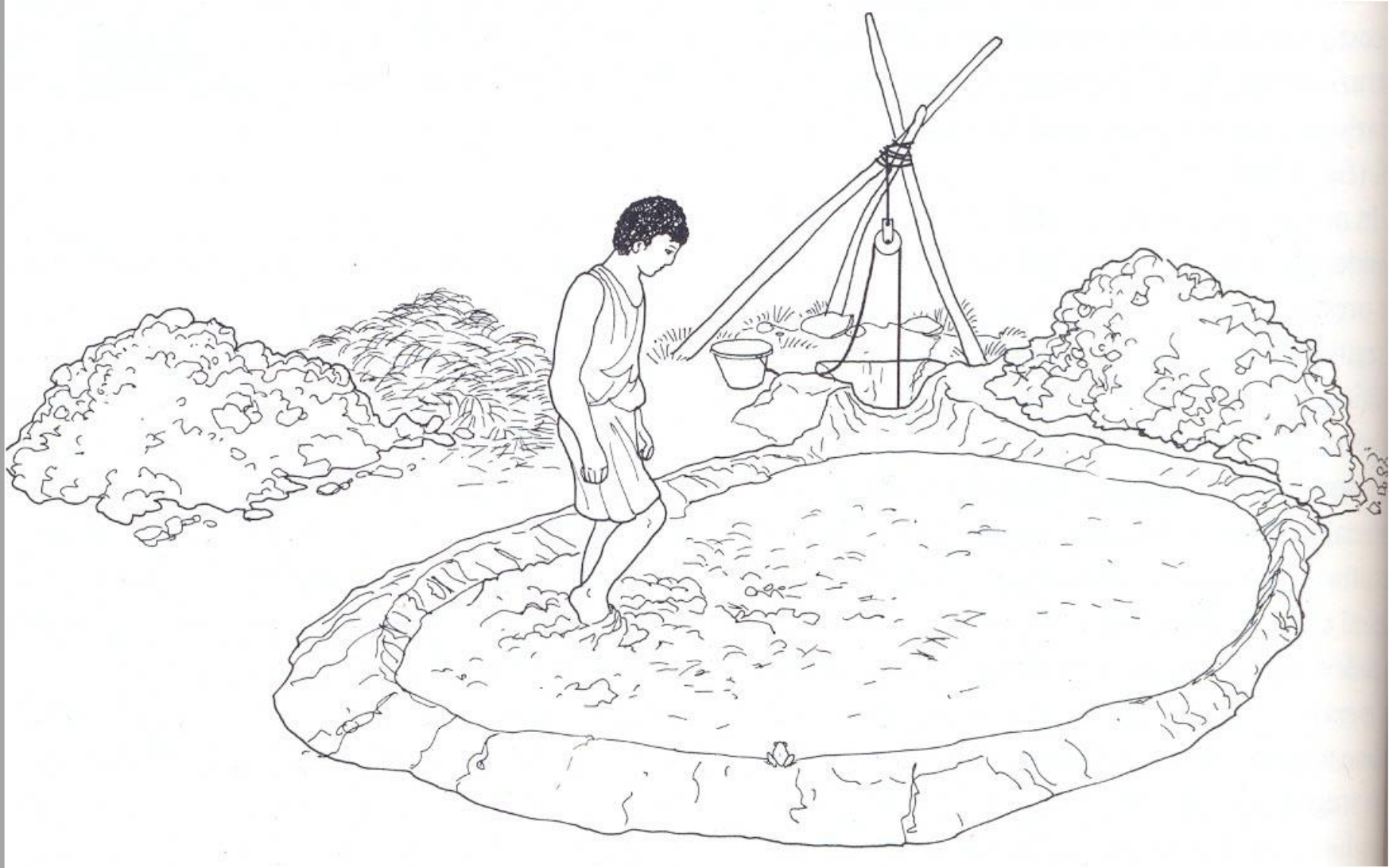
Camerino (Macerata)
rocca Borgesca,
inizio XVI sec.

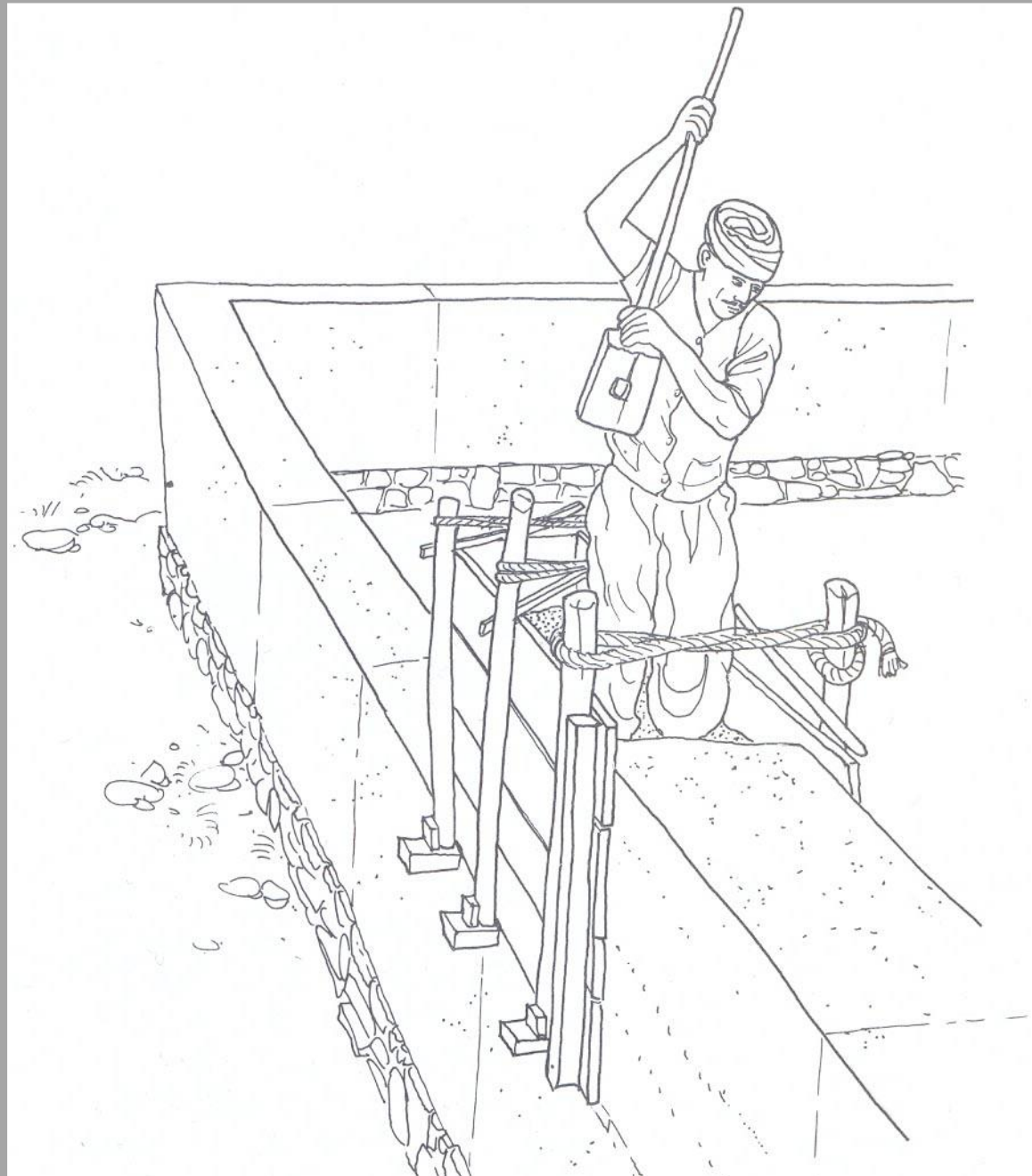
F
AR





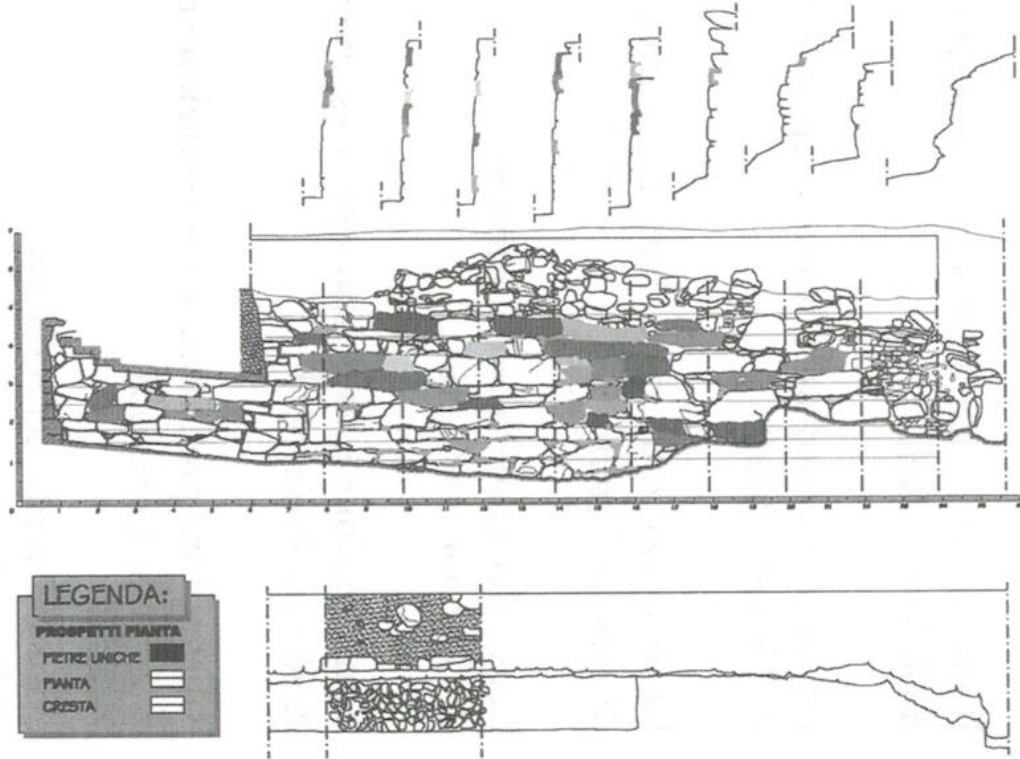




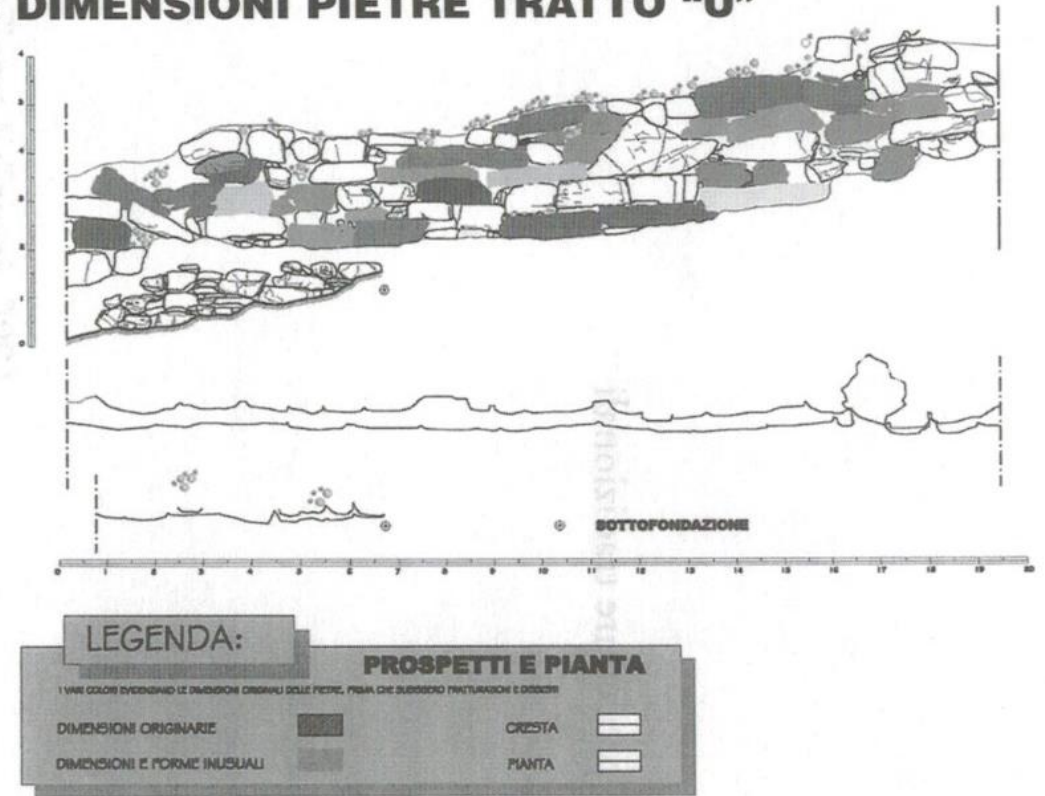


La lettura dei tipi e dei caratteri costruttivi per una corretta identificazione

DIMENSIONI ORIGINARIE DELLE PIETRE



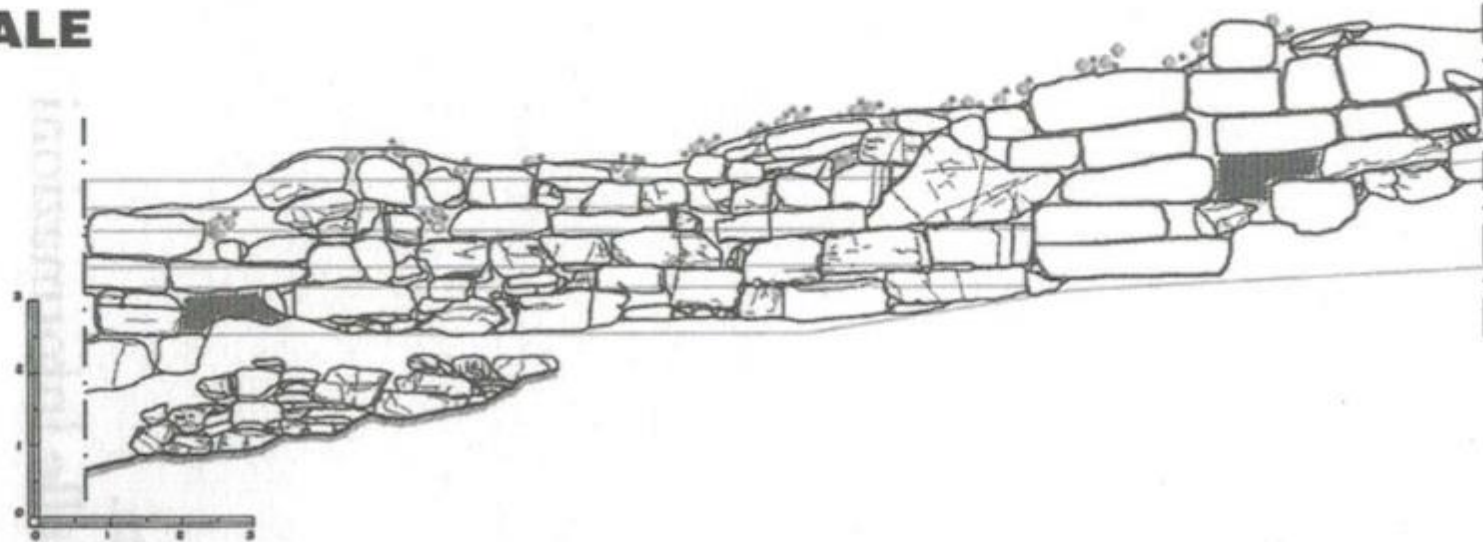
FORMA E DIMENSIONI PIETRE TRATTO "U"



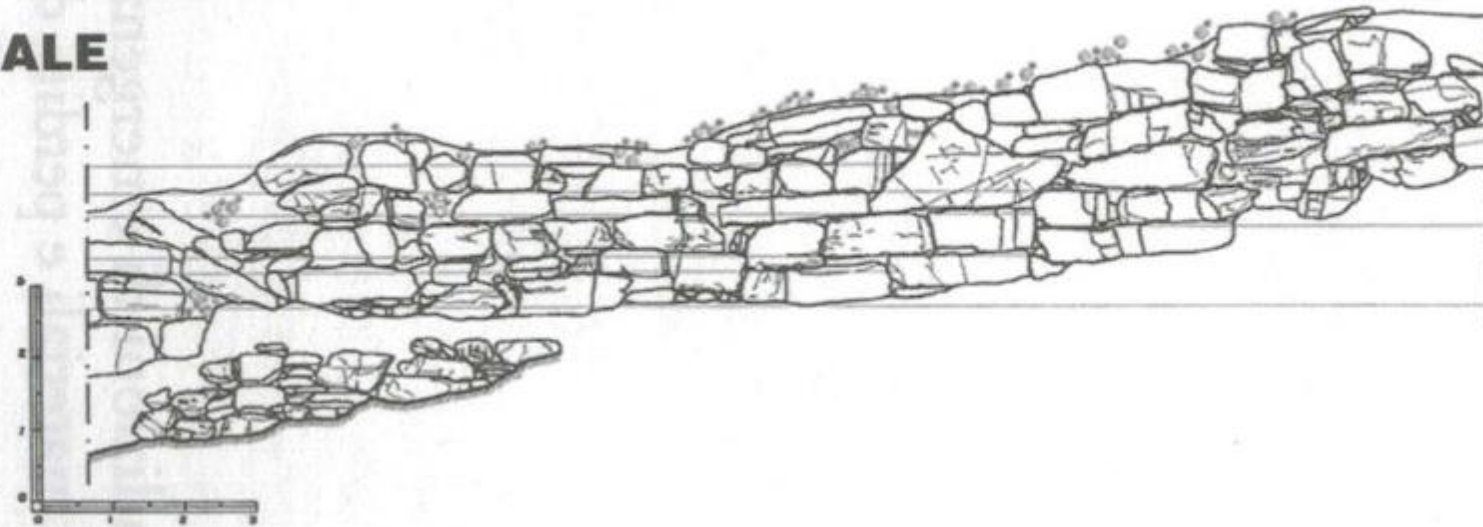
Ipotesi di catena operatoria per la costruzione del muro di cinta di Populonia. Tesi di laurea di E. Grilli e N. Russo (2000-01). Rel. L. Marino, Correl A. Romualdi

PIANI DI ORIZZONTAMENTO TRATTO "U"

SITUAZIONE INIZIALE TRATTO "U"



SITUAZIONE ATTUALE

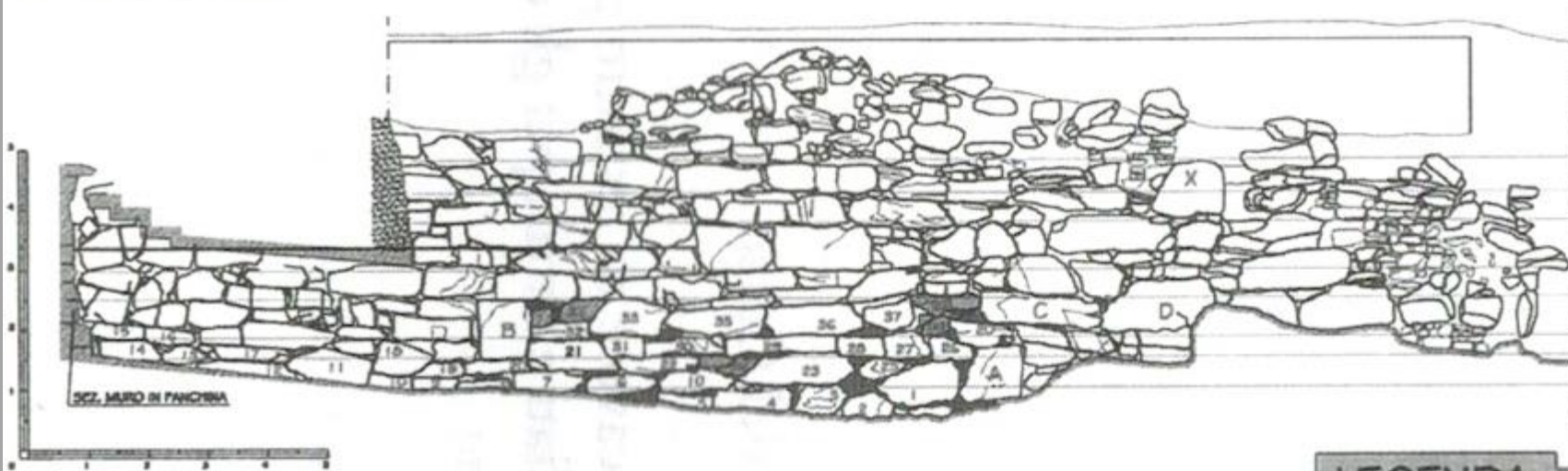


LEGENDA:

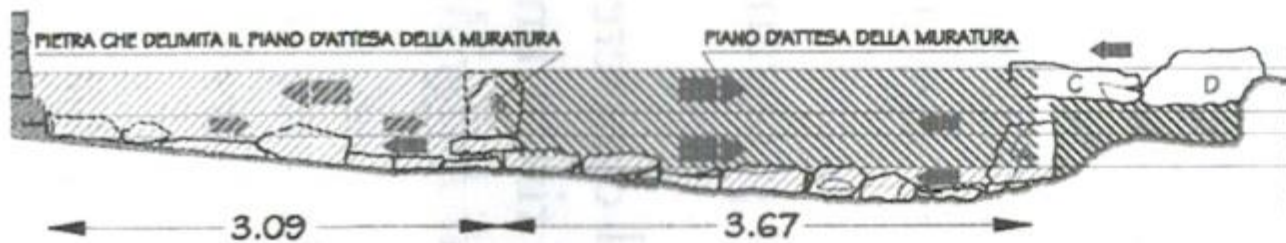
PROSPETTI	
PIANI DI ORIZZONTAMENTO	—
SPORTELLI DI SACCATURA DELLE PIETRE PRIMA DELLA DEFORMAZIONE	—
MANCANZE	■

PROCEDURA DI MESSA IN OPERA DEI BLOCCHI

2ª IPOTESI



PIETRE UNICHE ■
ZEPPE ■



LEGENDA:

- BASE DI IMPOSTA
- PRIMA MAESTRANZA
- SECONDA MAESTRANZA
- TERZA MAESTRANZA

Parte b) Caratteri
costruttivi e materici

MURATURE MEDIEVALI
E MODERNE

Lez. 11 (parte seconda)
Lineamenti analitici
delle tecniche
costruttive medievali e
dei materiali tradizionali



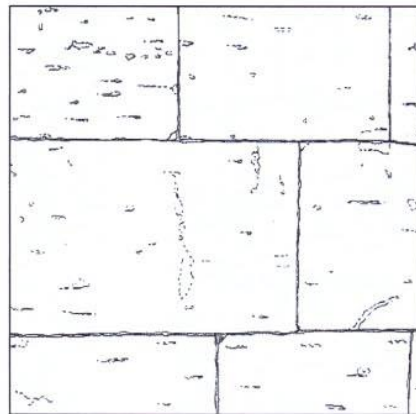
Prato, il Castello dell'Imperatore (XII - XIII sec.)





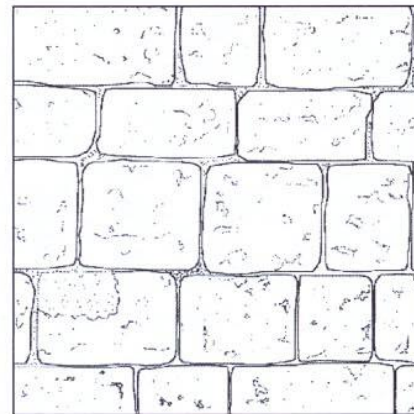
Tarquinia (Viterbo)
facciata della chiesa
di S. Martino, XI sec.

I
TU



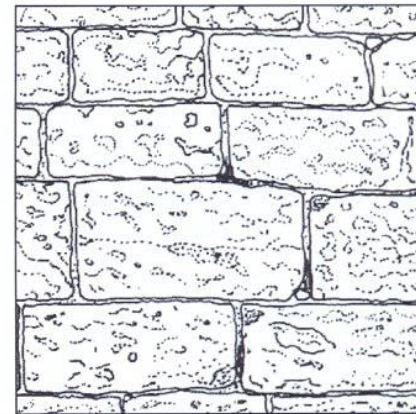
Anagni (Frosinone)
facciata del duomo,
ultimo quarto XI sec.

IR
TR



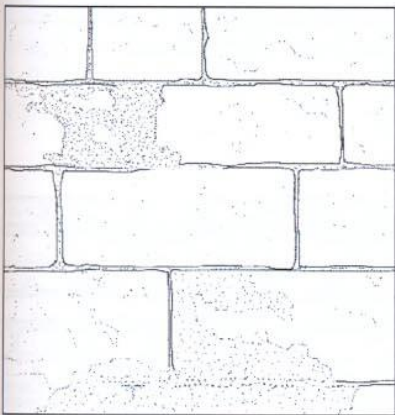
Brescia
edificio presso S. Maria
in Calchera, XI-XII sec.

P
CC



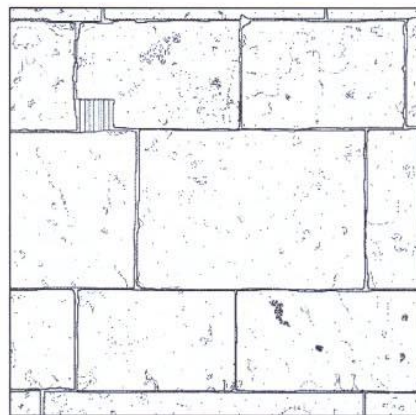
Trento
torre Vanga,
XII sec.

P
CC



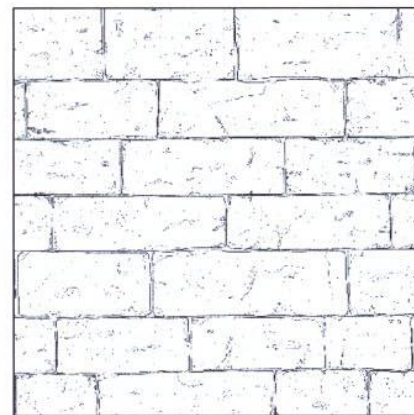
Palermo
chiesa di S. Giovanni
degli Eremiti, XII sec.

P
PS



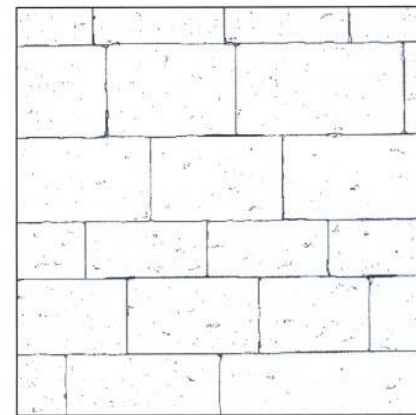
Bonorva (Sassari)
chiesa di S. Lorenzo di
Rebeccu, 2^a metà XII sec.

P
T CC



Assisi (Perugia)
basilica superiore di S.
Francesco, XIII sec.

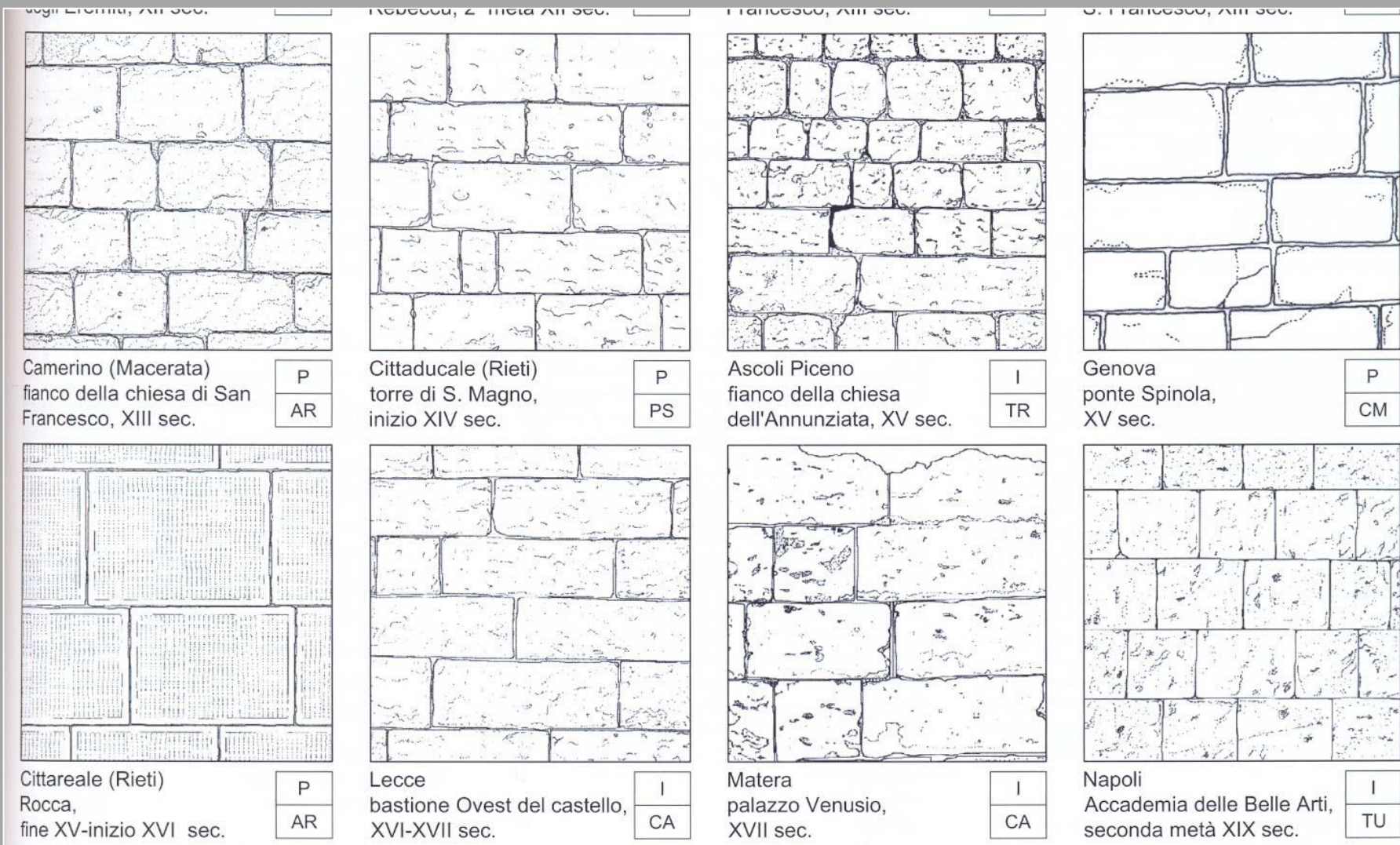
P
CC



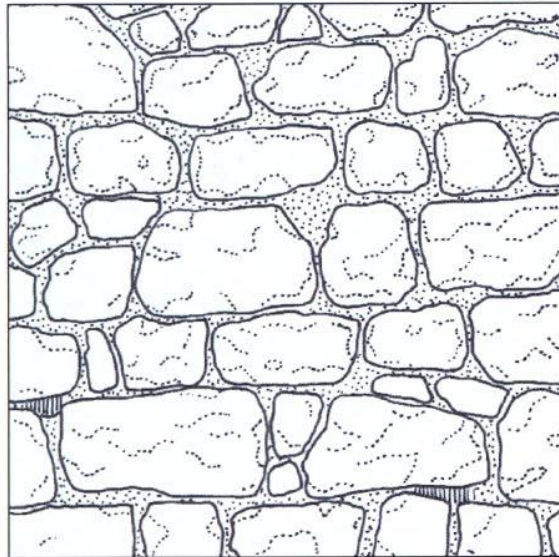
Monteleone di Spoleto
(Perugia)
S. Francesco, XIII sec.

P
CC

Paramenti murari in conci, campionatura di tipi in Italia.

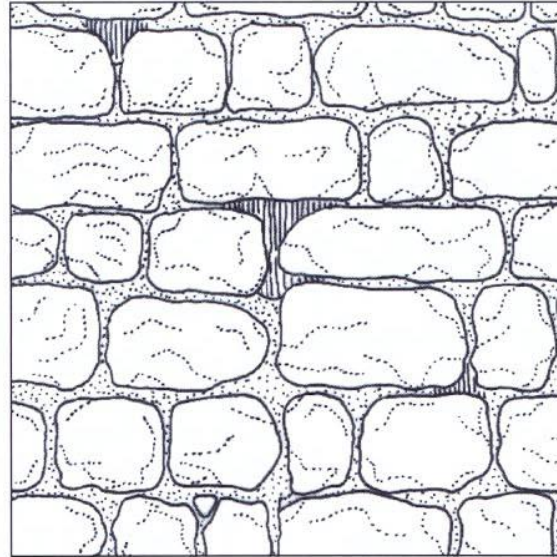


Paramenti murari in conci, campionatura di tipi in Italia.



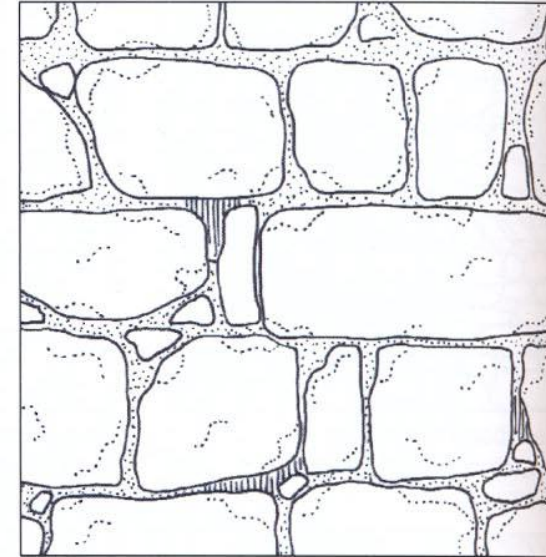
Bardolino (Verona)
chiesa di San Severo,
fine XI sec.

FO
CC



Brescia
edilizia civile in piazza del Foro,
fine XI-XII sec.

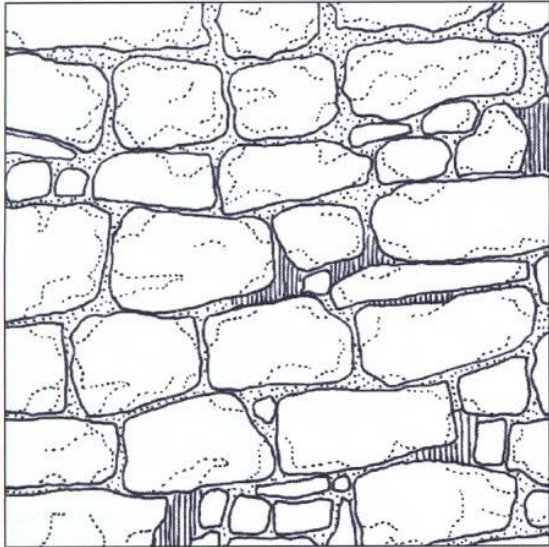
F
ME



Castell'Azzara (Grosseto)
Roccaccia di Selvena,
metà XII sec.

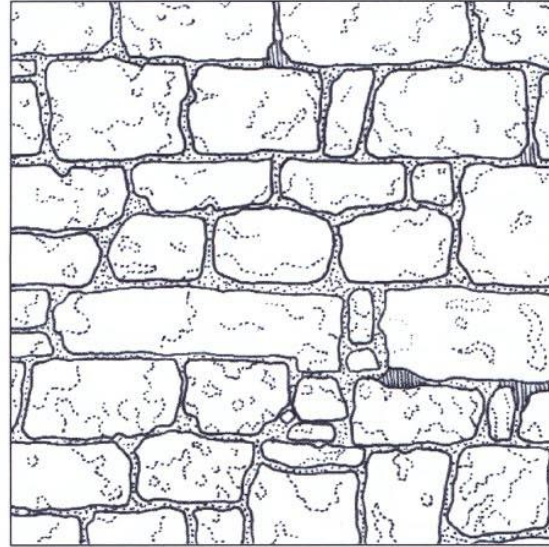
FO
CM

Paramenti murari in blocchi e blocchetti lapidei,
campionatura di tipi in Italia.



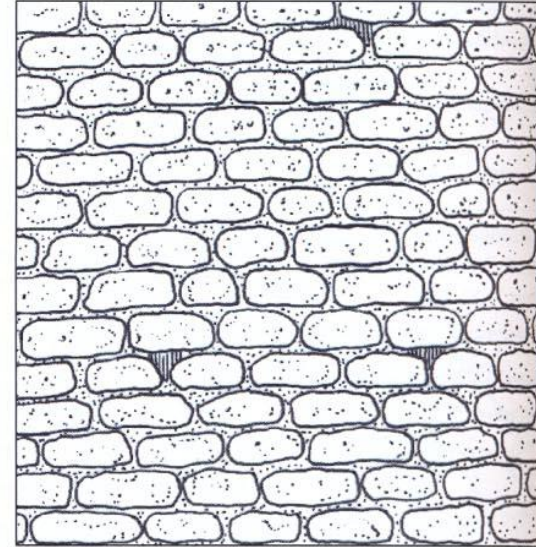
Minucciano (Lucca)
castello di Gorfigliano,
XII sec.

FO FS
CM AR



Paliano (Roma)
castello di Zancati,
XIII sec.

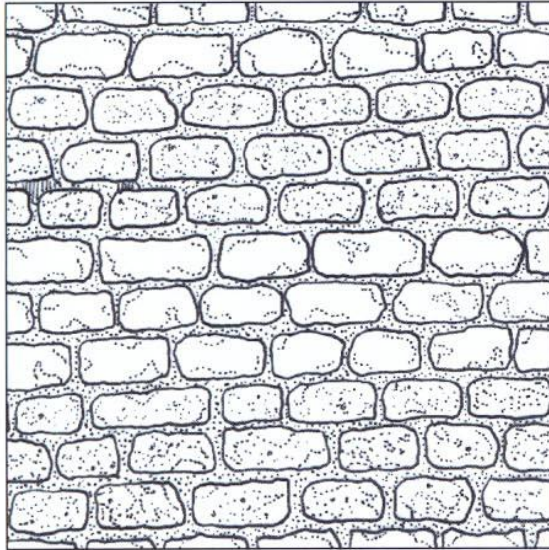
FS
TU



Roma
rocca Savelli,
XIII sec.

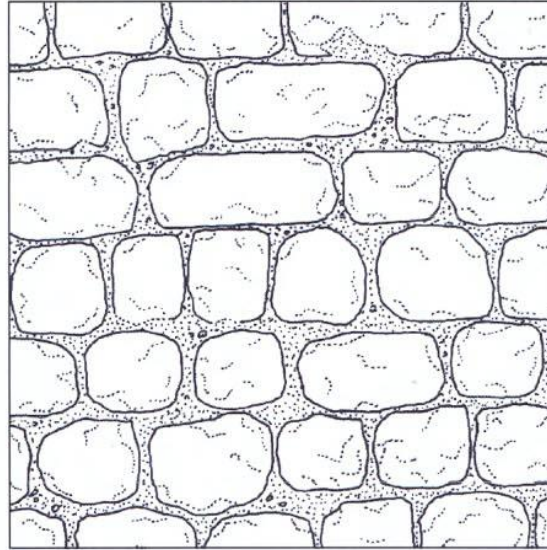
F
TU

Paramenti murari in blocchi e blocchetti lapidei,
campionatura di tipi in Italia.



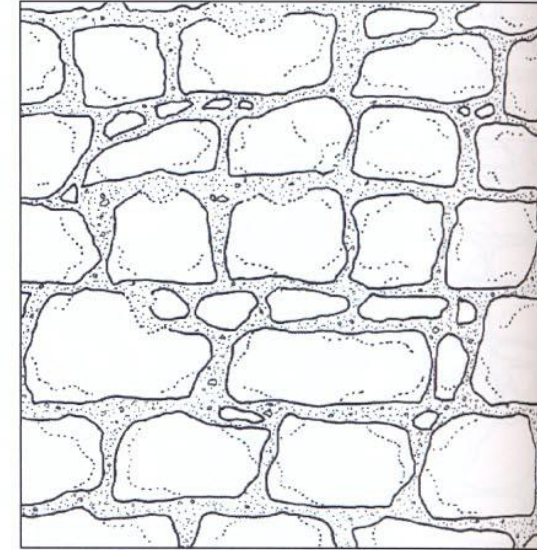
Colleferro (Roma)
Rocca,
fine XIII sec.

F
CC TU



Torano (Rieti)
torre del borgo,
XIV sec.

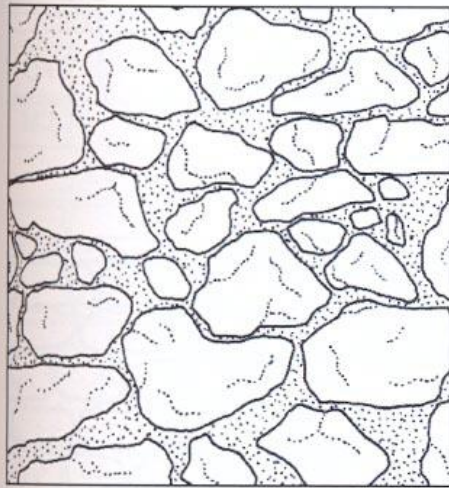
F
CC



Napoli
palazzo Donn' Anna
1642-44

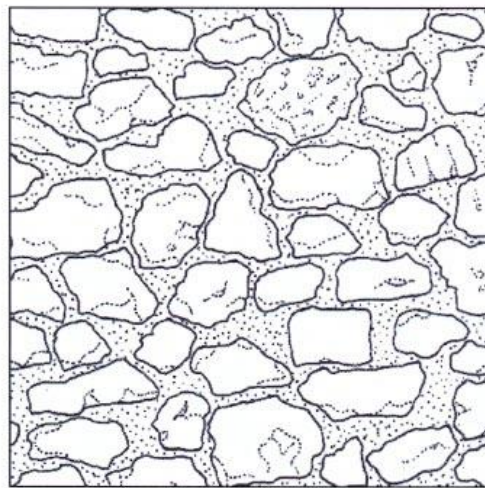
FS
TU

Paramenti murari in blocchi e blocchetti lapidei,
campionatura di tipi in Italia.



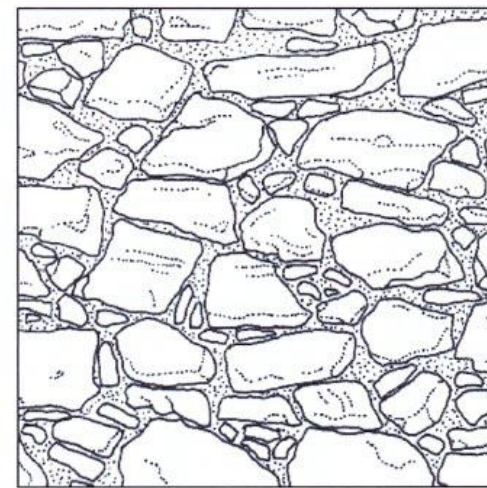
Castellafiume (L'Aquila)
castello della Ceria,
fine X-XI sec.

IR
CC



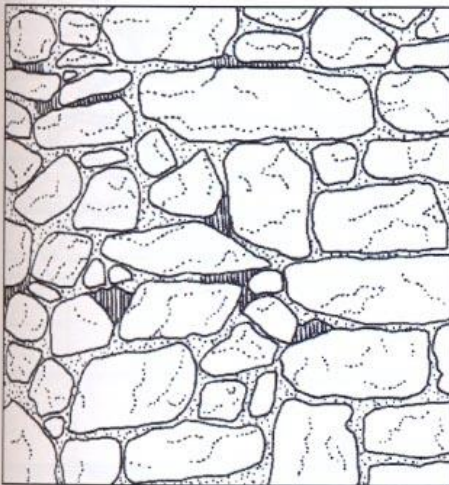
Rieti
cinta muraria,
XIII sec.

IR
CC PS



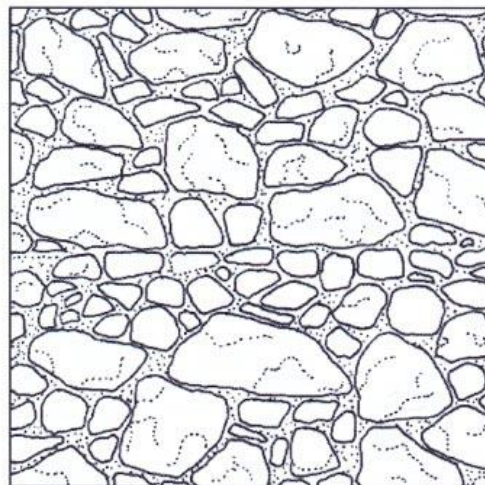
Santo Niceto (Reggio
Calabria)
castello, XIII sec.

IR
CA



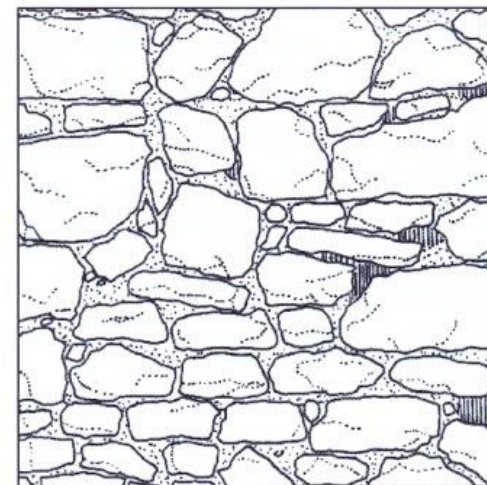
Giuliano di Roma (Roma)
castello di Monte Acuto,
XII-XIII sec.

CO
CC



S. Pio delle Camere
(L'Aquila), S. Antonio
di Padova, XIII sec.

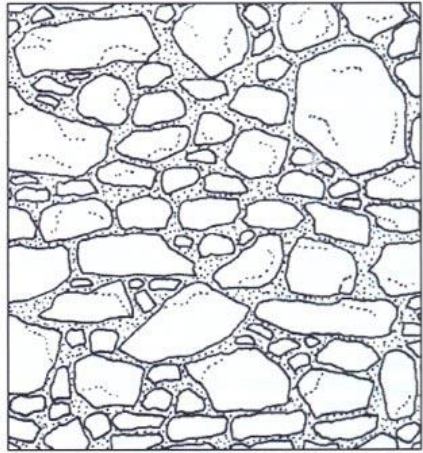
CO
CC



Rocchette (Rieti)
castello di Rocchettine,
XIV sec.

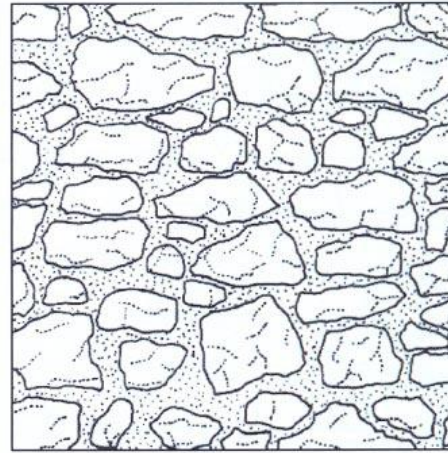
CO
CC

Paramenti in pietra non lavorata o sbazzata.



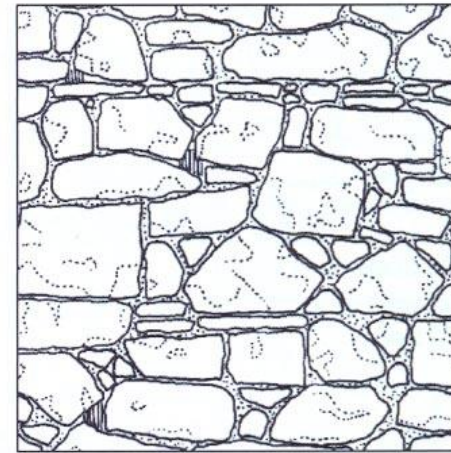
Gizzeria (Catanzaro)
Madonna del Rosario,
XVI sec.

IR
CC



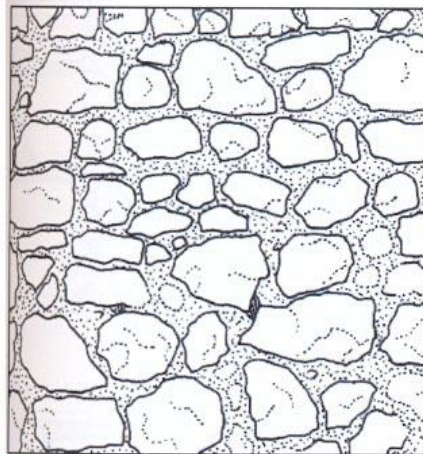
Cascia (Perugia)
cappella della chiesa
di S. Agostino, XVIII sec.

F
CC



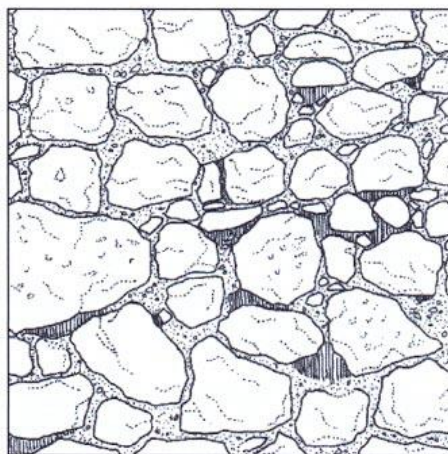
Molfetta (Bari)
Masseria Navarino,
XIX sec.

CO
CC



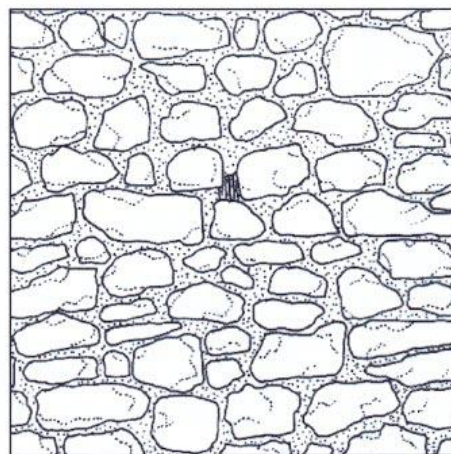
Bormio (Sondrio)
torri del Fraele,
XI-XII sec.

F
CC



Cittaducale (Rieti)
cinta muraria,
inizio XIV sec.

F
CC PS



Norcia (Perugia)
Castellina,
seconda metà XVI sec.

F
CC

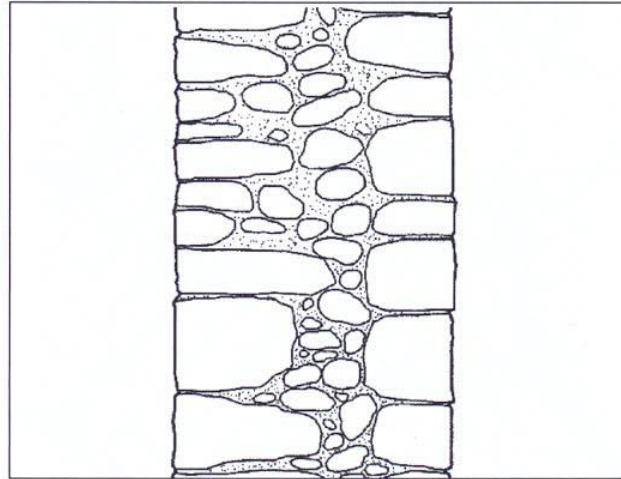
Paramenti in pietra non lavorata o sbazzata.

1. Chiesa di S. Flaviano a Tavolero (Teramo) - Muratura datata fra la fine del XII e la metà del XIII secolo



Paramento esterno

Materiale	arenaria grigia
Pezzatura	conci
Provenienza	cava locale
Lavorazione	pezzi squadrati
Dimensioni (cm)	$12 < l < 38$; $10 < h < 22$
Elemento medio	$l = 24$ cm; $h = 20$ cm
Malta	di calce e polvere di arenaria
Finitura dei giunti	perduta
Dim. dei giunti	$0,5 < h < 1,5$ (cm)
Posa in opera	corsi sub-orizzontali



Nucleo

Materiale	arenaria grigia
Pezzatura	scapoli, scaglie, frammenti
Provenienza	cava locale
Posa in opera	in materiale costipato
Malta	analoga a quella del paramento esterno

Osservazioni

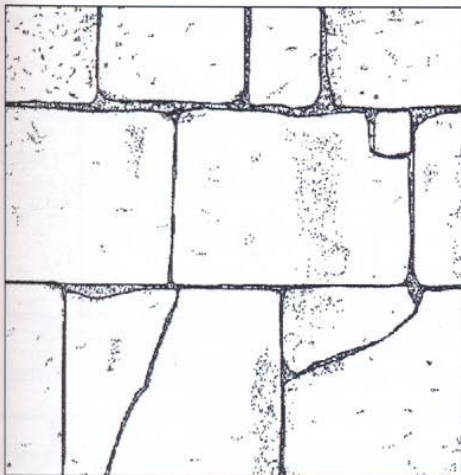
i corsi dei due paramenti presentano altezze diverse; il basamento del paramento esterno è costituito da una cornice in arenaria.



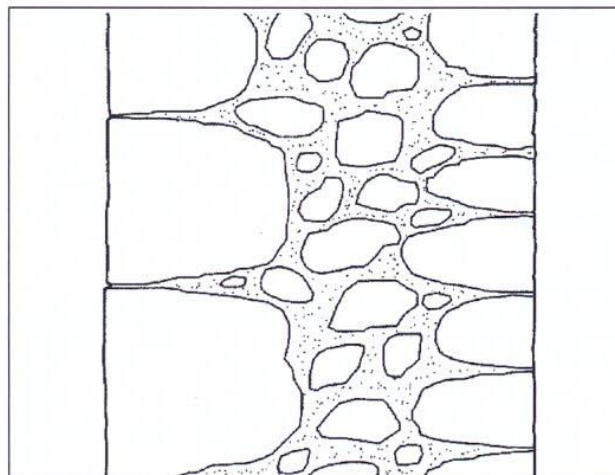
Paramento interno

Materiale	arenaria grigia
Pezzatura	bozze, blocchi, scapoli
Provenienza	cava locale
Lavorazione	pezzi sbozzati, stonati
Dimensioni (cm)	$13 < l < 38$; $10 < h < 21$
Elemento medio	$l = 20$ cm; $h = 15$ cm
Malta	di calce e polvere di arenaria
Finitura dei giunti	perduta
Dim. dei giunti	$0,5 < h < 2,2$ (cm)
Posa in opera	corsi sub-orizzontali

2. Chiesa di S. Stefano a Tornimparte (L'Aquila) - Muratura datata al XIII secolo

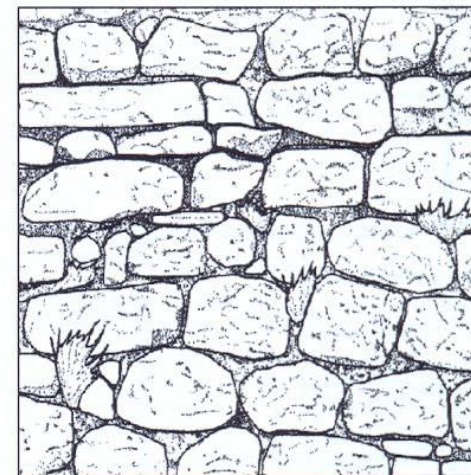


Paramento esterno	
Materiale	calcare compatto grigio
Pezzatura	conci
Provenienza	cava
Lavorazione	pezzi squadrati
Dimensioni (cm)	15 < l < 49; 22 < h < 41
Elemento medio	l = 45 cm; h = 36 cm
Malta	di calce con carica calcarea
Finitura dei giunti	rifluente
Dim. dei giunti	0,3 < h < 1,1; 0,3 < l < 0,8
Posa in opera	corsi sub-orizzontali

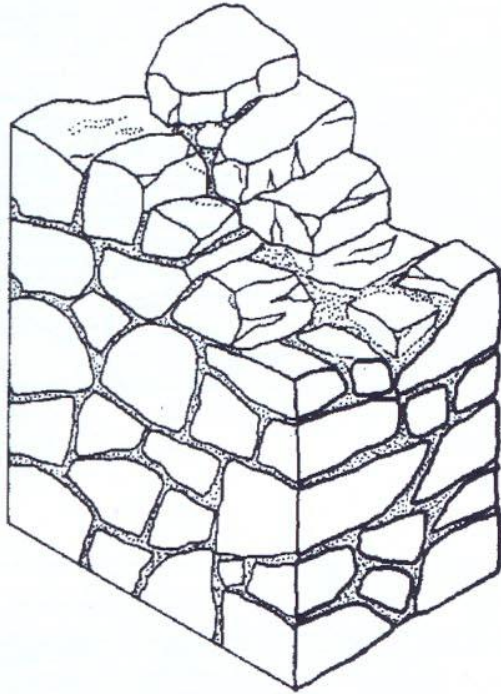


Nucleo	
Materiale	calcare compatto
Pezzatura	pezzame, scapoli, frammenti
Provenienza	cava
Posa in opera	in materiale costipato
Malta	analoga a quella del paramento esterno

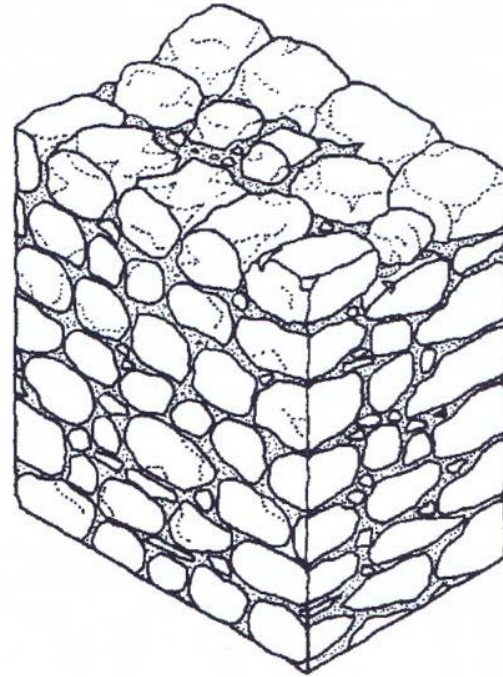
Osservazioni
il paramento interno esibisce numerose scaglie poste in opera a regolarizzare i piani di posa.



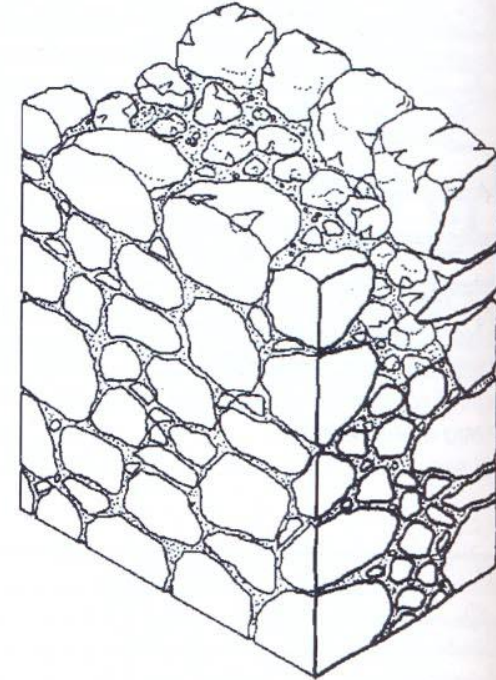
Paramento interno	
Materiale	calcare compatto grigio
Pezzatura	bozze, blocchi, scapoli
Provenienza	cava e reimpiego
Lavorazione	sbozzatura, squadratura
Dimensioni (cm)	12 < l < 34; 10 < h < 18
Elemento medio	l = 27 cm; h = 14 cm
Malta	di calce e cariche calcaree
Finitura dei giunti	perduta
Dim. dei giunti	0,3 < h < 3,0 (cm)
Posa in opera	corsi ondulati



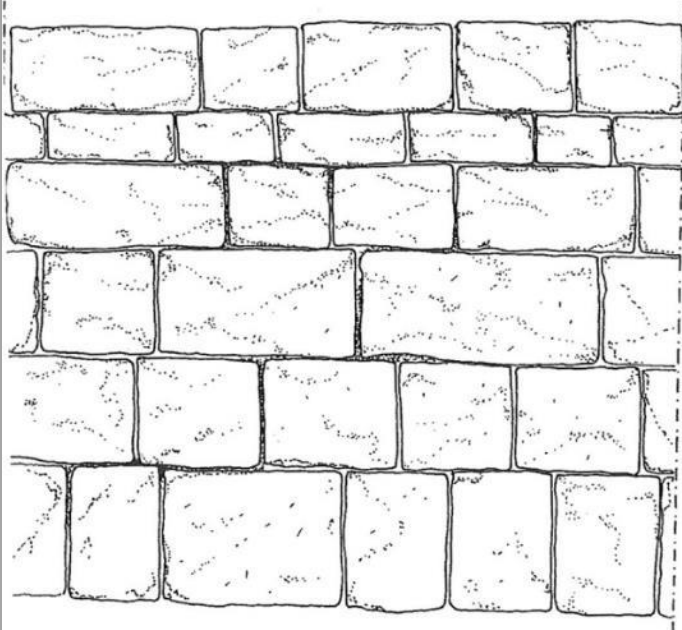
Apparecchio murario con paramenti in bozze
e nucleo in materiale incastrato
Giuliano di Roma (Frosinone), saliente della
cinta muraria del castello di Monte Acuto
Spessore del muro: 70 cm



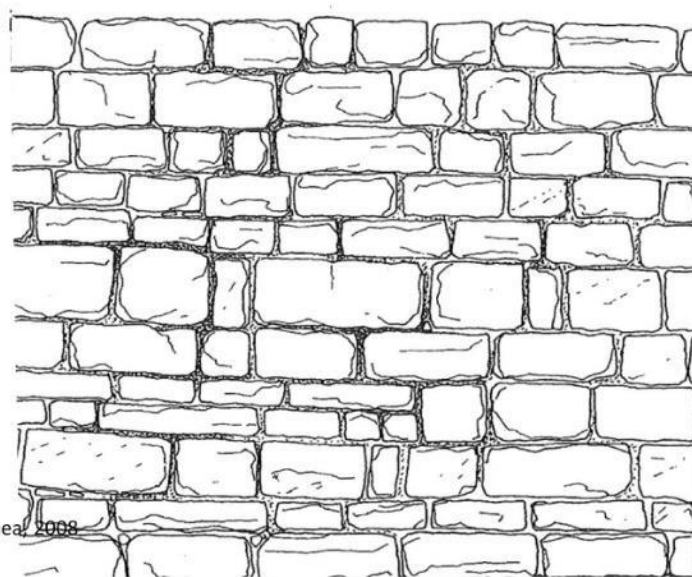
Apparecchio murario con paramenti in ciottoli
e nucleo in materiale incastrato
Città di Castello (Perugia), cinta muraria
Spessore del muro: 80 cm



Apparecchio murario con paramenti in bozze
e nucleo in materiale costipato
Fiamignano (Rieti), recinto del castello di
Poggio Poponesco
Spessore del muro: 80 cm



Tipo 1: apparecchio murario (databile intorno al XII sec.) abbastanza "raffinato" caratterizzato dall'uso di bozze di calcare piuttosto grandi, perfettamente squadrate ed assemblate con una quantità irrilevante di malta di calce e sabbia (circa 1-4 mm). La disposizione degli elementi lapidei ha andamento longitudinale, ma non sempre le file dei conci sono parallele, visto il diverso volume e la diversa forma dei blocchi di calcaree. Questa disuniformità è probabilmente dovuta all'impiego di materiale di recupero.

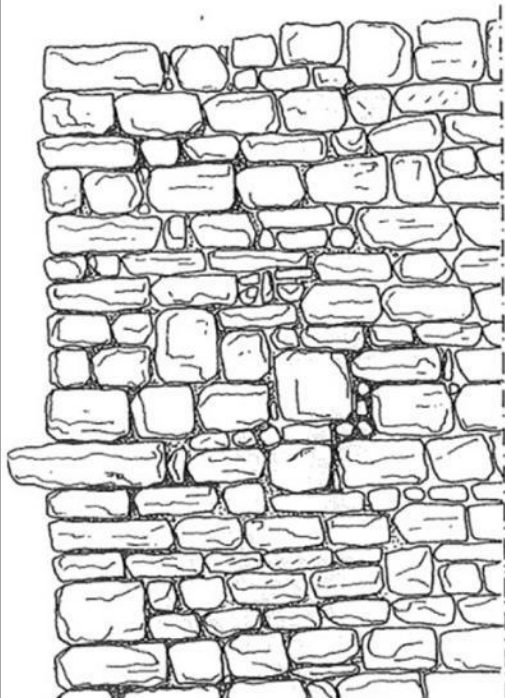


MURATURE

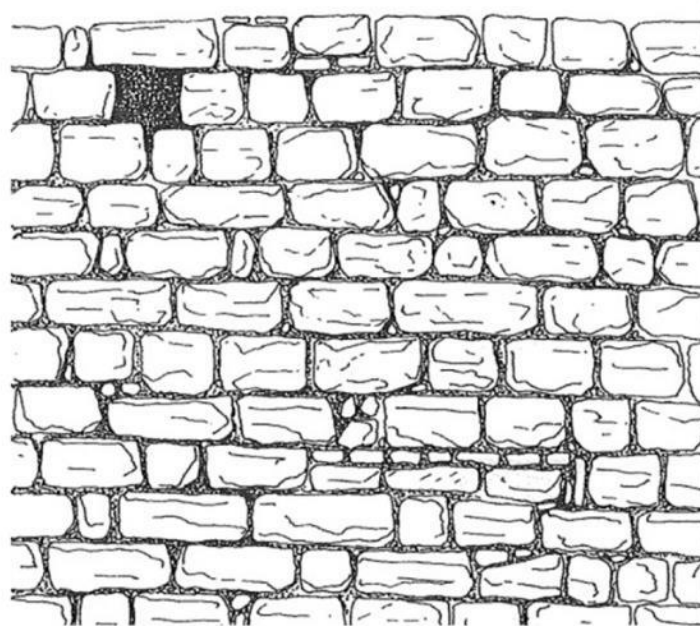
Tipo 2: apparecchio risalente al XI secolo; caratterizzato da conci di arenaria di piccolo-medio taglio (pietra di Guamo) sommariamente squadrate disposti a file con andamento pressoché orizzontale. I giunti verticali come i letti sono di medio spessore (10-12 mm); sono presenti locali allineamenti dei giunti verticali. La resa cromatica è abbastanza uniforme, contraddistinta da tonalità tendenti al grigiastro, variato da chiazze e fasce che tirano al violaceo e/o rossastro.

S.FRANCESCHI, L. GERMANI, M.PASQUINI, E.ULIVI, Il progetto di restauro. Protocolli operativi, Alinea, 2008

S.FRANCESCHI, L. GERMANI, Linee guida per il recupero architettonico, Dei 200, pp. 172-175



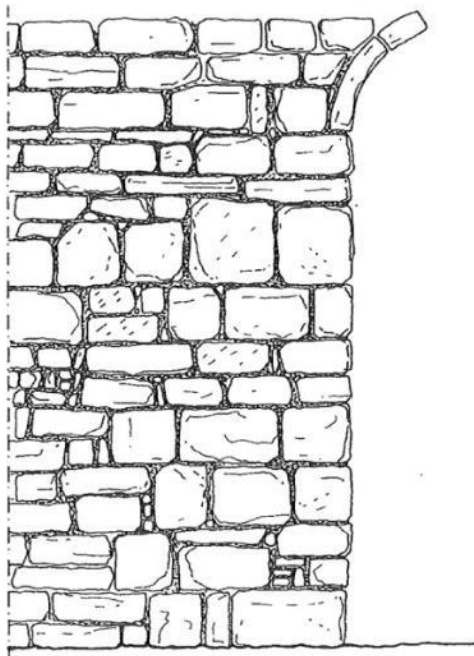
Tipo 3: muratura (databile intorno al XIX sec.) caratterizzata da conci in arenaria di forma allungata disposti a corsi orizzontali e paralleli con uso di zeppe prevalentemente in laterizio. L'altezza dei corsi varia da 14 a 22 cm, lo spessore dei letti varia da 10 a 20 mm, così come quello dei giunti. La malta abbastanza "magra" (composta da poca calce ed inerti non selezionati di granulometria grossolana e terrosi) presenta proprietà meccaniche e fisiche di non elevata qualità.



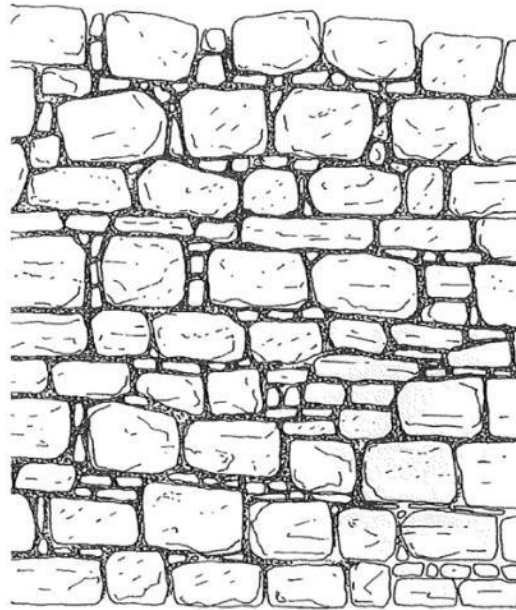
Tipo 4: muratura (databile intorno al XVI sec.) costituita da filari di conci di pietra arenaria con inserimento di frammenti di laterizio e pietre con funzione di zeppe di registro. I conci sono disposti a corsi orizzontali e paralleli apparecchiati con "precisione". L'altezza media degli elementi lapidei è di circa 15 cm; lo spessore dei letti e dei giunti varia da 10 a 20 mm.

MURATURE

MURATURE

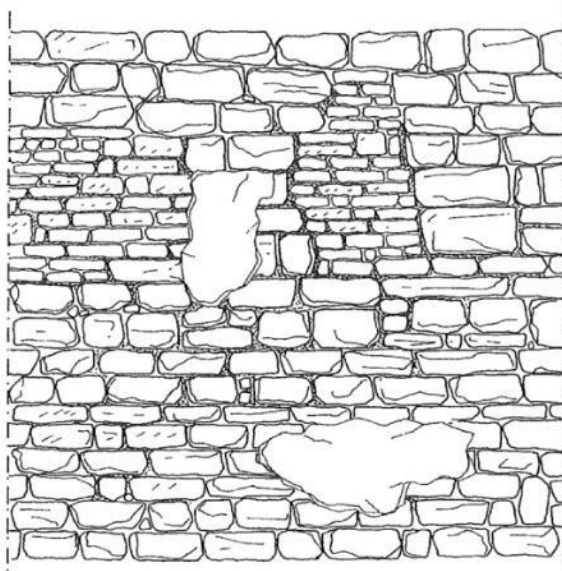


Tipo 5: muratura (databile intorno al XVI sec.) costituita da conci di arenaria e calcare; le dimensioni diverse dei conci fanno sì che i corsi siano sdoppiati. Nell'apparecchio sono presenti un buon numero di zeppe costituite da schegge di pietra calcarea. Gli elementi in pietra calcarea hanno in larga maggioranza forma quadrangolare, con dimensioni che variano circa da 26 a 38 cm. Quelli in arenaria presentano, invece, dimensioni molto variabili, con prevalenza di conci alti circa 14 cm. Spessore dei letti 5-15 mm; spessore dei giunti 4-20 mm.

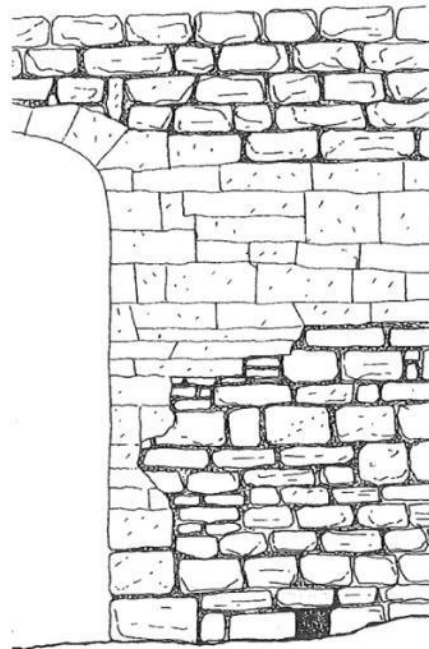


Tipo 6: apparecchio murario (databile intorno al XIX sec.) in arenaria, con numerose zeppe in laterizio. A conci sub-orizzontali e paralleli, con bozze sdoppiate ed elementi di modeste dimensioni. I conci più grandi presentano, generalmente, una forma rettangolare e superano i 32 cm di altezza. Un gran numero di bozze hanno una forma quadrata con dimensioni medie di circa 24-26 cm. Si rileva, inoltre, la presenza di conci alti 12 cm e lunghi 50 cm. L'apparecchio si presenta in gran parte privo di malta; i letti e i giunti variano da 3 a 20 mm.

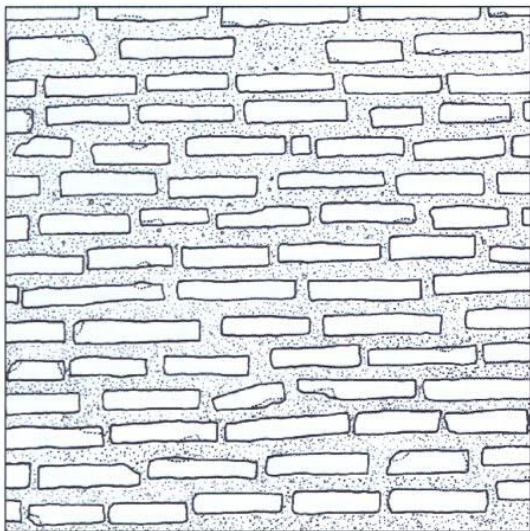
MURATURE



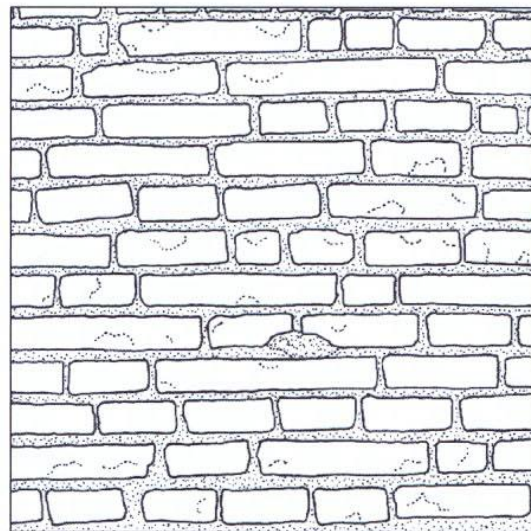
Tipo 8: apparecchio murario (databile intorno al XIV sec.) costituito da conci di pietra arenaria (verrucano) e di calcareo bianco di taglio medio piccolo, solo in rari casi l'altezza è superiore alla larghezza; la muratura è apparecchiata con accortezza con giunti di malta di calce di spessore 4-8 mm. Sono, inoltre, presenti due ricuciture eseguite con elementi di laterizio disposti su filari regolari su consistenti letti di malta. La compagine muraria presenta infine, due lacerti di intonaco composto da due strati di malta di calce e sabbia con frammenti di coccio pesto; entrambe presentano un colore rosso cupo.



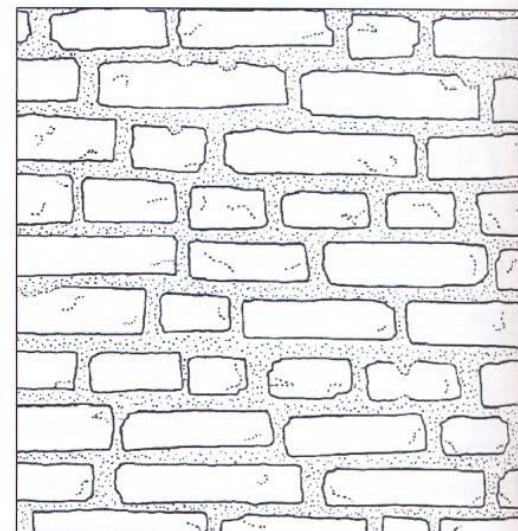
Tipo 7: apparecchio murario (databile intorno al XII sec.) composto prevalentemente con pietra "verrucano" di colore grigiastro, variato da chiazze e o strisce sul violaceo e, più raramente, sul rossastro sempre però di tono basso, smorto. La muratura è apparecchiata, su sottili letti di malta, con piani di posa pressoché regolari; i conci hanno dimensioni variabili in lunghezza mentre in altezza sembrano ricorrere alcune classi di misure standard (12-14 cm). Nella parte mediana è presente uno strato di intonaco (strato unico di malta bastarda risalente alla fine del XIX sec.) di sottile spessore a granulometria piuttosto fine su cui è stato dipinto a secco la configurazione dei conci di pietra; il giunto è stato riprodotto in maniera approssimata con un semplice segno di cazzuola.



Roma
abside di S. Sabina,
V sec.

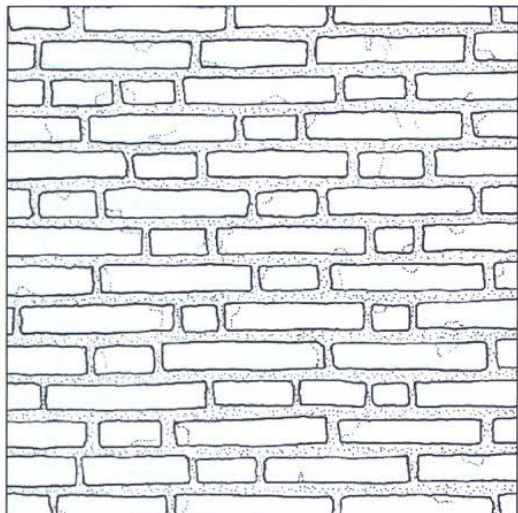


Torino
campanile del Santuario della Consolata,
XI sec.

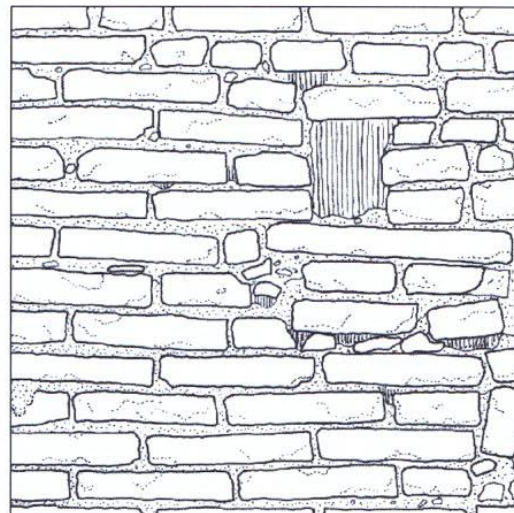


Abbazia di Pomposa (Ravenna)
campanile,
seconda metà XI sec.

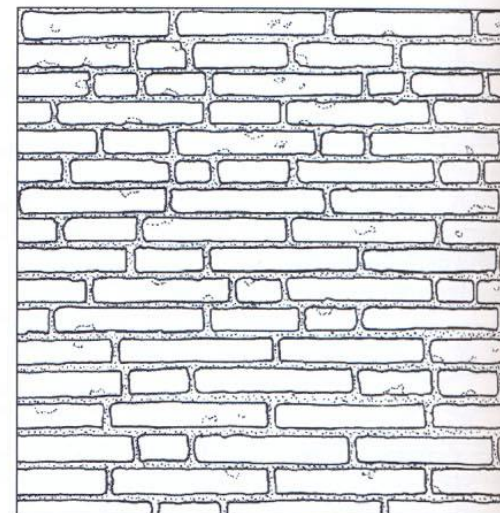
Paramenti murari in laterizi, campionatura in italia.



Chiusdino (Siena)
pronaio della cappella di S. Galgano a
Monte Siepi, inizio XIII sec.

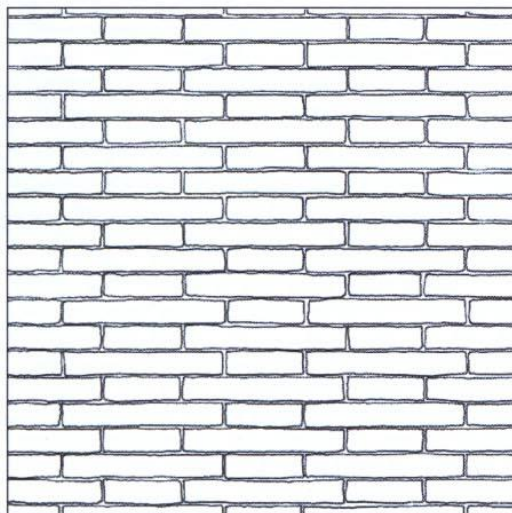


Conegliano (Treviso)
mura carraresi,
XIV sec.

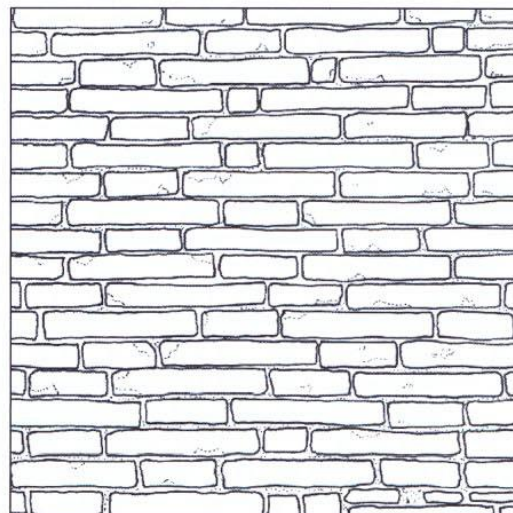


Jesi (Ancona)
palazzo della Signoria,
fine XV sec.

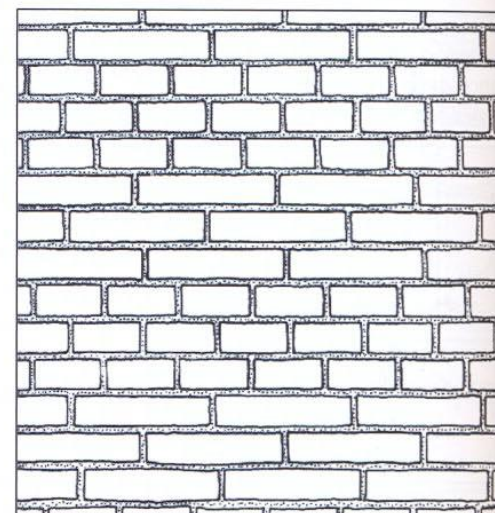
Paramenti murari in laterizi, campionatura in italia.



Napoli
Palazzo Reale,
XVII sec.



Grosseto
mura,
XVIII sec.



Camerino (Macerata)
restauri delle mura,
XIX sec.

Paramenti murari in laterizi, campionatura in italia.

BIBLIOGRAFIA di RIFERIMENTO

Giuseppe Lugli, *La tecnica edilizia romana*, voll. 2, Giovanni Bardi Ed., 1957

Umberto Menicali, *I materiali dell'edilizia storica*, Roma, Nuova Italia scientifica, 1992.

Giovanni Carbonara, *Trattato di restauro architettonico*, Torino, UTET, 2001.
voll I.

Giovanni Carbonara, *Atlante del restauro*, Torino, UTET, 2004, tomo I.

Jean-Pierre Adam, *L'arte di costruire presso i romani*, Milano, Longanesi, 2001.

N. Pevsner, J. Fleming e H. Honour, *Dizionario di architettura*, Cuneo, Einaudi, 1997.

APPENDICE

Lez. 5

Cave di pietra e
strumenti di estrazione

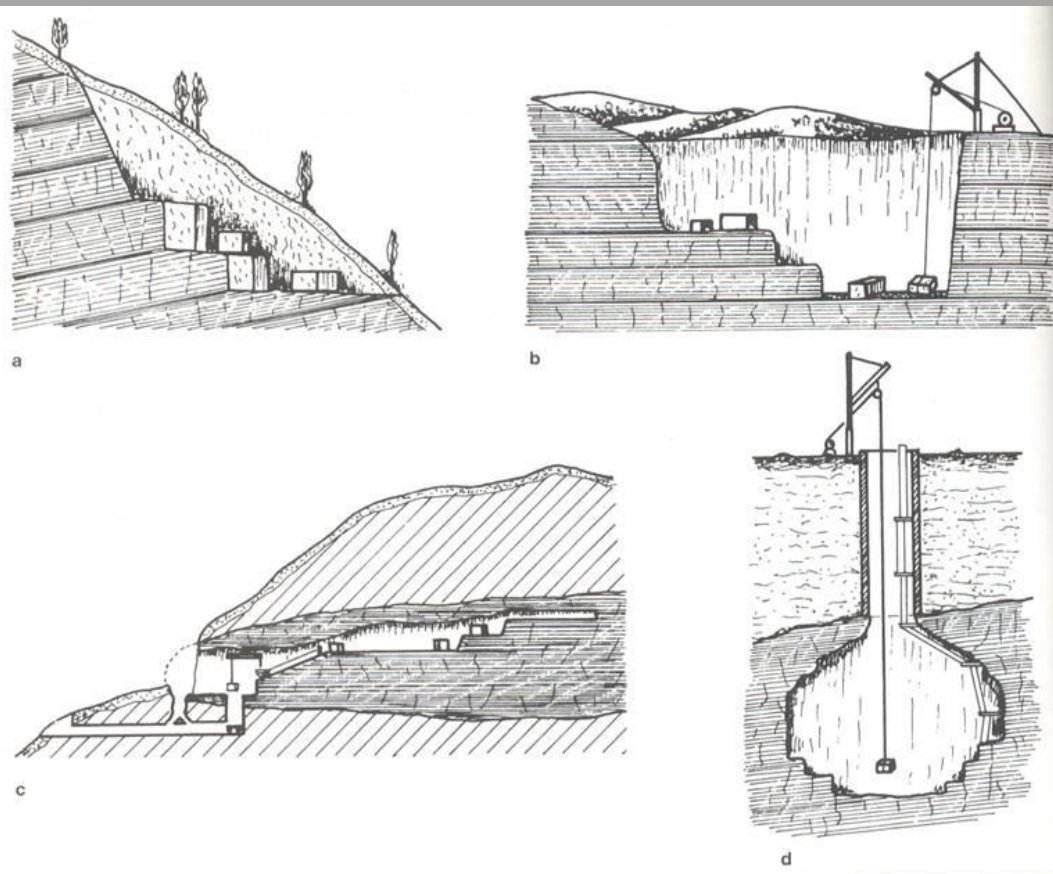


In copertina, Le cave di Montecatini (Fiesole), particolari

Le cave di pietra dell'area fiorentina

Cava di Firenzuola

Cava di Riscaggio



- a. ad anfitreato
- b. a fossa
- c. in galleria
- d. a pozzo

Le cave di Montececeri





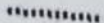




A causa della conformazione geologica di questi giacimenti, che hanno le parti più consistenti in profondità, fu necessario scavare delle vere e proprie gallerie nelle parti più profonde della montagna. Per sorreggere la volta, veri e propri pilastri furono lasciati durante l'escavazione.

Parco di Montececeri

Legenda

-  Area oggetto d'intervento (18Ha)
-  Area Naturale Protetta d'interesse locale (A.N.P.I.L.)
-  Sentieri ingresso A e B
-  Sentieri ingresso C e D
-  Fronti di Cava

- (A)** Ingresso Prato ai Pini
- (B)** Ingresso via degli Scalpellini (ex Pelagaccio)
- (C)** Ingresso via Doccia
- (D)** Ingresso Cave di Maiano

La parte del Parco messa in Sicurezza riguarda il percorso dall'ingresso A all'ingresso B

Lista delle cave coltivate fino agli anni '60

- | | | |
|-----------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1 Dino Vasacci | 8 Giovanni Gori | 13 Giovanni Righi |
| 2 Dino Vasacci | 9 Fratelli Bonciani | 14 Mannucci e Guido Pratesi |
| 3 Fratelli Borghesi | 10 Guido Pratesi | 15 Ruggero Papini |
| 4 Ruggero Papini | 11 * | 16 Giulio Basacci |
| 5 Fratelli Sarti | 12a Fratelli Braschi | 17 Giulio Basacci |
| 6 Fratelli Bonciani | 12b Gaetano Degl'Innocenti | 18 * |
| 7 Guido Pratesi e Serafino Maggi | 12c Guido Pratesi | 19 * |

* Nome non documentato



Il poggio deve il suo nome al fatto che nel passato era frequentato da cigni; questi volatili, a causa della loro escrescenza sul becco, erano definiti dai fiorentini come “ceceri” (da cecio).

Sin dall’antichità questo luogo era famoso per le sue **cave di pietra serena** utilizzata per tutte le più importanti strutture architettoniche fiesolane: teatro romano, tombe etrusche, Badia fiesolana, Cattedrale... e dal XV secolo dai **grandi artisti fiorentini** come Brunelleschi, Vasari, Michelangelo, Cellini, per i monumenti più prestigiosi e per i manufatti di uso comune.

Attorno alla pietra serena o fiesolana si era formata una tradizione di lavoro artigianale ed artistico importante e singolare che abbraccia un vasto arco storico, dagli etruschi ai romani, dal medioevo all’età contemporanea: **le cave** infatti hanno rappresentato non solo il luogo per l’accesso alla materia prima, ma anche la scuola, la **“bottega”** per la formazione delle maestranze e la continuità della tradizione in tutti i suoi aspetti. Storia artistica, storia sociale, economia locale, “archeologia industriale” si sono fuse in quest’ambiente singolarissimo.

Oggi nell’area, divenuta **parco storico-naturalistico**, si contano circa 19 cave (le più importanti Cava Braschi, Righi e Sarti) dismesse ai primi del ‘900 e non visitabili. Si possono, però, ancora vedere i resti di alcuni **magazzini creati dagli scalpellini** in pietra a secco per conservare gli strumenti e le pietre cavate, canali di scolo delle acque piovane gli stessi realizzati dagli scalpellini introducendo delle pietre di taglio nel terreno. Montececeri, prima completamente brullo a causa dell’attività estrattiva, oggi è un colle quasi interamente verde grazie ad **interventi di rimboschimento** iniziati nel 1929 dal Corpo della Forestale.

Montececeri tuttavia non è solo cave e pietra serena, ma anche **“luogo leonardiano”**. Proprio dalla sommità del colle **Leonardo da Vinci sperimentò la sua Macchina del Volo nel 1506**. Le condizioni del luogo, se si suppongono immutate da allora, sarebbero state le più adatte: si apre qui un vero dirupo verticale, la parete di roccia della cava Sarti. **Leonardo menziona “Monte Ceceri”** anche disegnando il profilo dei colli intorno a Firenze nel foglio 20v. del *Codice di Madrid II*.

La leggenda vuole che fosse Tommaso Masini, detto Zoroastro da Peretola, **allievo di Leonardo** a Milano e Firenze, a collaudare la Macchina così come testimoniato da un appunto dello stesso Leonardo nel suo **"Codice sul volo degli uccelli"** che si conserva nella Biblioteca Reale di Torino:

“Il primo grande uccello effettuerà il primo volo lanciandosi dalla cima del monte Ceceri, riempiendo l'universo di stupore e tutte le scritture della sua grande fama, donando eterna gloria ai luoghi dov'è stato concepito”.

Le caratteristiche tecniche della pietra serena, variano a seconda del punto di estrazione e delle caratteristiche proprie di ogni cava. Di seguito riportiamo una classificazione dei vari tipi di Pietra serena.

TIPOLOGIE DI “PIETRA SERENA”

Le cave di Macigno, sia a Fiesole che a Carmignano, venivano specificatamente coltivate per la Pietra Serena, nelle sue varie tipologie adatte a seconda delle loro specifiche caratteristiche ad usi diversificati; parimenti venivano cavati come prodotti di qualità minore altre pietre intercalate alla più nobile Pietra Serena.

Pietra Serena durissima: con grani clastici di varie misure, talvolta superiori al millimetro e con cemento costituito da calcite limpida; questo tipo presenta notevole durezza alla lavorazione; ha basso coefficiente di porosità, e sotto gli agenti atmosferici esterni, pur prendendo una patina scura, mantiene invariata la saldezza primitiva, come dimostrano da secoli le mura dell’antica Fiesole etrusca.

Pietra Serena ordinaria: la parte clastica è più minuta, ma sempre poco uniforme di misura; il cemento più abbondante in quantità, per essere in prevalenza di natura argillosa con scarso calcare, rende questa pietra geliva e poco durevole all’esterno.

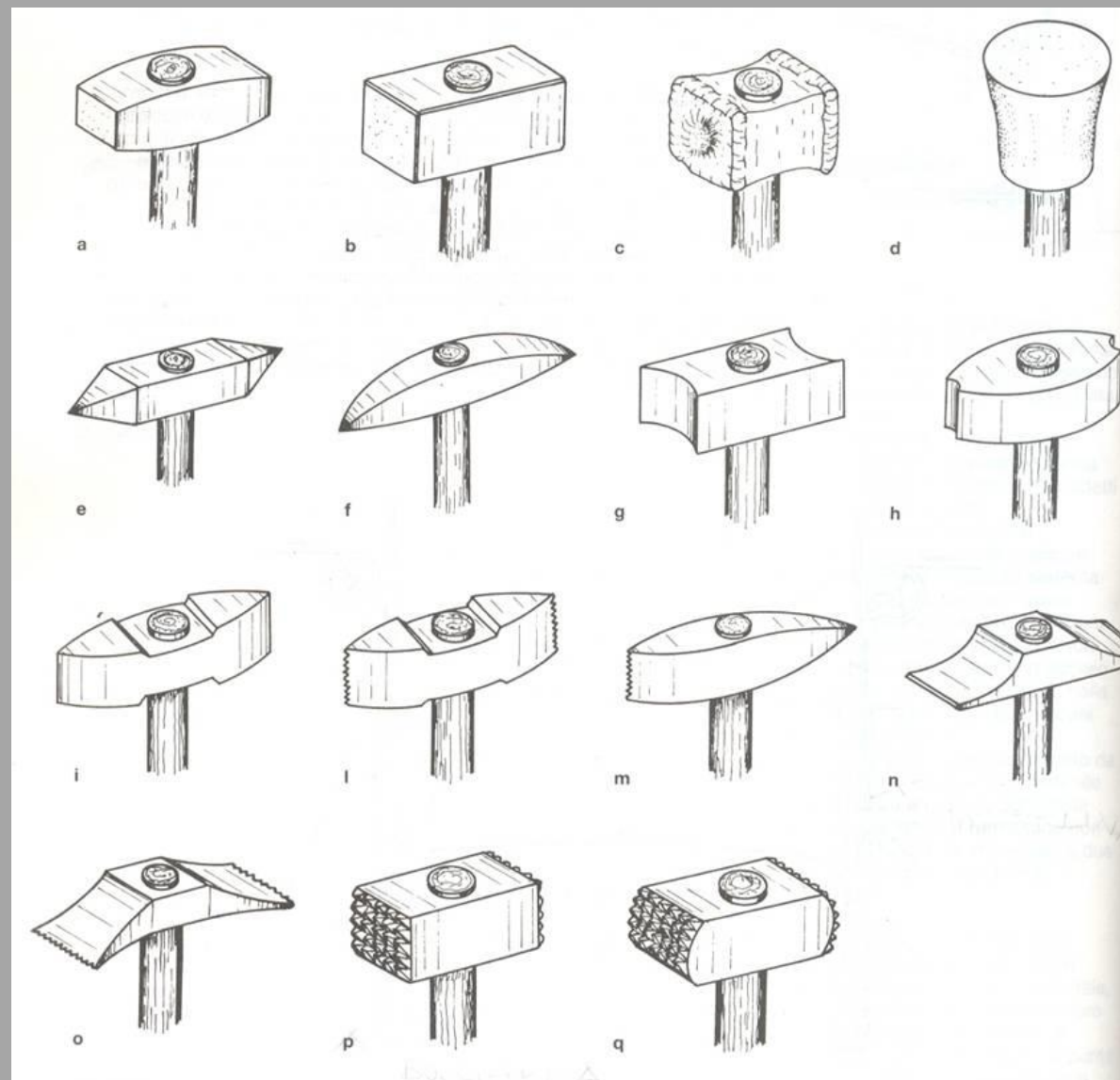
Pietra Serena Gentile: ha elementi clastici di misura minore e più uniforme, ed un cemento argilloso debolmente calcareo, si presta per sculture ornamentali, prende buon pulimento e resiste assai specie al coperto.

Pietra Serena del Fossato o delle Colonne: è una varietà particolare del “Sereno gentile” con un cemento calcareo-argilloso, al Monte Céceri ne sono presenti pochi livelli; era particolarmente ricercata per la sua saldezza unita a grana fine ed uniforme, presenta un’alta lucidabilità e superiori caratteristiche meccaniche che la rendevano ottima per colonne portanti (vedasi l’uso fattone dal Brunelleschi nelle chiese di Santo Spirito e di San Lorenzo e da Michelangelo per la Biblioteca Laurenziana).

Pietra Bigia: porzioni di arenaria Macigno superficiali, vicine al versante, sulle quali gli agenti esogeni (piogge, acque percolanti, variazioni termiche) hanno prodotto una qualche alterazione che ha reso la pietra di un caldo colore bigio; è compatta e resistente agli agenti esterni, ha buona attitudine alla lavorazione; più l’attività estrattiva andava in profondità e si aprivano nuove cave che mangiavano questa “fascia di alterazione” più la Pietra Bigia è diventata rara e ricercata. Uno degli ultimi usi in grande della Pietra Bigia è stato l’arco dei Lorena in Piazza della Libertà.

Gli strumenti di lavorazione delle pietre

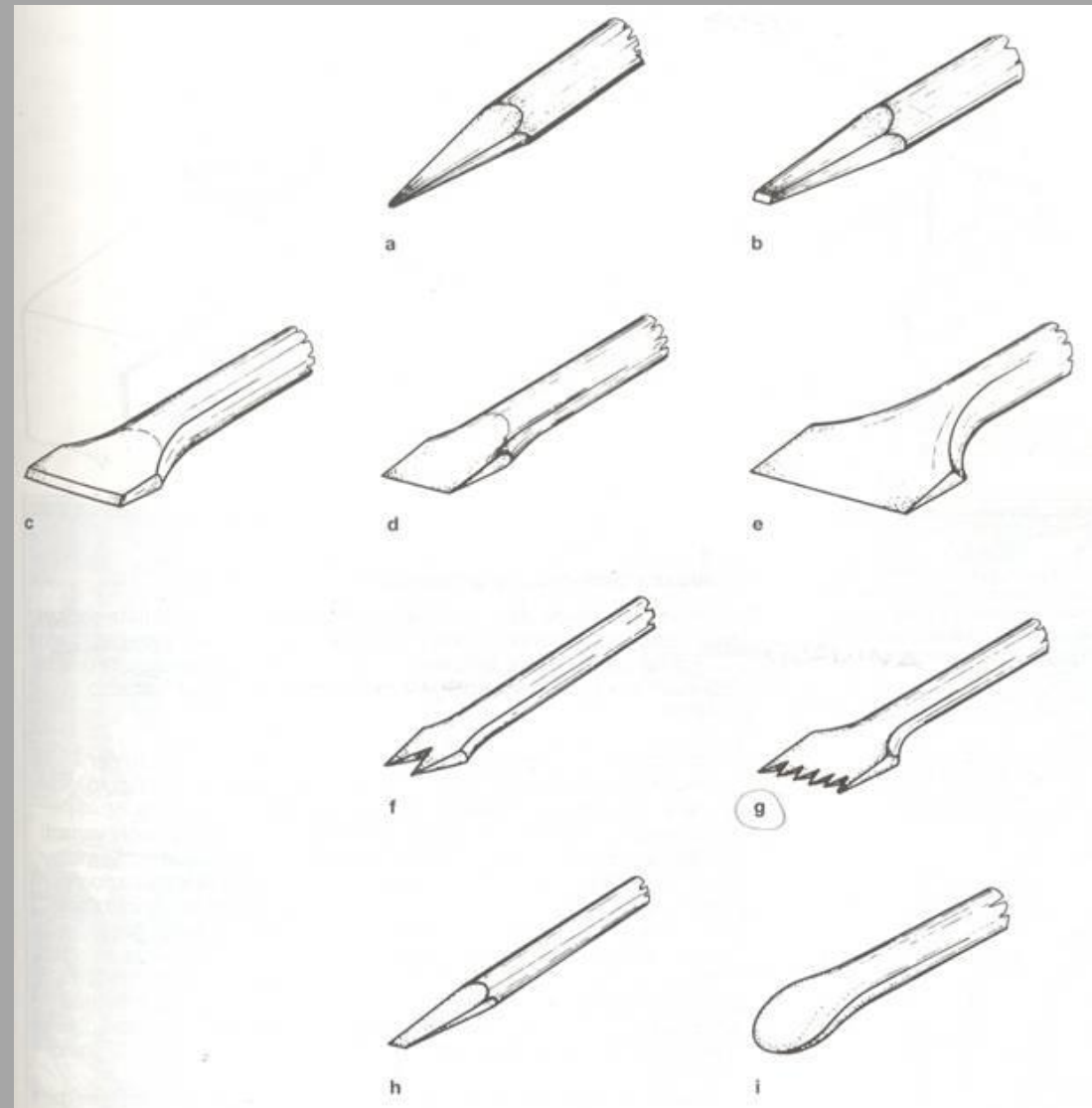
- a.,b. mazze;
- c. mazzuolo di ferro dolce per scalpellare;
- d. maglio;
- e.,f. martelli a due punte;
- g. mazza testa concava per squadrare;
- h. testu per sbizzare gli spigoli;
- i. martello a taglio dritto per pietre tenere;
- l martello a taglio dentellato per pietre dure;
- m martello a taglio misto;
- n. martellina;
- o. martellina a denti;
- p. bocciarda a testa piana;
- q. bocciarda a testa convessa



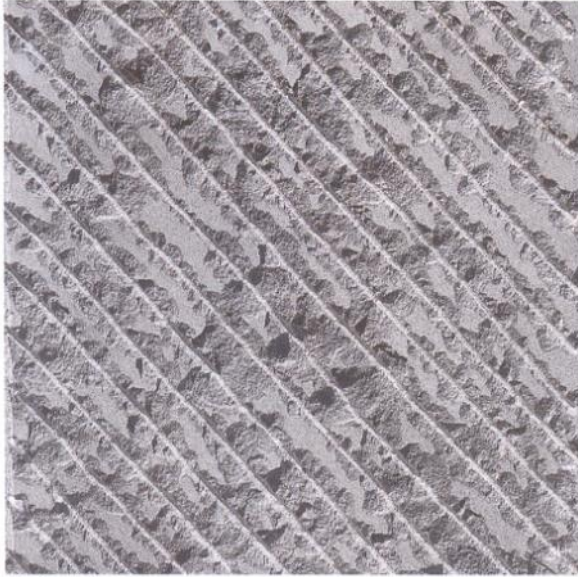
Gli strumenti di lavorazione delle pietre

a, e b. **Subbia** a punta fine e grossa;
c. scalpello accapezzatore;

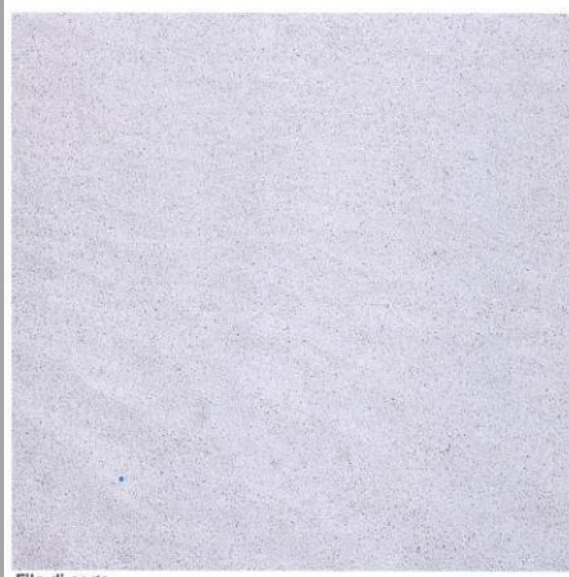
d. e e. scalpello a taglio stretto e largo;
f. calcagnolo o dente di cane;
g. **gradina**;
h. ugnetto;
i. gorbia o ferro tondo



Esempi tecniche di finitura



Rigato



Filo di sega



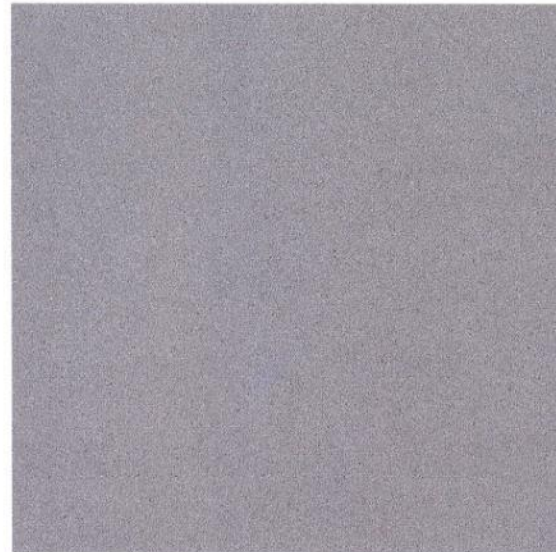
Fiammato



Bocciardato



Scalpellato



Levigato



Sabbliato



Rigato spina

Esempi tecniche di finitura

La **bocciardatura**¹ è uno dei trattamenti rustici più antichi poiché rende la superficie della pietra molto simile a quella del materiale grezzo, evidenziando e portando in vista eventuali cristalli e venature. Questa lavorazione conferisce alla pietra un particolare aspetto scolpito, scabro ed in rilievo; risulta particolarmente adatta per usi esterni come scale, cordoli e pavimentazioni, in quanto riduce la scivolosità dell'elemento, ma anche in rivestimenti di facciate quando viene affiancata ad altri tipi di lavorazione.

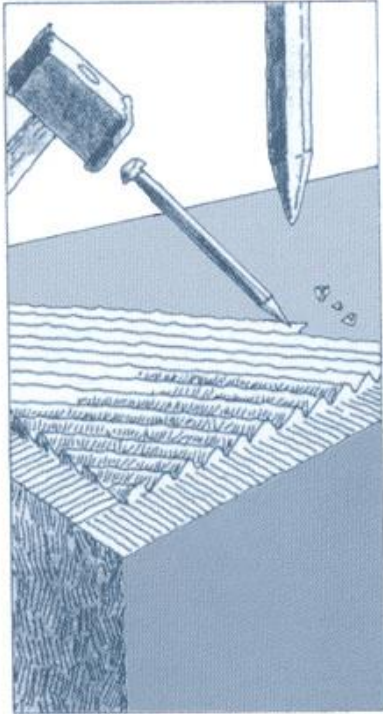
Il trattamento *termico* che si applica solitamente sulla pietra serena è quello della **fiammatura**,⁵ con la quale si ottiene l'effetto di vetrificazione superficiale, che conferisce alla lastra un aspetto ruvido (ma non tagliente) e vetroso, con un effetto cromatico caratteristico. La fiammatura non agisce, come le lavorazioni ad urto, tanto sul colore, quanto sulla tessitura superficiale. Questo trattamento può aumentare la resistenza alle aggressioni chimiche e all'erosione superficiale, però altera, per circa 3 mm di profondità, la resistenza del materiale; viene utilizzata sia nei rivestimenti esterni, sia dove è previsto un elevato grado di calpestio.

Con la **sabbiatura**⁴ la superficie assume un aspetto ruvido ma non tagliente. Ne risulta una superficie spesso morbida e priva di grosse asperità che trova nei rivestimenti di facciata, nelle lavorazioni a bassorilievo (scritte, disegni, incisioni) alcune delle applicazioni più diffuse.

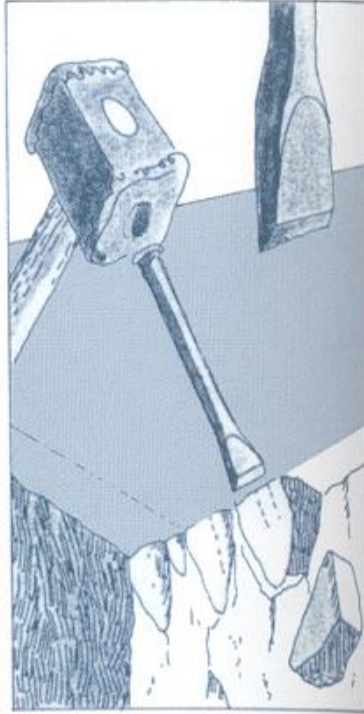
La sabbiatura viene utilizzata anche come trattamento di pulizia per rimuovere eventuali incrostazioni che nel tempo compaiono, ad esempio, proprio sui rivestimenti di facciata. Anche la sabbiatura, come le lavorazioni ad urto, può avere vari gradi di profondità, nonostante si evitino generalmente lavorazioni troppo intense per non incidere eccessivamente lo strato superficiale.

La **rigatura**³ è un tipo di lavorazione superficiale che si presta ad essere effettuata sia sui manufatti grezzi e semilavorati di partenza, ma anche su prodotti già levigati o, addirittura, precedentemente bocciardati e/o fiammati. È un tipo di lavorazione adatto soprattutto nelle pavimentazioni esterne, ma precedentemente veniva utilizzato anche nei rivestimenti di facciata di tipo tradizionale. Consiste nell'incisione di rigature più o meno larghe che vanno da 8 a 15 mm, più o meno profonde, con solchi solitamente tra 2 e 5 mm che, in casi particolari, come le pavimentazioni carrabili in pendenza, possono raggiungere anche 10 mm, e distanziate l'una dall'altra con interassi variabili da 8 a 15 mm. Un tipo di rigatura più fitta e più irregolare prende il nome di **gradinatura**.

Esempi tecniche di finitura



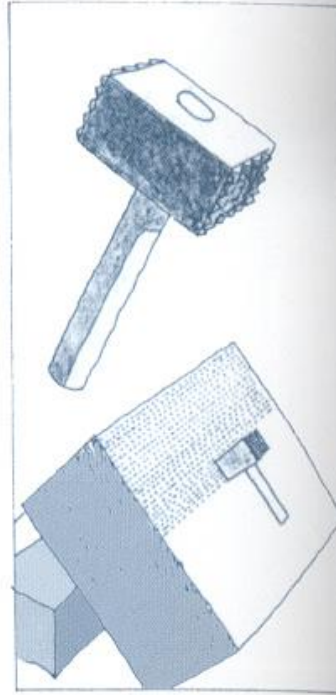
Subbia (o Punta)



Sgorbia



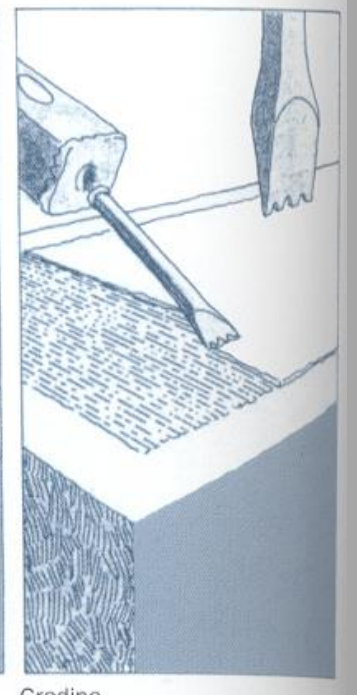
Martellina



Bocciarda

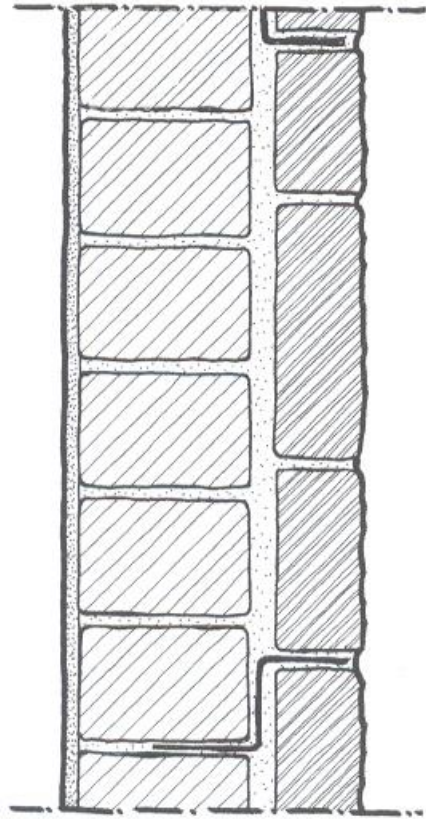


Scalpello

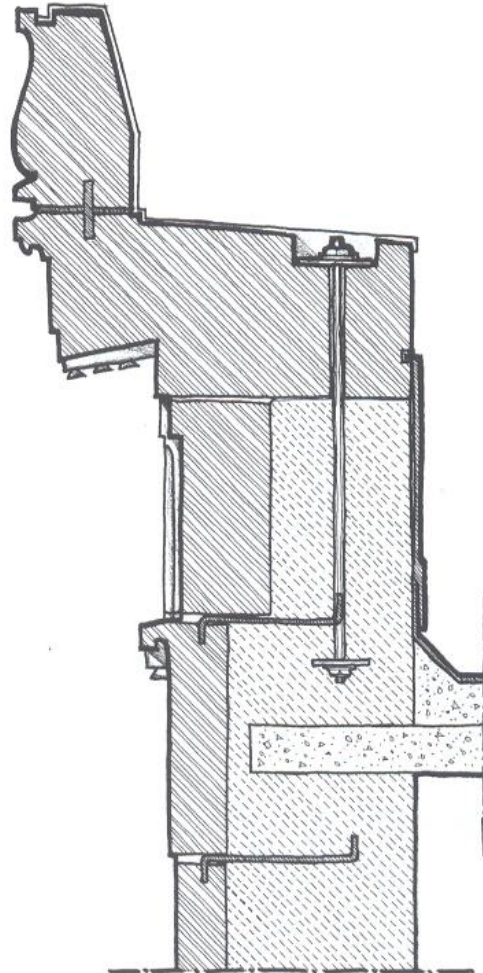


Gradina

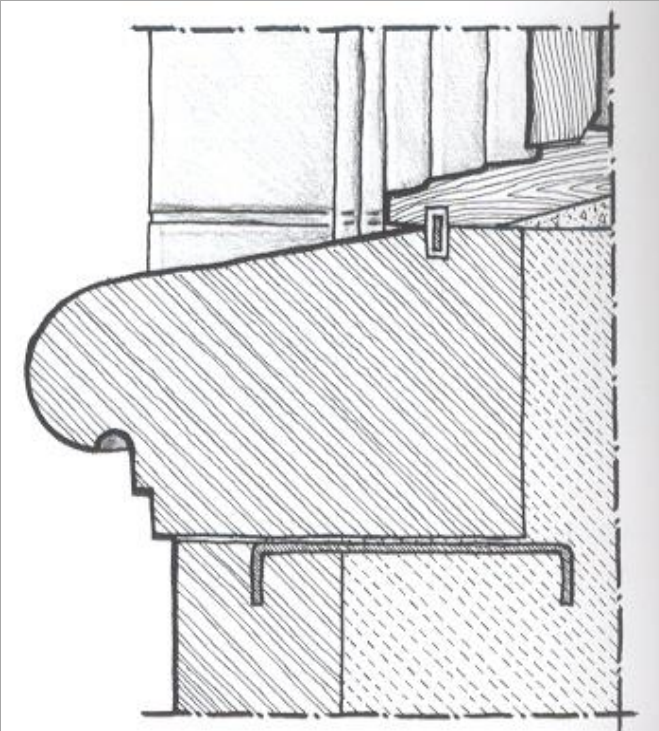
La messa in opera



Muratura di paramento in pietra serena



Coronamento e muratura di paramento in pietra serena



Davanzale in pietra serena