

b) Diagnostica e progetto conservativo

Lez. 3

LA DOCUMENTAZIONE PER LA
CONSERVAZIONE E IL RESTAURO

Apparati murari, materiali e stratigrafie

Parte 1 e 2

Lo studio del testo architettonico: dal
documento storico al rilievo materico
e stratigrafico USM e USR



COSCIENZA E CONOSCENZA

La *formazione del restauratore progettista*, oltre che dalle conoscenze tecniche e dall'affinamento metodologico e tecnologico, deriva dalle osservazioni che scaturiscono dal *contatto diretto con la comunità* e la *conoscenza della cultura materiale* persistente nelle popolazioni depositarie delle tradizioni locali, *dei saperi antichi*, testimoni dei percorsi artistici che hanno generato i capolavori artistici e architettonici delle nostre città e forgiato quei *paesaggi antropici pre-industriali* che oggi giustamente vogliamo difendere sopra ogni altra cosa.

Il *progetto di architettura e i linguaggi contemporanei dell'arte* derivano largamente da queste eredità che dobbiamo prima di tutto comprendere per poter *intervenire con cognizione di causa e consapevolmente*.

Non esisterebbe quindi alcun conflitto tra moderno e antico se solo guardassimo al processo evolutivo di questo trapasso; esiste però una profonda discrasia tra la capacità di conoscere e l'attitudine mai sopita di agire al di fuori di questa dimensione /.../ sta al restauratore farsi carico verso il committente dell'impegno di trasmettere la dimensione etica del valore culturale intrinseco che si cela nelle testimonianze del passato. Queste ultime appartengono a tutti e per loro, in quanto beni comuni, sono doverose tutte le attenzioni possibili, in particolare per la conservazione intesa come prevenzione, nella manutenzione e, infine, nel restauro (per la valorizzazione).

«IL PERCORSO DELLA CONOSCENZA» PER LA CONSERVAZIONE E LA VALORIZZAZIONE DEI BENI STORICO-ARTISTICI E ARCHITETTONICI

LE AZIONI PROPEDEUTICHE AL PROGETTO DI RESTAURO

L'osservazione correlata tra il contesto e il monumento
La restituzione documentata dei dati (catalogazione) ex ante e ex post

RICERCA STORICA (FONTI EDITE E ARCHIVISTICHE)

L'indagine visiva sul manufatto (indagine preliminare)

RILIEVO GEOMETRICO - STRUTTURALE

Il rilievo metrologico e materico di dettaglio (elementi architettonici)

DIAGNOSTICA ARCHITETTONICA E ARTISTICA

L'analisi del degrado e degli elementi spuri

ANALISI DELLE FUNZIONI E DELLA SOSTENIBILITA' DI PROGETTO

RICERCA STORICA COMPARATA CON INDAGINI VISIVE

Percorso metodologico

ANAMNESI REMOTA

Obiettivo di ricerca:

Ricostruzione del percorso evolutivo fino al completamento dell'opera



Focus sul manufatto o opera d'arte oggetto di ricerca



ANAMNESI RECENTE

Obiettivo di ricerca:

Ricostruzione degli episodi e degli eventi di modificazione o di restauro dell'opera

INDAGINI PRELIMINARI

DIAGNOSTICA «CAUSE ED EFFETTI» DI DEGRADO

Regesto cronologico
Rappresentazione e mappatura dei fatti rilevati

Lo studio dell'apparecchio murario: indagine visiva

Rilievo delle apparecchiature murarie

- *Analisi delle caratteristiche tecnologiche*
- *Analisi del degrado*
- *Analisi del dissesto*
- *Analisi dei valori storici e figurativi*

Muratura ⇔ Edificio

Rilievo delle apparecchiature murarie:

- Progetto di rilievo
- Presa delle misure
- Restituzione:
cosa vogliamo rappresentare?

1. TIPOLOGIE DI MURATURA

Si intende per **muro** l'insieme di elementi pesanti di varia natura (pietra, laterizio) generalmente collegati tra loro mediante un legante [1].

In base ai materiali costituenti si hanno [1]:

- muri in pietra da taglio;
- muri in pietrame in conci irregolari;
- muri di blocchi di tufo;
- muri misti di pietrame e laterizio;
- muri di calcestruzzo.

In base alla posizione i muri si possono distinguere in [1]:

- muri in fondazione;
- muri in elevazione.

In base alla tecnica di esecuzione si può distinguere [1]:

- muri a secco, quando non vengono impiegate malte per cementare i vari elementi;
- muri con malte, i muri propriamente detti;
- muri di getto, realizzati con conglomerati entro cavità del terreno o con casseformi.

2. TECNOLOGIE E TECNICHE COSTRUTTIVE DELLE MURATURE ANTICHE

2.1 MATERIALI

MATERIALI NATURALI [2]

- Terra
- Legno
- Pietrame grezzo
(alluvionale e di frantumazione)
- Pietrame lavorato
(blocchi in pietra squadrata)

MATERIALI ARTIFICIALI [2]

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

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 [2].

La tipologia di materiale impiegato è funzione sia delle **condizioni economiche** nell'epoca di costruzione e sia della **tradizione costruttiva locale**; l'impiego di materiali "poveri" non sempre può essere relazionato a contesti socio-economici di modesto livello.

2. TECNOLOGIE E TECNICHE COSTRUTTIVE DELLE MURATURE ANTICHE

2.1.1 MATERIALI NATURALI: LA TERRA



RUOLO DELLE FIBRE:

- riducono la fessurazione da ritiro;
- alleggeriscono il materiale;
- incrementano la resistenza a trazione.



RUOLO DELLA SABBIA

- Migliora la lavorabilità dell'impasto.

In epoca romana furono impiegati i mattoni in terra (lateres crudi); essi erano fatti con argilla e sabbione e dovevano essere fabbricati in autunno o in primavera in modo da asciugare lentamente. La tipologia impiegata era denominata lidio (circa 1 piede x 1,5 piedi = 30 cm x 45 cm ed alto 11 cm).

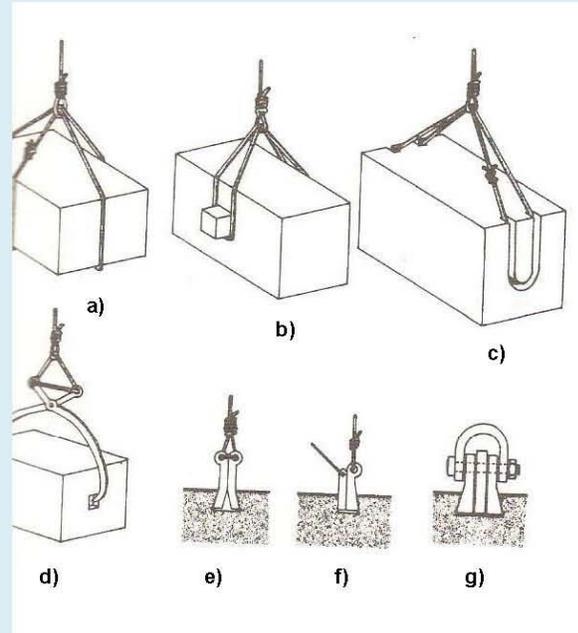


2. TECNOLOGIE E TECNICHE COSTRUTTIVE DELLE MURATURE ANTICHE

2.1.2 MATERIALI NATURALI: LA PIETRA

La pietra impiegata nelle costruzioni storiche o antiche poteva essere [2]:

- **pietra grezza**: **alluvionale** (di forma tondeggiante) o **di frantumazione** (a spigoli vivi);
- **pietra lavorata**: blocchi di **pietra abbozzata** o **squadrata**.



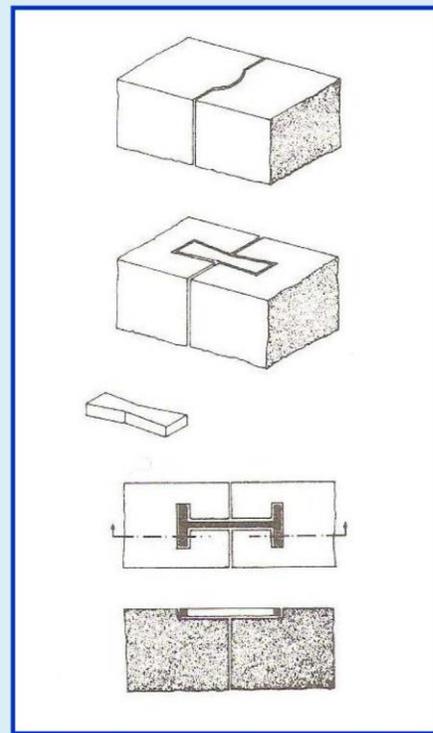
Il blocchi di pietra erano staccati dal banco, quindi si procedeva con la regolarizzazione parziale della superficie (sbozzatura); in cantiere si procedeva con l'ulteriore rifinitura.

Si potevano impiegare diverse tecniche per il sollevamento dei conci [3]:

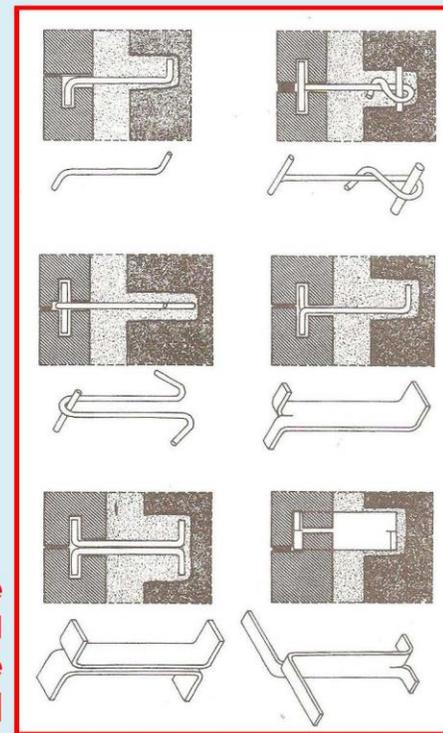
- imbracatura;
- aggancio delle funi alle sporgenze del concio;
- aggancio delle funi entro incastri ad U;
- forbice a tenaglia;
- altro tipo di forbice;
- livella a 2 elementi;
- livella a 3 elementi.

2. TECNOLOGIE E TECNICHE COSTRUTTIVE DELLE MURATURE ANTICHE

2.1.2 MATERIALI NATURALI: LA PIETRA



Collegamento
dei conci in
pietra mediante
incastrì e grappe
metalliche [3]



Collegamento delle
lastre in pietra al
muro mediante
zanche [3]

2. TECNOLOGIE E TECNICHE COSTRUTTIVE DELLE MURATURE ANTICHE

2.1.2 MATERIALI NATURALI: LA PIETRA

Se veniva prestata attenzione alla edificazione delle murature, i materiali a peso specifico più alto erano collocati nelle zone inferiori (fondazioni e piano terreno) mentre salendo di livello si assottigliavano i muri e si mettevano in opera pietre più leggere [2].

Nell'antichità venivano impiegate le seguenti tipologie di pietre [2]:

- **argillose** (ardesie): mediocri per i setti portanti venivano impiegate per pavimenti e per rivestimenti parietali;
- **calcaree** (travertini, marmi, pietre di monte, dolomiti): adatte per ricavarne calce, quelle più porose furono impiegate anche come pietrame per il conglomerato;
- **gessose**: inadatte per la costruzione di murature venivano impiegate per ricavarne il gesso;
- **silicee** (arenarie, ...): ebbero largo impiego nella realizzazione delle murature;
- **tufi**: usati dove presenti per realizzare le murature vista la facilità di lavorazione.

Materiali	Stato	Peso in kg x mc
Ardesia		2.100/2.670
Argilla	asciutta	2.000/2.670
Argilla	appena cavata	2.670
Calcarì leggeri		1.900/2.300
Calcarì compatti		2.300/2.700
Calcarì tufacei		1.200/2.000
Ghiaie (<i>glarea</i>)	in mucchio	1.550/1.800
Gneiss		2.600/2.800
Graniti		2.600/2.800
Marmi saccaroidi		2.600/2.800
Pietrisco da inghiaiare (<i>murices</i> , <i>glarea per rudus?</i>)	in mucchio	0.5 (del peso 0.6 della pietra)
Pietrame da muratura (<i>caementa</i>)		500/700
Pomice (<i>pumex</i> , <i>spongia</i>)	asciutta	2.400/2.800
Porfido		2.400/2.800
Pozzolana (<i>pulvis puteolanus</i>)		
— di Pozzuoli	asciutta	950/1.040
— di Roma	asciutta	1.120/1.160
Puddinghe		2.300/2.400
Sabbia fine (<i>harena</i>)	asciutta	1.400/1.650
Sabbia fine	umida	1.900/2.000
Sabbia grossa (<i>sabulum?</i>)	asciutta	1.350/1.500
Spugna vulcanica (<i>spongia</i>)		600/700
Terra silicea leggera	asciutta	1.300/1.400
Terra silicea forte	asciutta	1.700/2.000
Terra ghiaiosa	asciutta	1.400/1.700
Travertino (<i>lapis tiburtinus</i>)		2.200/2.500
Trachiti		2.400/2.800
Tufi vulcanici: Aniene (<i>lapis pallens</i>); Monteverde (<i>tofus ruber</i> , <i>saxum rubrum</i>); Grotta Oscura; Fidene; tufo sabazio, cimino, vulsinio, no- cerino		1.100/1.800
Tufi Vulcanici: peperino di Albano, di Gabi		2.400/2.600

2. TECNOLOGIE E TECNICHE COSTRUTTIVE DELLE MURATURE ANTICHE

2.2 TECNICHE COSTRUTTIVE DELLE STRUTTURE DI ELEVAZIONE

Possiamo in via generale distinguere tra due categorie di tecnica costruttiva muraria [4]:

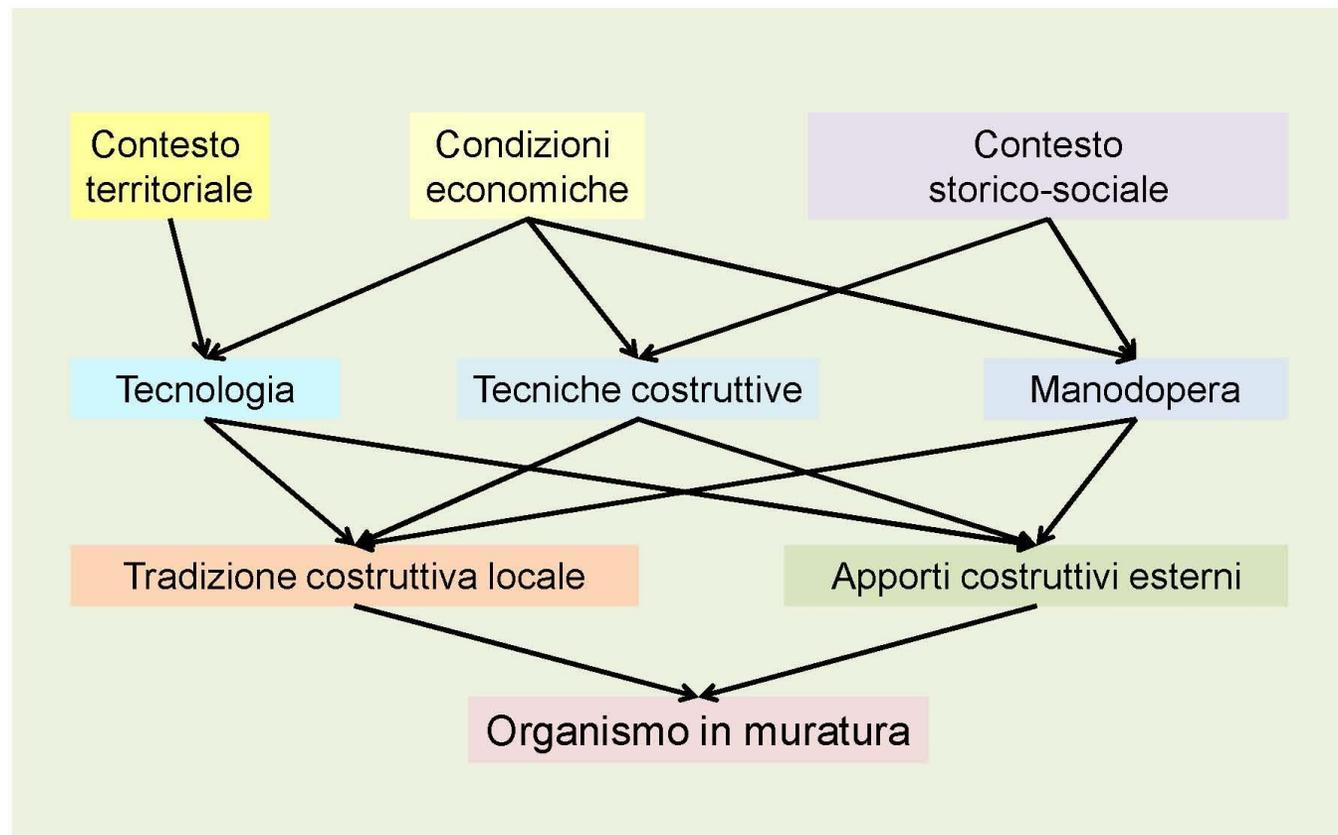
- quella della **tradizione popolare**;
- quella della **tradizione colta**.

Le tecniche costruttive delle strutture di elevazione in epoca altomedioevale riprendono spesso le tecniche costruttive di epoca romana, ma non sempre con la stessa perizia costruttiva. Infatti in epoca medioevale si assiste talvolta ad un impoverimento della qualità costruttiva anche per ragioni economiche.

Le tipologie murarie proprie del mondo romano costituiscono un riferimento anche per molte muraure medioevali.

2. TECNOLOGIE E TECNICHE COSTRUTTIVE DELLE MURATURE ANTICHE

2.3 LE MURATURE STORICHE COME ELEMENTO DI SINTESI



LE MURATURE TRADIZIONALI

MURATURE

Mappatura delle murature per riuscire a classificare le diverse casistiche tipologiche d'apparecchiature murarie.

Murature in pietra: specificare la natura e la forma della pietra e distinguere le diverse casistiche di murature

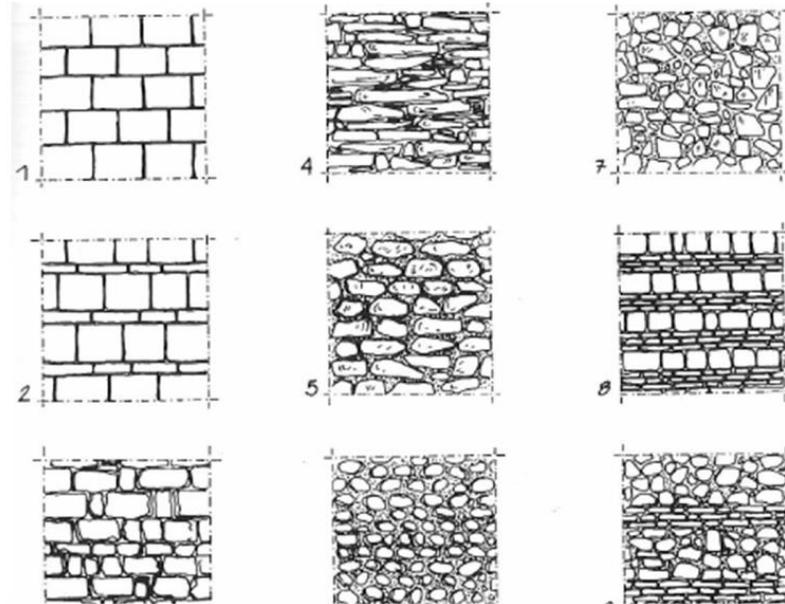


Figura 3.3. Tipologie d'apparecchiature murarie in pietra o miste più ricorrenti: 1. con conci di pietra da taglio a corsi paralleli e orizzontali "isodoma", 2. con lastre di pietra a corsi paralleli e orizzontali "pseudoisodoma", 3. con conci di pietra grossolanamente squadrati (riquadri e spianati), 4. in pietrame murata a secco, 5. in pietrame e malta a corsi sub-orizzontali, 6. in ciottoli e malta, 7. in pietrame irregolare a blocchi spaccati e malta, 8. mista in bozze di pietra con ricorsi in laterizio, 9. mista con blocchi di pietra e ricorsi in laterizio.

MURATURE

Murature in mattoni: classificare la natura dei mattoni, se cotti o crudi e riconoscere come sono stati apparecchiati (muri a una testa, a due teste, a tre teste o più teste), a filari diagonali

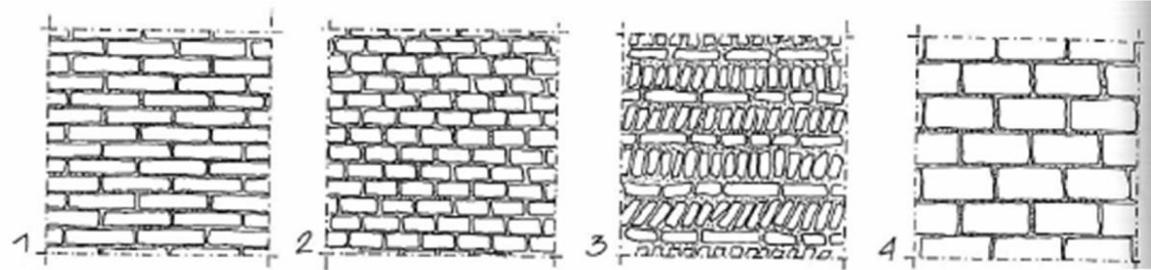


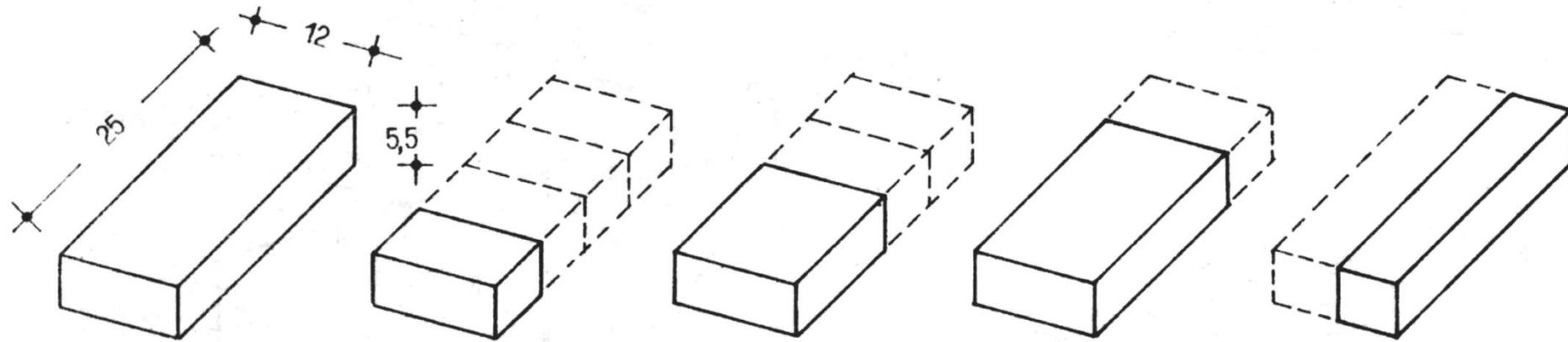
Figura 3.4. Tipologie d'apparecchiature murarie in laterizio più ricorrenti: 1. in laterizio messo in opera per fascia, 2. in laterizio messo in opera per testa, 3. in laterizio messo in opera per coltello, 4. in laterizio messo in opera per costa.

E' necessario rilevare:

- le dimensioni (spessori dei setti murari e dimensioni dei conci)
- le eventuali lavorazioni presenti (scalpellamento, rigatura, puntatura, martellinatura).
- le malte di allettamento se presenti (spessori e natura del materiale, tipo di legante e di inerte)
- gli intonaci presenti, le tipologie di rivestimento

Spesso l'analisi delle murature è rivelatrice degli interventi pregressi (tamponamenti aperture, ampliamenti in verticale e in orizzontale)

IL MATTONE



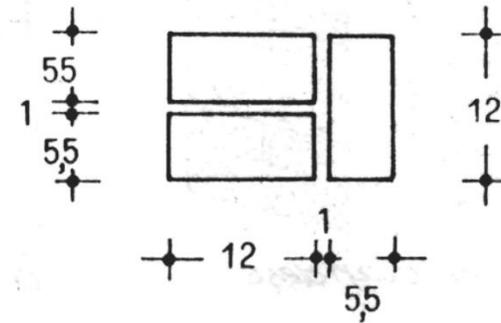
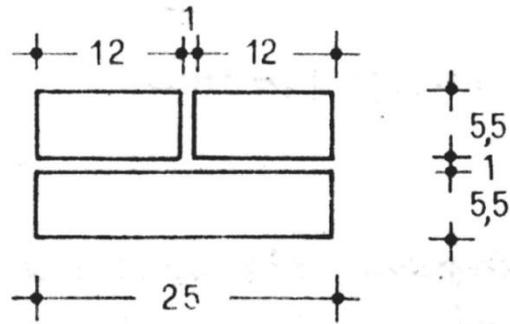
mattoni interi

$\frac{1}{4}$ mattoni

$\frac{1}{2}$ mattoni

$\frac{3}{4}$ mattoni

$\frac{1}{2}$ mattoni lunghi



Studi per aree campione: unità murarie elementari

Sul rilievo delle apparecchiature murarie



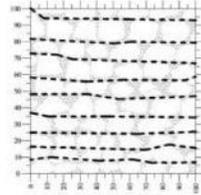
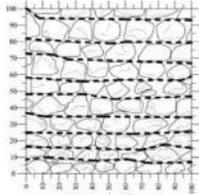
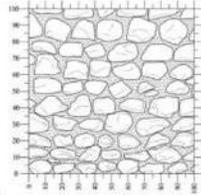
Da: M. Centofanti, 2012



Immagine fotografica

Rilievo

Elementi costitutivi e posa in opera

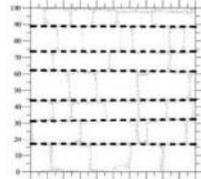
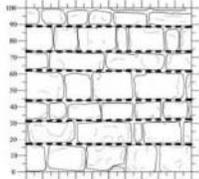
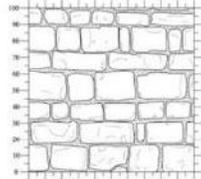


A

Villa S. Martino (Castelvecchio C.), Chiesa di S. Martino

pietra=68.6%
10<largh.<20; l_m=15
5<alt.<12; a_m=10

malta=31.4%

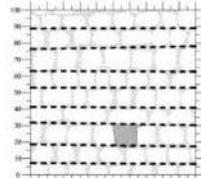
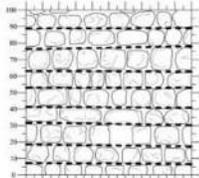
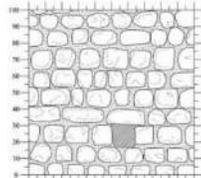


B

Castelvecchio Calvisio, Chiesa di S. Cipriano

pietra=82.4%
12<largh.<35; l_m=20
10<alt.<16; a_m=12

malta=17.6%

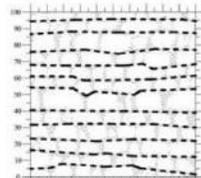
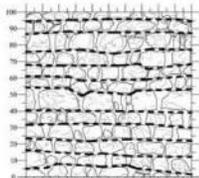
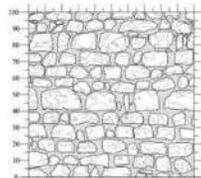


C

L'Aquila, Chiesa di S. Silvestro

pietra=69.6%
8<largh.<15; l_m=10
8<alt.<12; a_m=10

malta=11.1%
lacune=19.3%



D

Pescomaggiore, Madonna del Castello

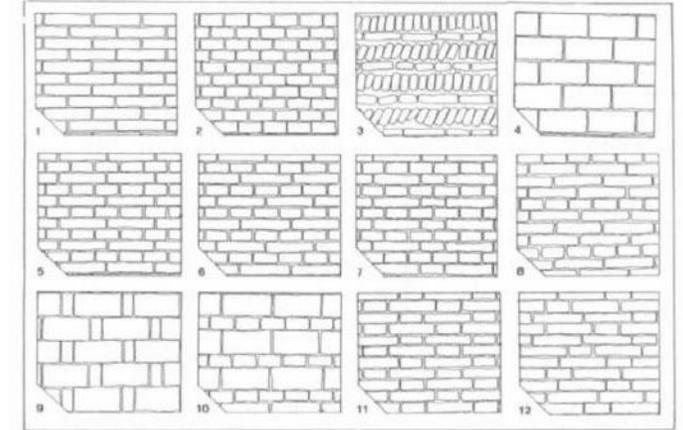
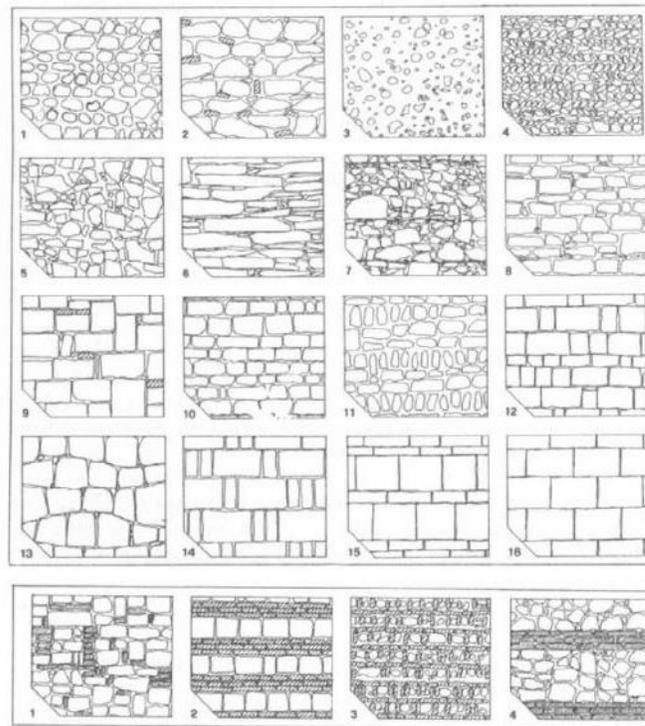
pietra=69.7%
5<largh.<25; l_m=15
5<alt.<15; a_m=10

malta=30.3%

Legenda

- elemento lapideo: perimetro
- elemento lapideo: perimetro non chiaramente distinguibile
- elemento lapideo: segni della superficie
- - - - - posa in opera: corsi
- malta
- lacuna

Abaco delle murature con analisi degli elementi costitutivi



Francovich R., Parenti R., *Archeologia e restauro dei monumenti*, 1988

Tipicizzazione su caratteri storici degli apparecchi murari



Lo studio degli elementi complessi e/o composti



RILEVAMENTO FOTOGRAMMETRICO

IMMAGINE FOTOGRAFICA

FOTOPIANO: restituzione prospettica inversa, rispetto ad un definito piano presente nell'immagine fotografica. Gli elementi che non si trovano su quel piano risultano deformati

FOTOMOSAICO: mosaicatura di fotopiani

ORTOFOTO: raddrizzamento differenziale

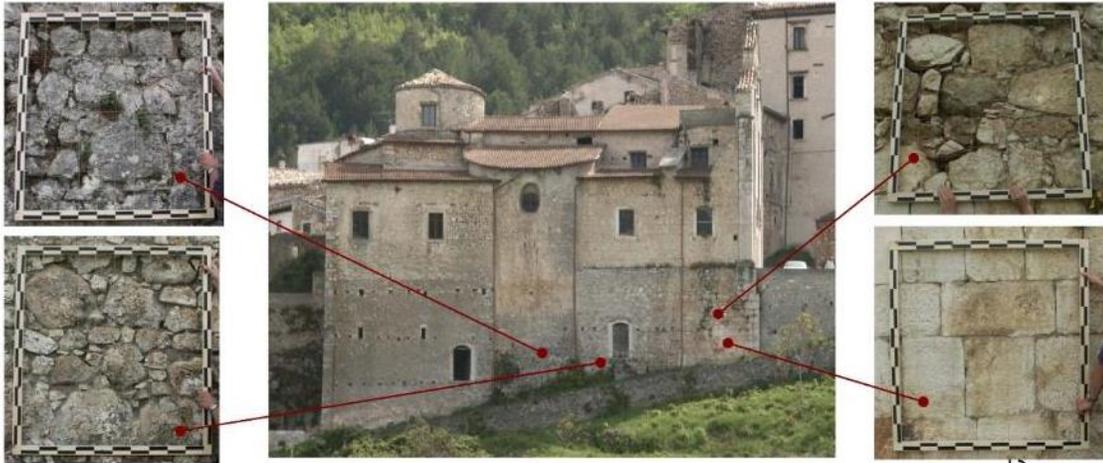


Orientamenti per gli studi stratigrafici degli apparecchi murari storici

LA METODOLOGIA

Criteria di classificazione:

- materiale impiegato
- morfologia dei componenti
- lavorazione dei componenti
- dimensione dei componenti
- posa in opera



15

1.4 GLI STRUMENTI

SCHEDA:

- Raccolta dei dati
- Sistematizzazione dei dati
- Confronto dei dati

MURATURE
INDAGINE DI CAMPO

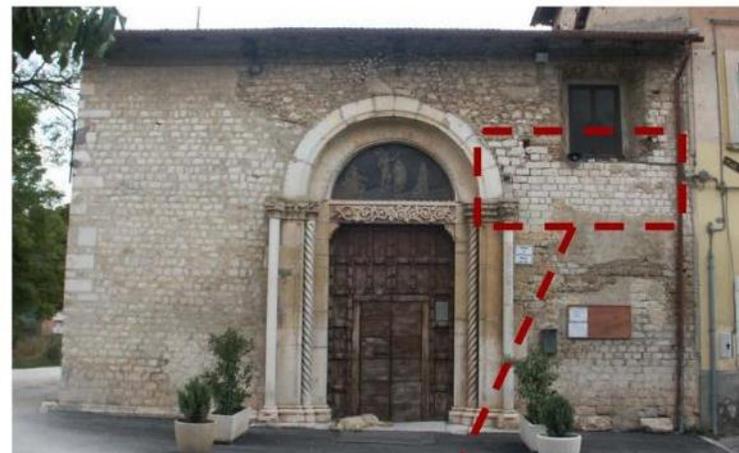
MALTE
ANALISI PER
CAMPIONI



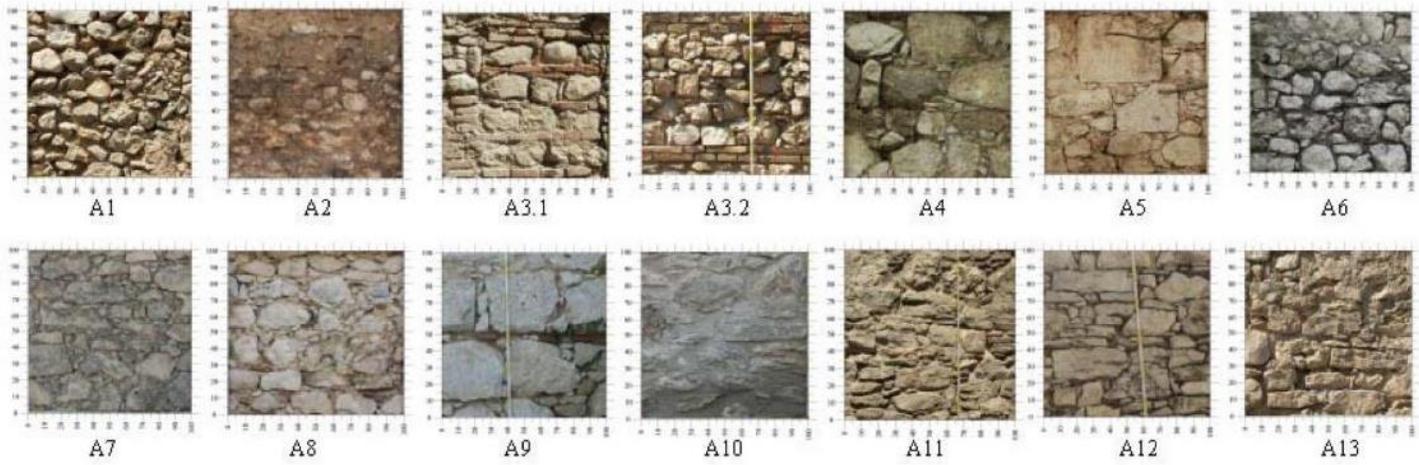
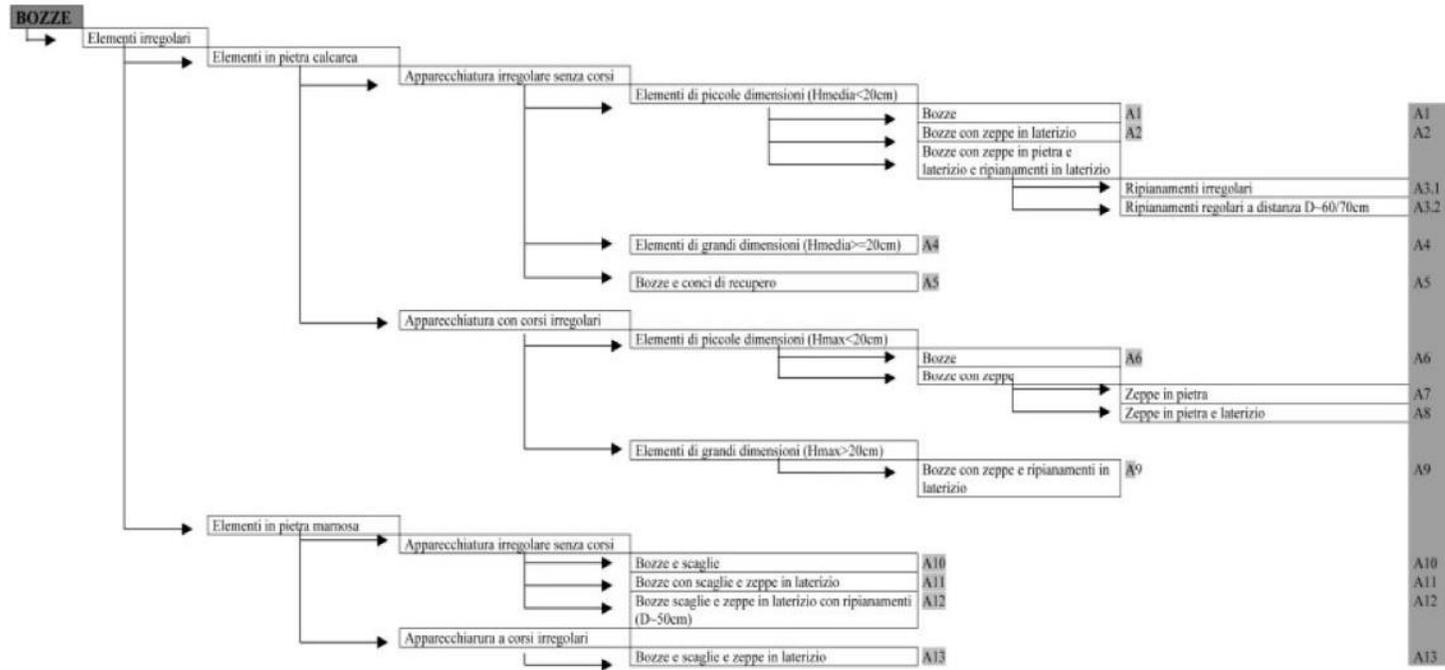
GLI ELEMENTI COSTRUTTIVI BASE: GLI ELEMENTI LAPIDEI

Gli elementi lapidei sono stati distinti in tre sottoclassi, a loro volta suddivise in base alle seguenti caratteristiche morfologiche:

BOZZE	irregolari	piccole dim. ($H < 20\text{cm}$)
		grandi dim. ($H \geq 20\text{cm}$)
	regolari (dim. medie $10/20 \times 8/16\text{cm}$)	sub-ellissoidali
		sub-parallelepipedo
CONCI	piccole dim. ($H_{\text{max}} < 20\text{cm}$)	
	superficie sbozzata	
	superficie spianata	
	medie dim. ($20 \leq H_m < 30\text{cm}$)	
	grandi dim. ($H_m \geq 30\text{cm}$)	
LASTRE	medie dim. ($H_m < 35\text{cm}$)	
	grandi dim. ($H_m \geq 35\text{cm}$)	

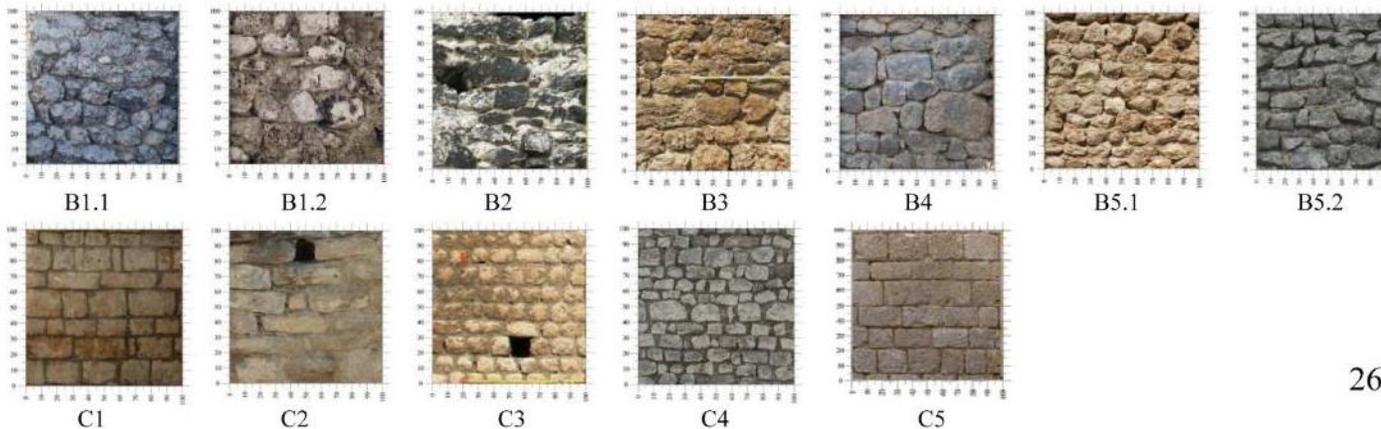
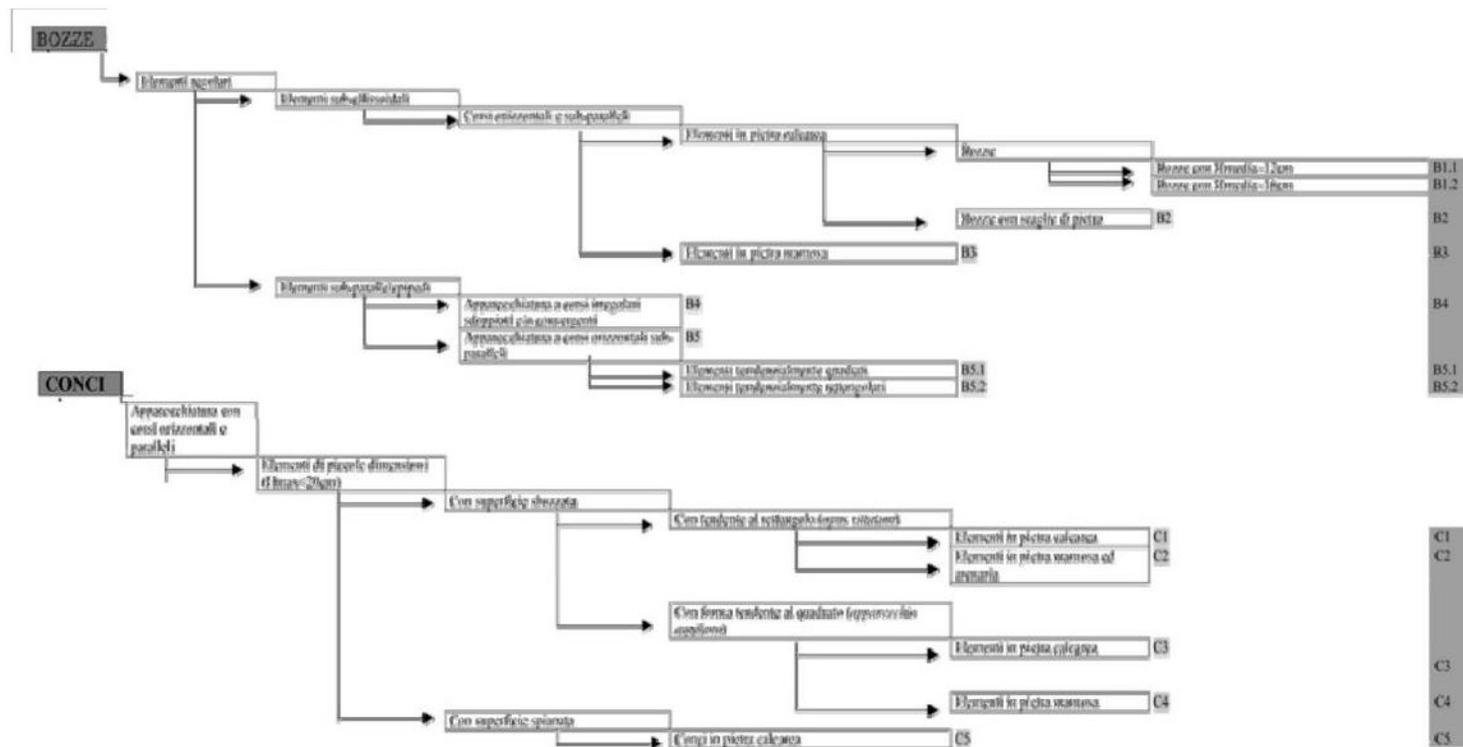


CLASSIFICAZIONE DEI PARAMENTI



Da: M. Centofanti, 2012

CLASSIFICAZIONE DEI PARAMENTI



CLASSIFICAZIONE DEI PARAMENTI



REPERTORIO DELLE TECNICHE COSTRUTTIVE

Tipologia / Campione

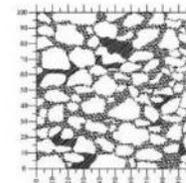
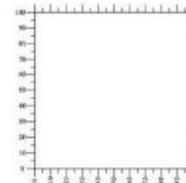
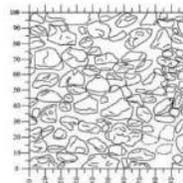
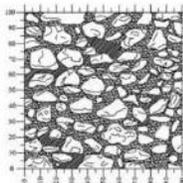
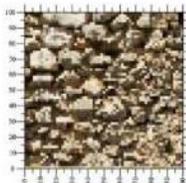
Immagine fotografica

Rilievo

Elementi costitutivi e posa in opera

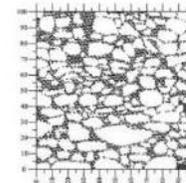
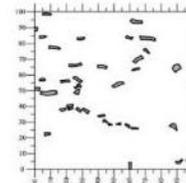
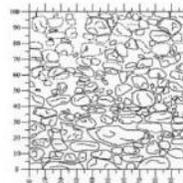
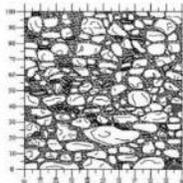
A1

S. Silvestro (Ofena)
casa



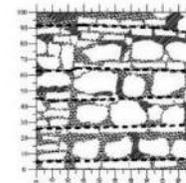
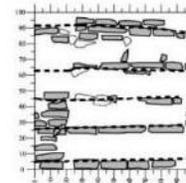
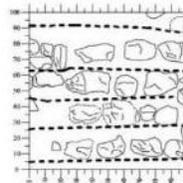
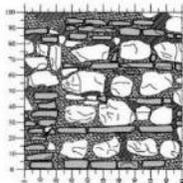
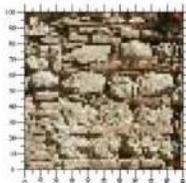
A2

Calascio
casa



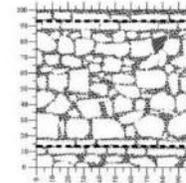
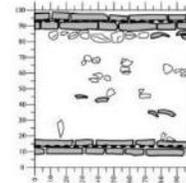
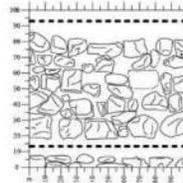
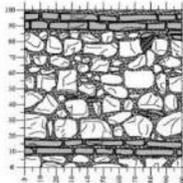
A3.1

Monticchio
casa



A3.2

Caporciano
casa



cronologia assoluta e cronologia relativa

TAV. 26: RAPPORTO TRA TIPOLOGIE E CRONOLOGIA

Tipologia	Secolo	XI	XII	XIII	XIV	XV	POST
A1							
A2							
A3							
A4							
A5							
A6							
A7							
A8							
A9							
A10							
A11							
A12							
A13							

Tipologia	Secolo	XI	XII	XIII	XIV	XV	POST
B1							
B2							
B3							
B4							
B5							

Tipologia	Secolo	XI	XII	XIII	XIV	XV	POST
C1							
C2							
C3							
C4							
C5							

Tipologia	Secolo	XI	XII	XIII	XIV	XV	POST
D1							
D2							
D3							
D4							
D5							
D6							
D7							
D8							
D9							
D10							

Tipologia	Secolo	XI	XII	XIII	XIV	XV	POST
E1							
E2							

Analisi stratigrafica degli elevati

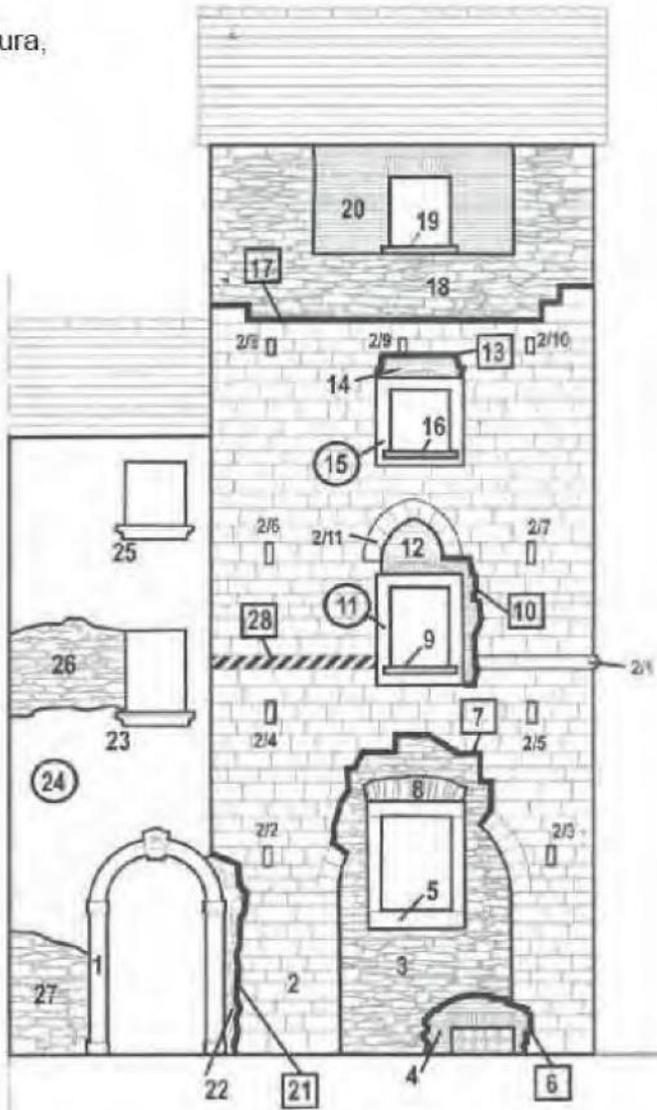
A **ciascun evento**, positivo o negativo, di costruzione o di demolizione, **corrisponde un'unità stratigrafica** che può essere numerata, fotografata, disegnata e catalogata in apposite schede, eventualmente informatizzate.

Ciascuna unità si pone in relazione con le altre attraverso i rapporti stratigrafici (RS), ovvero correlazioni di contemporaneità, anteriorità, posteriorità, graficamente sintetizzabili attraverso un diagramma (detto di **Harris[i]**) in grado di codificarne le cronologie relative.

La conoscenza della **datazione assoluta** di alcuni elementi del costruito analizzato, **ricavabile da fonti indirette** quali le cartografie o i documenti d'archivio, consente di **inquadrare le cronologie relative** dedotte dall'analisi stratigrafica in orizzonti temporali definiti e circoscritti e giungere così alla definizione delle **fasi costruttive** di elementi **non direttamente databili** con le sole fonti tradizionalmente considerate.

[i] E.C. HARRIS, *Principle of Archeological Stratigraphy*, Londra 1979.





39. Caso di studio «virtuale»: prospetto principale - mappa delle unità stratigrafiche (per la legenda si veda fig. 40)

Analisi stratigrafica degli elevati

In estrema sintesi, la procedura dell'analisi stratigrafica si articola nelle seguenti fasi:

- 1.- individuare le **unità stratigrafiche**;
- 2.- stabilire le **relazioni stratigrafiche** e dunque una **cronologia relativa** tra le varie parti;
- 3.- individuare elementi di **datazione assoluta**;
- 4.- pervenire alla **datazione assoluta degli elementi non noti** attraverso i loro rapporti stratigrafici con gli elementi datanti (diagramma di Harris).

Il metodo è stato sperimentato nell'ambito dell'architettura monumentale, ma ha prodotto risultati interessanti anche nel campo della cosiddetta "edilizia minore" per la quale il **documento principe, sovente l'unico, è l'oggetto in sé e la materia di cui è formato.**

È questa la condizione che avvicina in maniera forte i metodi di analisi dell'architettura a quelli dell'archeologia nel suo «esercizio di ricomposizione esatta dei ruderi»^[1].

Nel caso del patrimonio edilizio diffuso, infatti, il lavoro dello stratigrafo consente di **dare lettura in maniera non distruttiva dell'intero palinsesto costruttivo**, non solo del singolo edificio, ma anche, a livello urbanistico, della sovrapposizione delle unità edilizie.

[1] G.P. TRECCANI, *Archeologia, restauro, conservazione. Mentalità e pratiche dell'archeologia nell'intervento del costruito*, Milano 2000, p. 11

Analisi stratigrafica degli elevati

L'individuazione delle diverse cronologie, però, **non dovrà essere impiegata** in maniera distorta per «**ammettere il maggior valore del più antico e per certificare il significato superfetativo delle aggiunte**», contraddicendo, di fatto, la stessa portata concettuale della stratigrafia archeologica, quanto **piuttosto** per **giungere ad una più corretta interpretazione delle fasi evolutive** ed al riconoscimento di dignità testimoniale anche alle porzioni più recenti degli organismi architettonici, come degli insediamenti urbani.



Perché questo sia possibile «*importa **non giudicare subito**, per non alterare anche inavvertitamente, con una selezione artificiosa, gli elementi analitici: l'uomo è portato ad apprezzare e aver cura di ciò che capisce, mentre nelle esplorazioni archeometriche bisogna anche tener conto di ciò che non si capisce affatto, accontentandosi di non capire, finché il complesso degli elementi di scienza positiva raccolti sia tale da far luce da sé laddove prima c'erano le tenebre*»^[ii].

^[ii] Giacomo Boni, *Il metodo degli scavi archeologici*, in "Nuova Antologia", 1901.

Le unità stratigrafiche

Distinguiamo almeno tre tipi di unità stratigrafiche

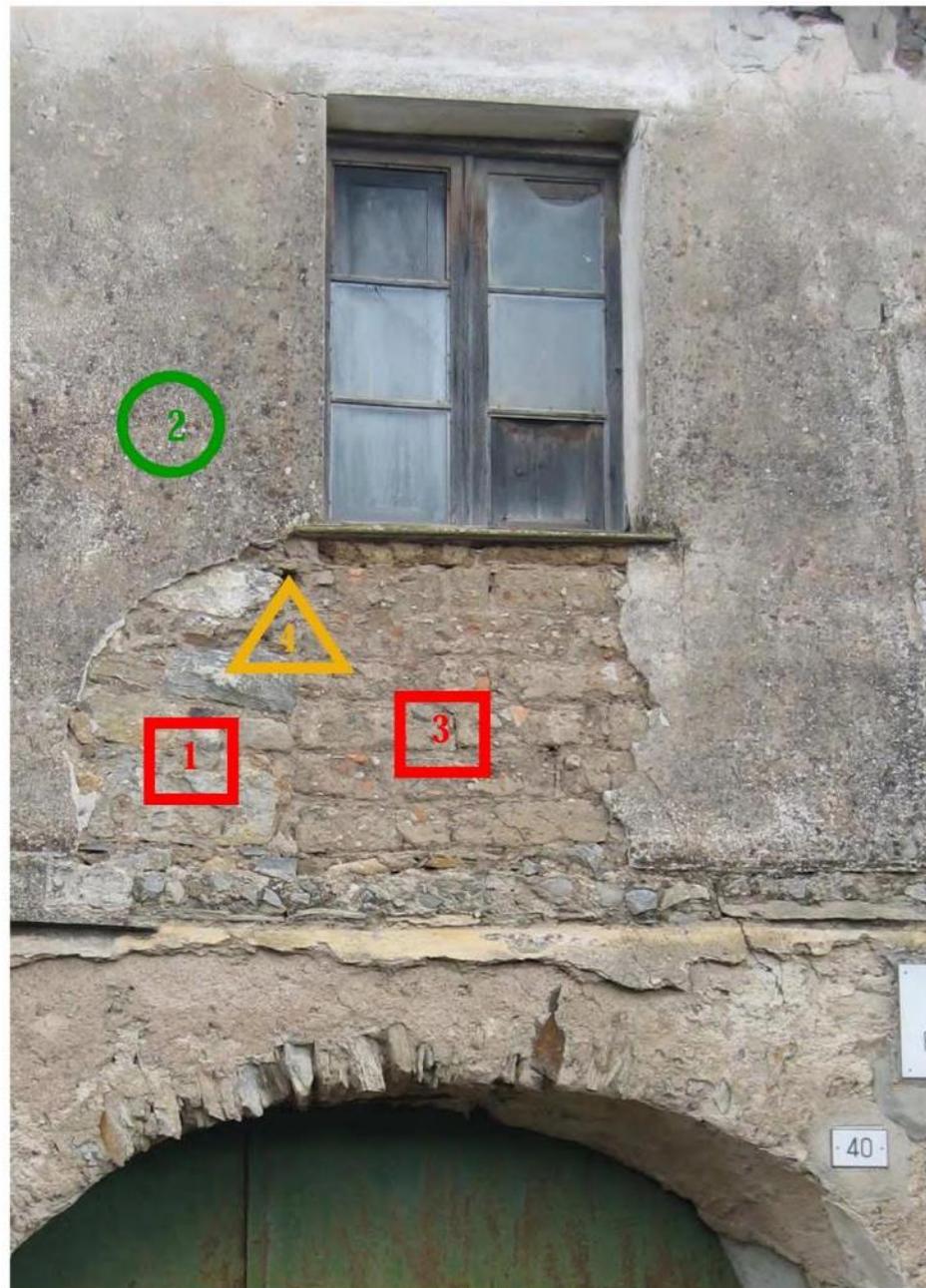
- MURARIE (USM)
- DI RIVESTIMENTO (USR)
- NEGATIVE O DI TAGLIO (USN)

Simbologia

□ murarie (USM)

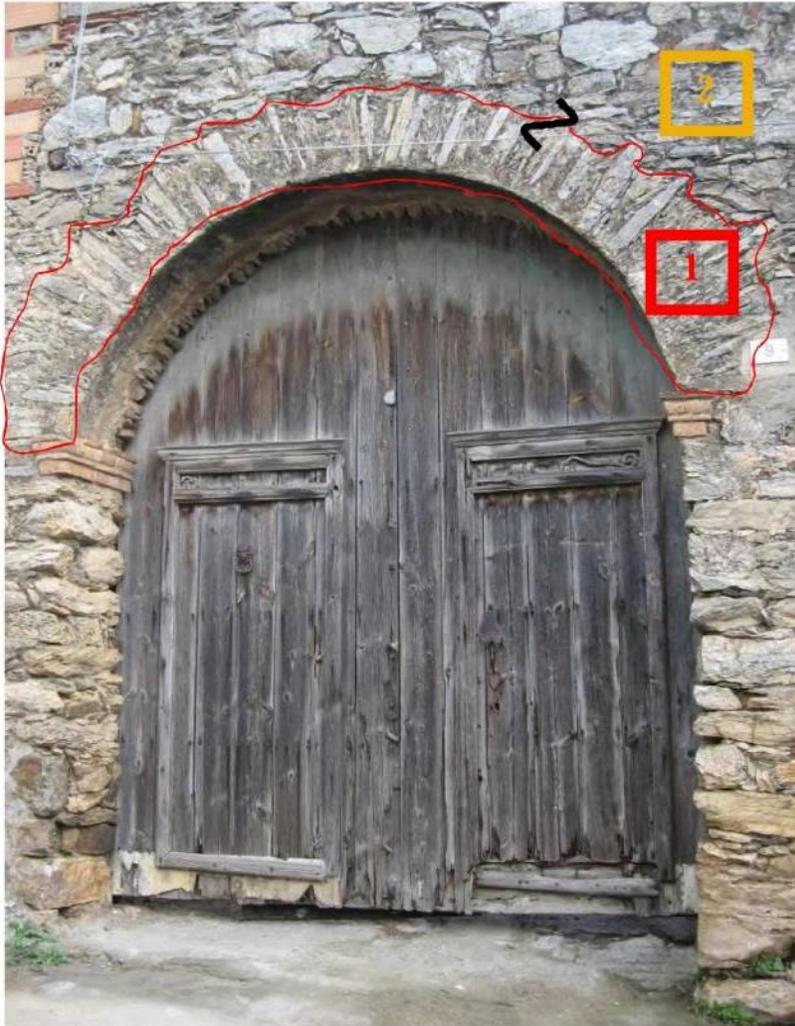
○ di rivestimento (USR)

△ negative o di taglio (USN)



I rapporti stratigrafici

a) Una US si lega ad un'altra
(rapporto stratigrafico di contemporaneità)



~ si lega a



L'arco del portale (USM1) e la sua muratura sovrastante (USM2) sono ammorsate perfettamente tra di loro, ovvero

USM(1) si lega a USM(2)

USM(2) si lega a USM(1)

Questo si spiega anche con il fatto che le due porzioni dell'elemento costruttivo corrispondono a due fasi dello stesso cantiere di costruzione.

Nel diagramma di Harris andranno dunque poste sulla stessa linea come appartenenti alla stessa fase costruttiva (rapporto di contemporaneità).

Si noti anche che si tratta di un rapporto stratigrafico **diretto** in quanto le due unità stratigrafiche si rapportano fisicamente l'una all'altra in contatto diretto.

I rapporti stratigrafici

b) Una US si appoggia a / copre un'altra US

(rapporto stratigrafico di posteriorità)

←← si appoggia a / copre

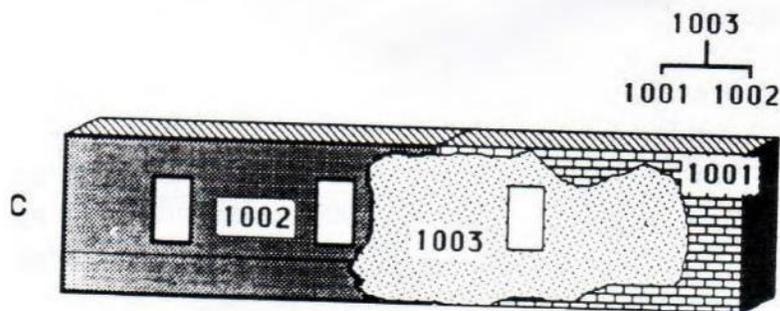
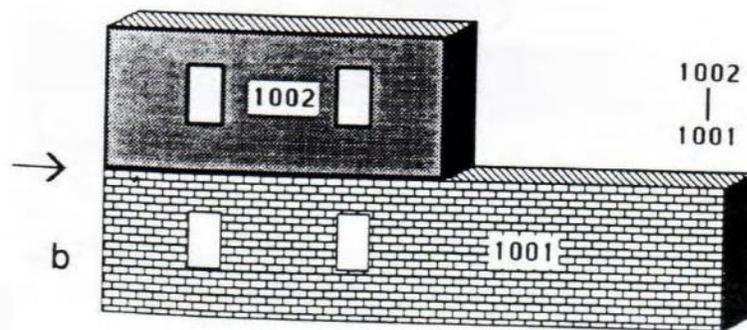
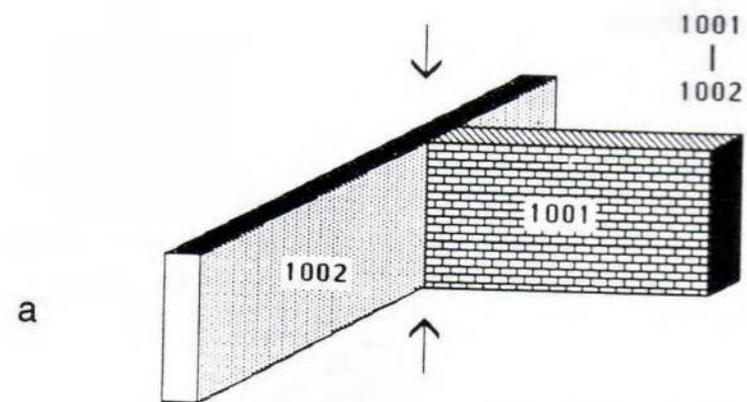
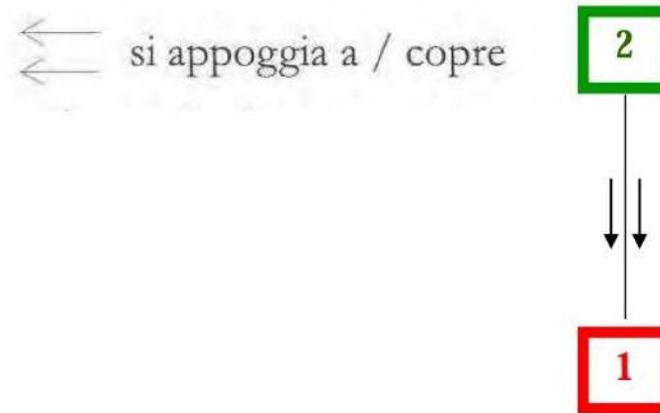
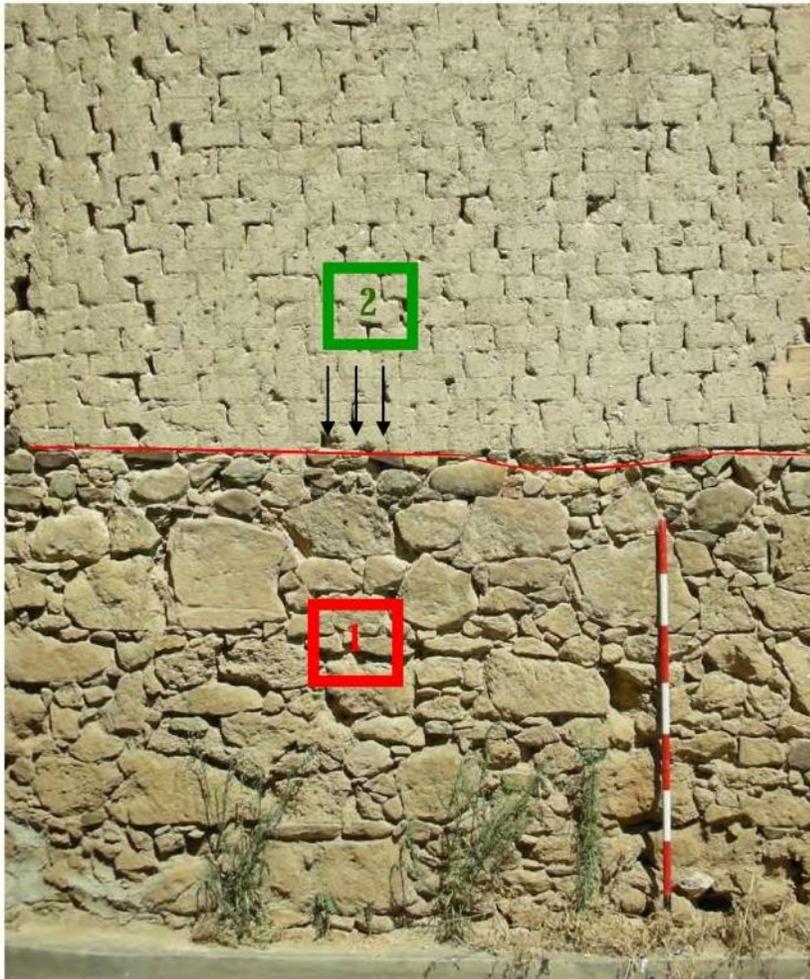


Fig. 12 - Rapporti stratigrafici di «copertura»: a, b - tra due murature; c - tra un intonaco e due murature coeve.

I rapporti stratigrafici

b1) Una US si appoggia ad un'altra
(rapporto stratigrafico di posteriorità)



La muratura in ladiri USM(2) è stata costruita utilizzando come basamento quella in pietra USM(1). Pertanto

USM(2) si appoggia a USM(1)

La muratura USM(2) è stata costruita, quindi, dopo la muratura USM(1) e pertanto le è posteriore.

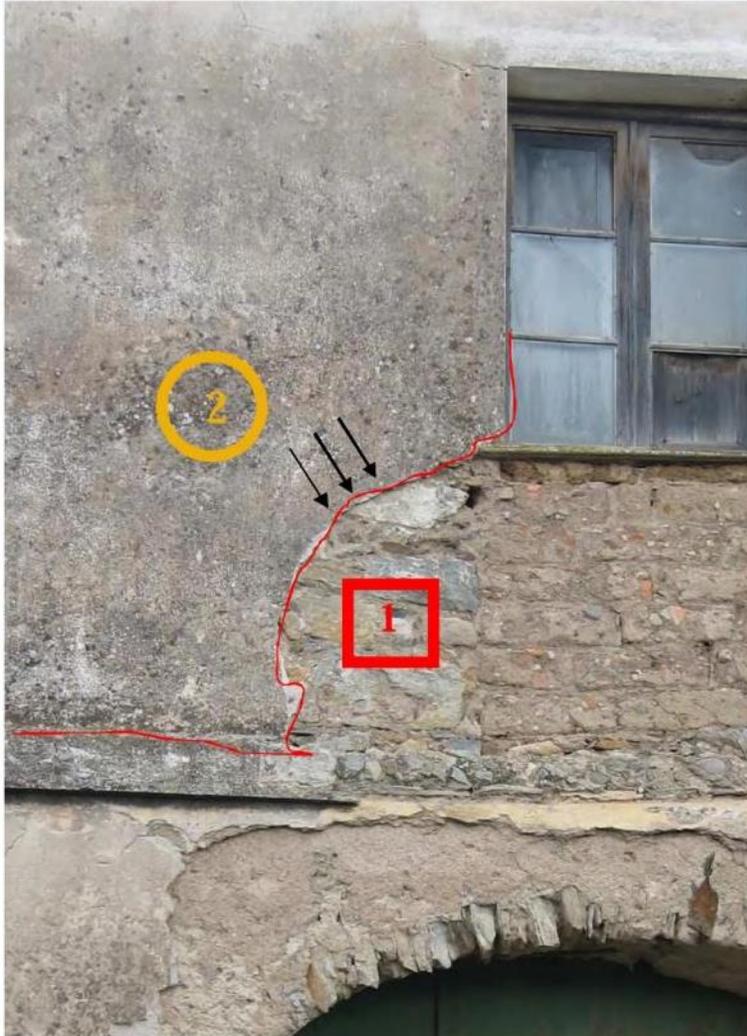
Nel diagramma di Harris della cronologia relativa, andranno dunque poste **su due diverse linee** come appartenenti a **momenti costruttivi diversi**.

Si noti anche che si tratta di un rapporto stratigrafico **diretto** in quanto le due unità stratigrafiche si rapportano fisicamente l'una all'altra in contatto diretto.

I rapporti stratigrafici

b2) Una US ne copre un'altra

(rapporto stratigrafico di posteriorità)



L'intonaco, unità stratigrafica di rivestimento, USR(2) è stato steso a protezione della muratura in pietra USM(1). Pertanto

USR(2) copre USM(1)

L'intonaco USR(2) è stata stesa, quindi, dopo la muratura USM(1) e pertanto le è posteriore.

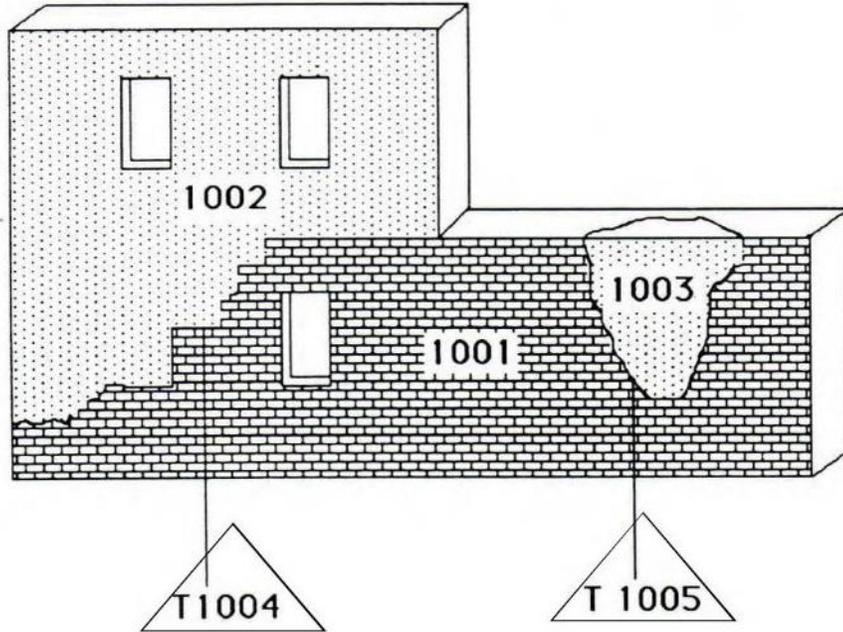
Nel diagramma di Harris della cronologia relativa, andranno dunque poste **su due diverse linee** come appartenenti a **momenti costruttivi diversi**.

Si noti anche che si tratta di un rapporto stratigrafico **diretto** in quanto le due unità stratigrafiche si rapportano fisicamente l'una all'altra in contatto diretto.

I rapporti stratigrafici

c) Una US ne taglia un'altra
(rapporto stratigrafico di posteriorità)

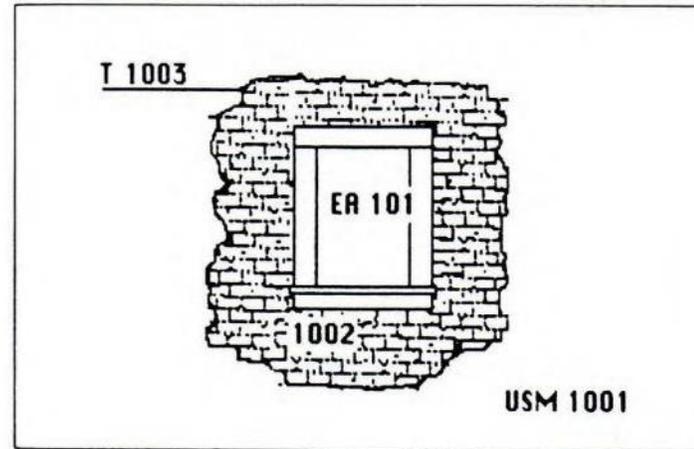
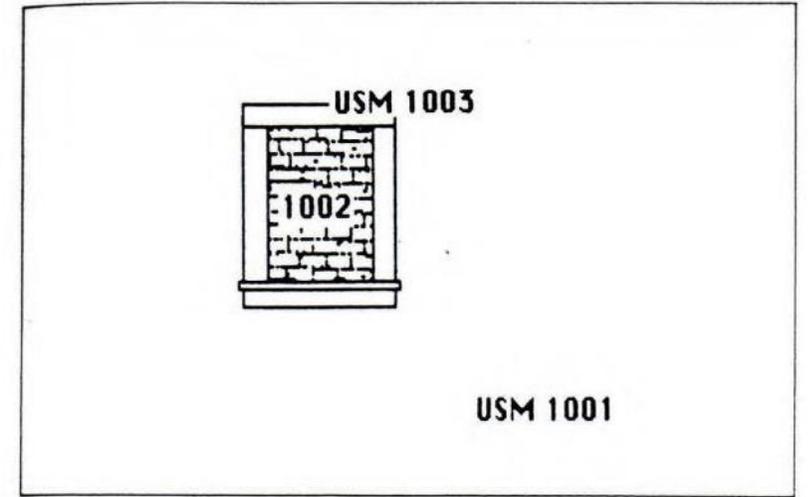
≋ taglia / rompe



La demolizione di parti di 1001 è attestata dai tagli 1004 e 1005

I rapporti stratigrafici

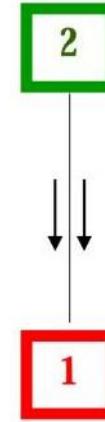
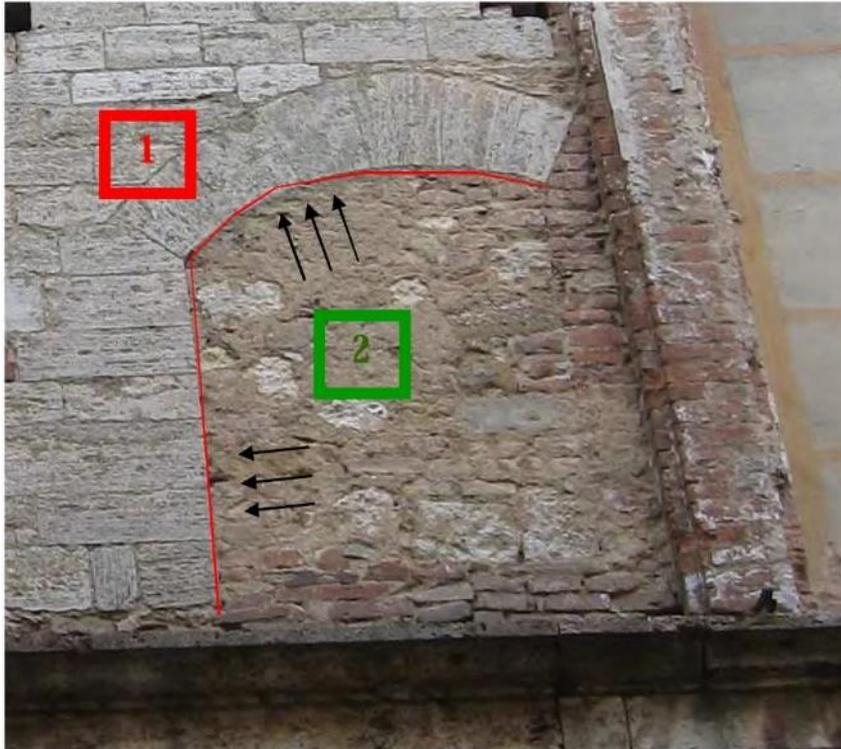
b) Una US ne riempie un'altra
(rapporto stratigrafico di posteriorità)



Esempio di diverse caratterizzazioni di Unità Stratigrafiche (U.S.)

I rapporti stratigrafici

b) Una US ne riempie un'altra
(rapporto stratigrafico di posteriorità)



Si tratta del tipico caso di tamponamento di una apertura precedente. Pertanto

USM(2) riempie USM(1)

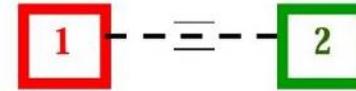
USM(1) è riempita da USM(2)

Il riempimento della muratura USM(1) è quindi chiaramente posteriore alla muratura stessa.

Nel diagramma di Harris della cronologia relativa, andranno dunque poste **su due diverse linee** come appartenenti a **momenti costruttivi diversi**.

Si noti anche che si tratta di un rapporto stratigrafico **diretto** in quanto le due unità stratigrafiche si rapportano fisicamente l'una all'altra in contatto diretto.

I rapporti stratigrafici



Rapporti stratigrafici indiretti di contemporaneità

- PER IDENTITA'
- PER TIPOLOGIA
- PER FUNZIONALITA'

USM(1) è uguale a USM(2)

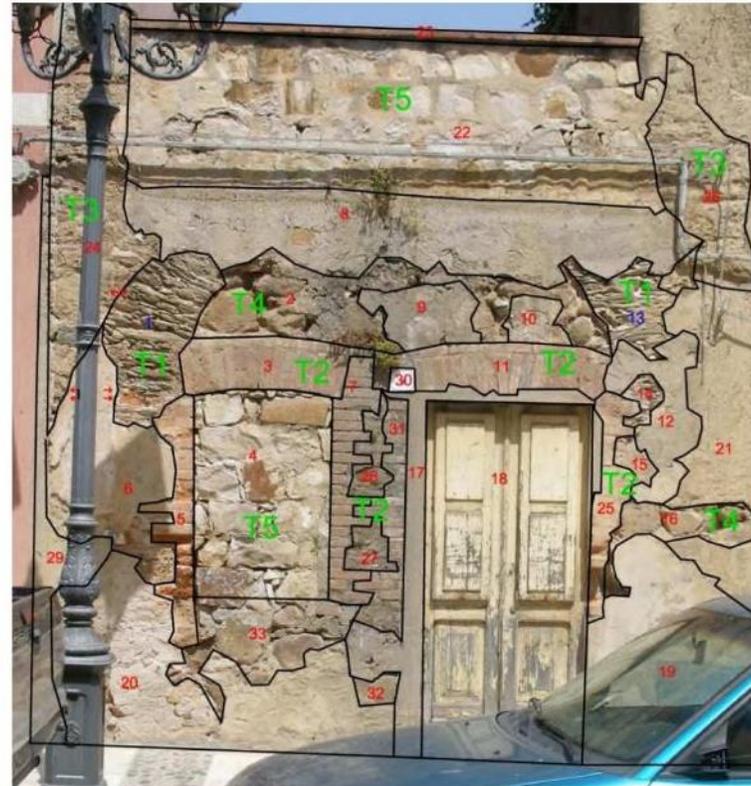
Nel diagramma di Harris della cronologia relativa, andranno dunque poste sulla stessa linea come appartenenti a **momenti costruttivi identici** e andranno **raccordati da linee tratteggiate**.

Si noti anche che si tratta di un rapporto stratigrafico **indiretto** in quanto le due unità stratigrafiche non si rapportano fisicamente l'una all'altra in contatto diretto.



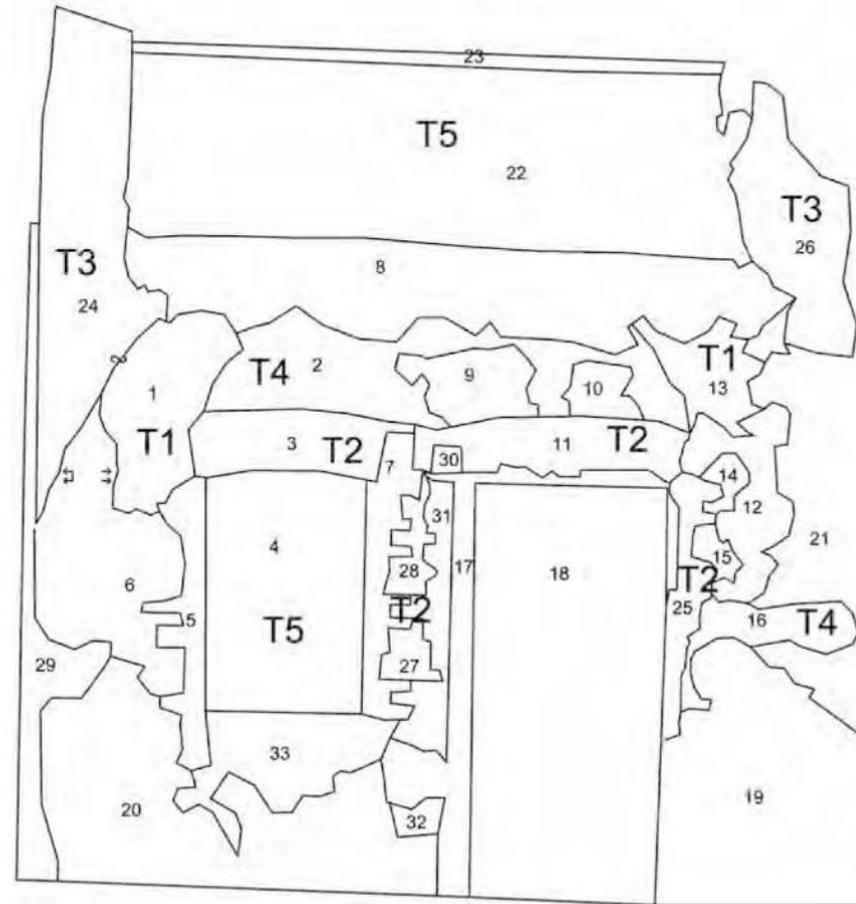
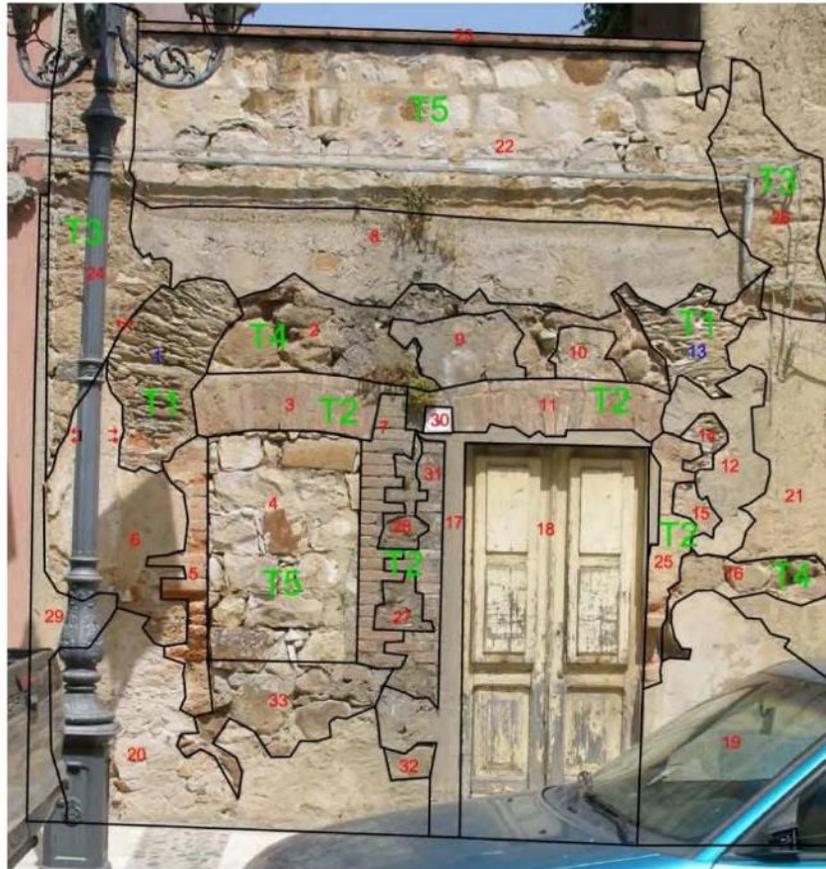
Analisi stratigrafica degli elevati

Individuazione e perimetrazione delle unità stratigrafiche

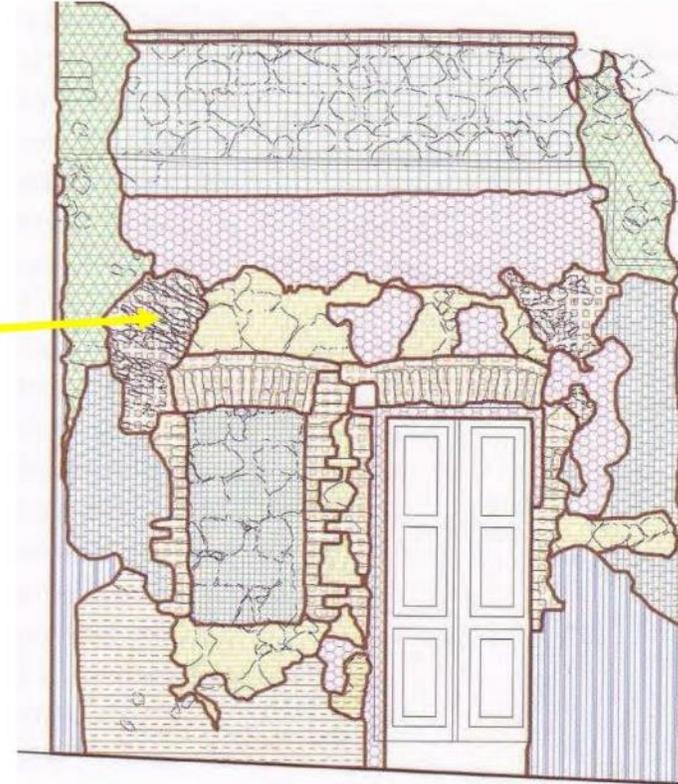
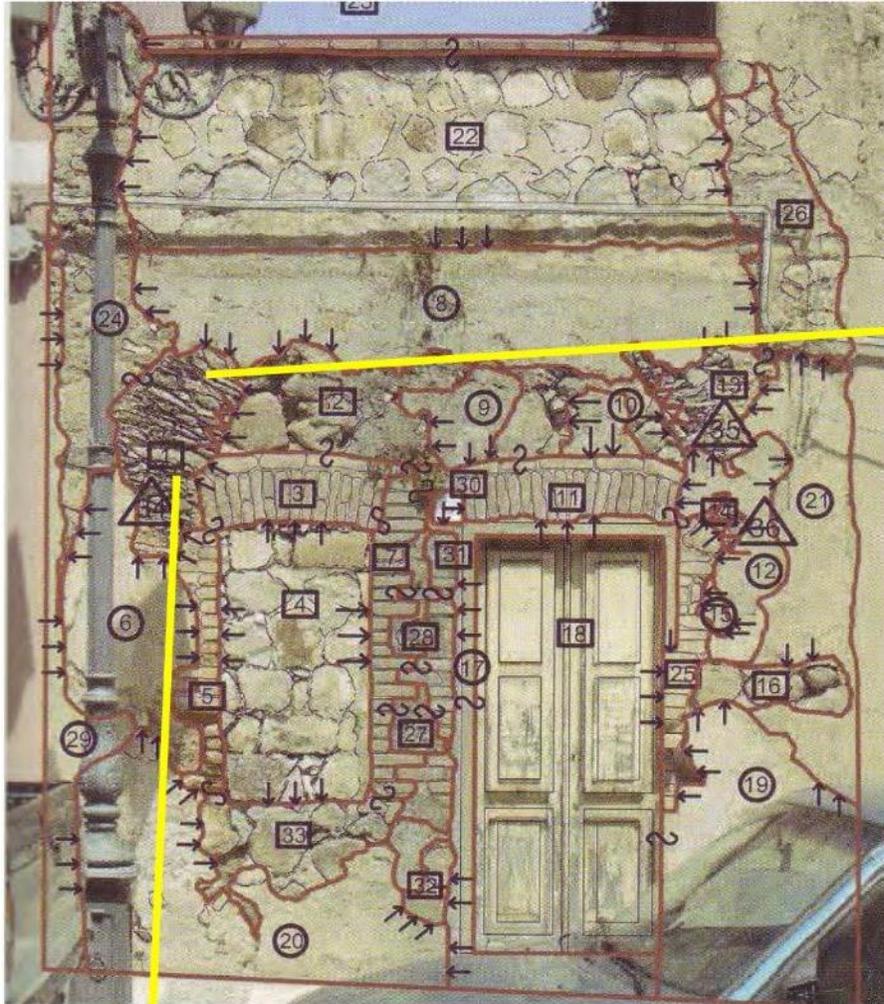


Analisi stratigrafica degli elevati

Individuazione e perimetrazione delle unità stratigrafiche



Supporto della conoscenza delle tecniche costruttive nella codifica delle unità stratigrafiche

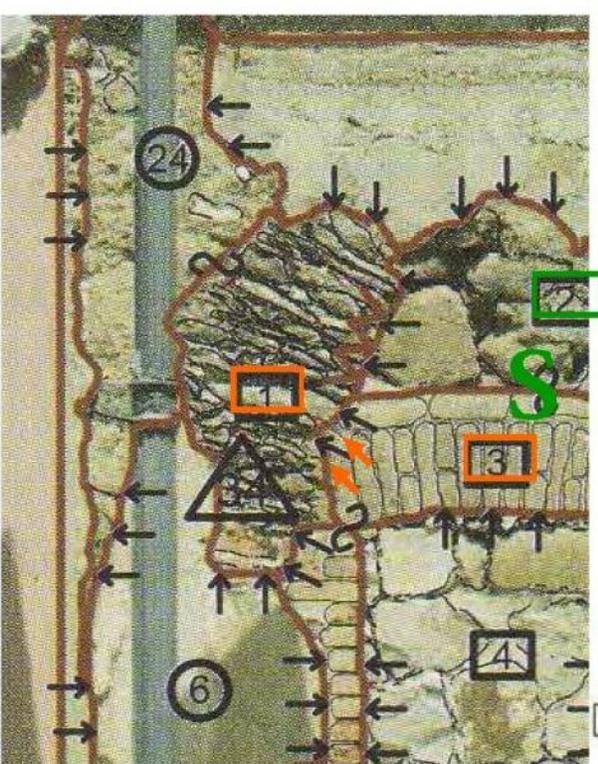


- Unità stratigrafiche
- murarie (USM)
 - di rivestimento (USR)
 - △ negative o di taglio (USN)



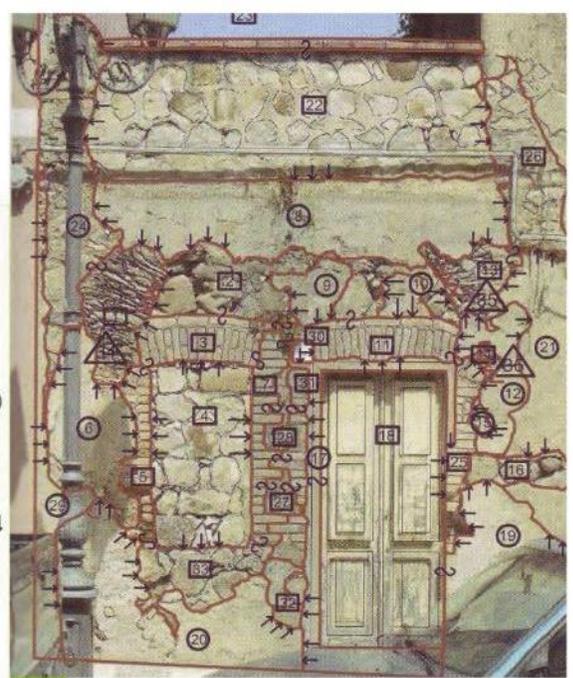
Analisi stratigrafica degli elevati

Individuazione dei rapporti stratigrafici



Rapporti stratigrafici

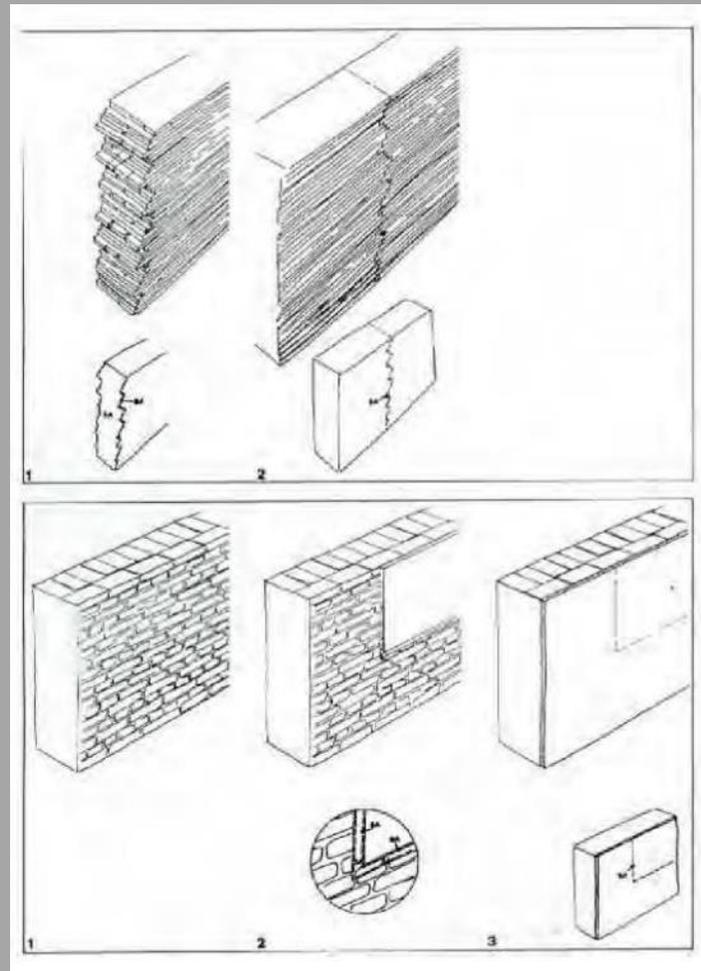
- indiretti
- diretti
- ~ si lega a
- ↑↑ si appoggia a / copre
- ⋈ taglia / rompe



- Unità stratigrafiche
- murarie (USM)
 - di rivestimento (USR)
 - △ negative o di taglio (USN)

- Rapporti stratigrafici
- indiretti
 - diretti
 - ~ si lega a
 - ↑↑ si appoggia a / copre
 - ⋈ taglia / rompe

- Fasi
- 1
 - 2
 - 3



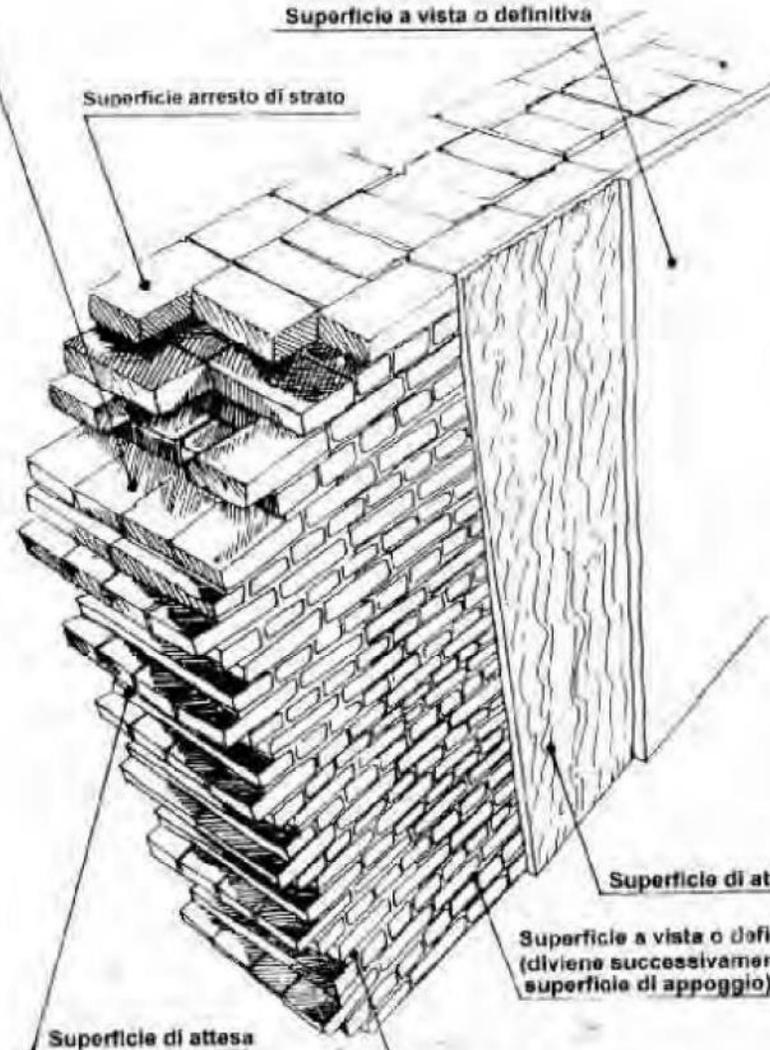
Dodloni, F. *Stratigrafia e restauro*. Trieste 1997



**Superficie arresto di strato
(sospensione di posa non configurata)**

Superficie a vista o definitiva

Superficie arresto di strato



Superficie di attesa

**Superficie a vista o definitiva
(diviene successivamente
superficie di appoggio)**

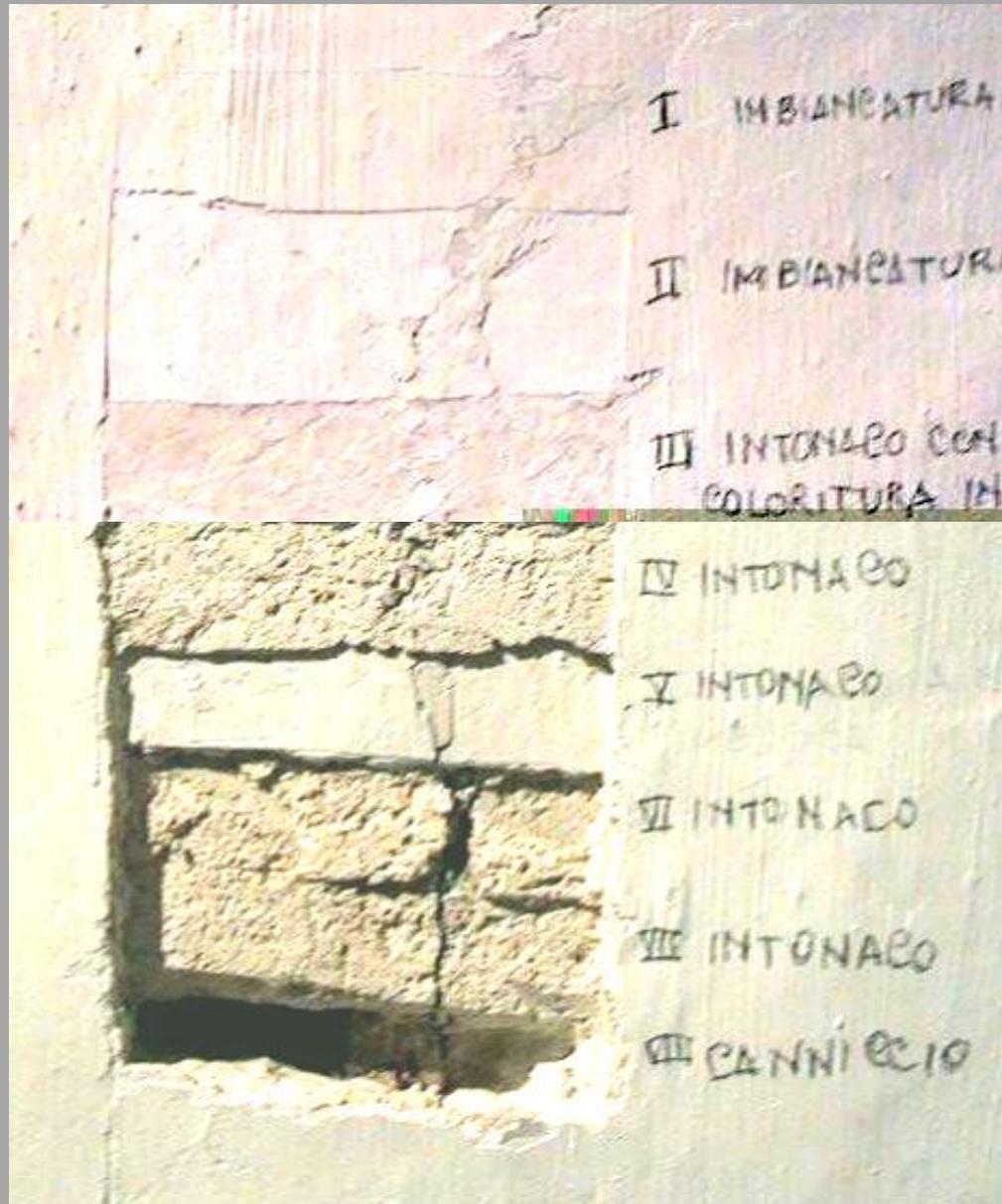
Superficie di attesa

Superficie di attesa

Unità Stratigrafica di Rivestimento (U.S.R.)



Indagini conoscitive - prelievo di intonaci – stratigrafia intonaci (U.S.R.)



Analisi stratigrafica degli elevati

- *rapporto stratigrafico di connessione (si lega a) - caso a).*

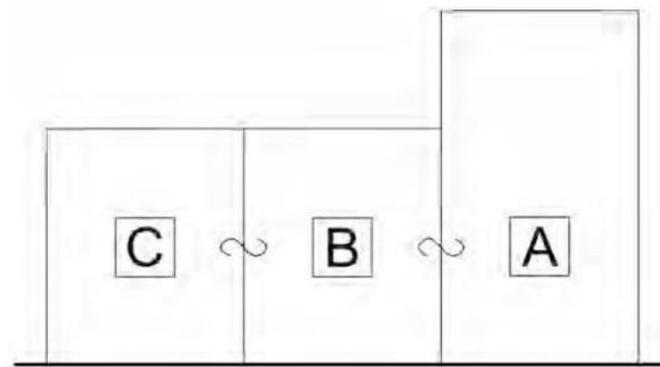
Si tratta del rapporto che lega due unità caratterizzate da **coerenza stratigrafica accertata**, come per esempio un'ammorsatura nelle murature di due corpi di fabbrica che ne dimostra la continuità costruttiva.

Nel caso illustrato in figura, la US(B) si lega alla US(A) e alla US(C).

Il relativo rapporto di contemporaneità o di connessione a posteriori deve, invece, essere accertato mediante altri testimoni stratigrafici.

Per esempio, tra (B) e (C) potrebbe sussistere un **rapporto di contemporaneità** testimoniata da una **continuità muraria** sia costruttiva che tipologica, mentre tra (A) e (B) potrebbe sussistere un rapporto **di continuità a posteriori**, testimoniata da un intervento di **ammorsatura "non in fase"**, realizzato mediante la tecnica dello "scuci e cuci".

Tali relazioni possono essere individuate mediante un'attenta lettura ed interpretazione dei **bordi** delle varie US;



Cagliari – via Sant'Efisio. Evidenti rapporti di legatura per contemporaneità costruttiva.

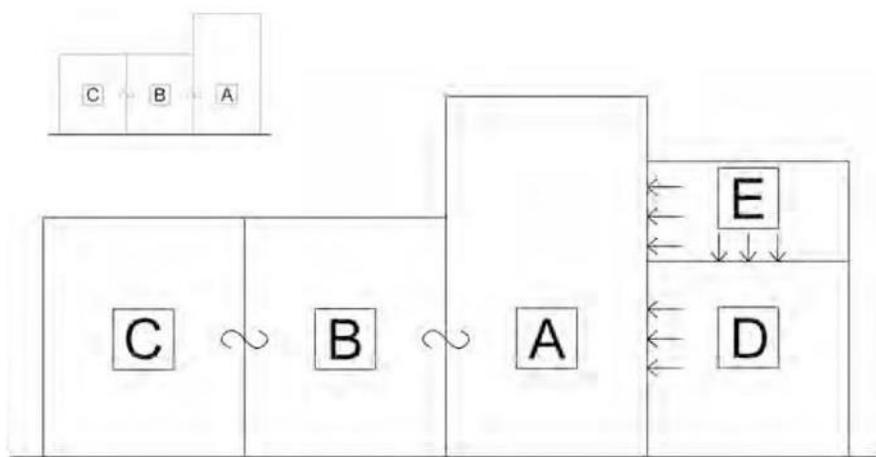
Analisi stratigrafica degli elevati

- rapporto stratigrafico di sovrapposizione/affiancamento (si appoggia a) - caso b).

Si verifica quando un corpo di fabbrica viene addossato ad uno precedente.

Tale rapporto può verificarsi sia in senso verticale che orizzontale.

Al primo caso sono assimilabili tutti i tipi di costruzione in aderenza, al secondo la sopraelevazione. Nel caso illustrato in figura, la US(D) e la US(E) si appoggiano alla US(A), e dunque possono essere ritenute posteriori. Allo stesso tempo, la US(E) si appoggia alla US(D), con una stratificazione orizzontale di sopraelevazione, e dunque le è posteriore;



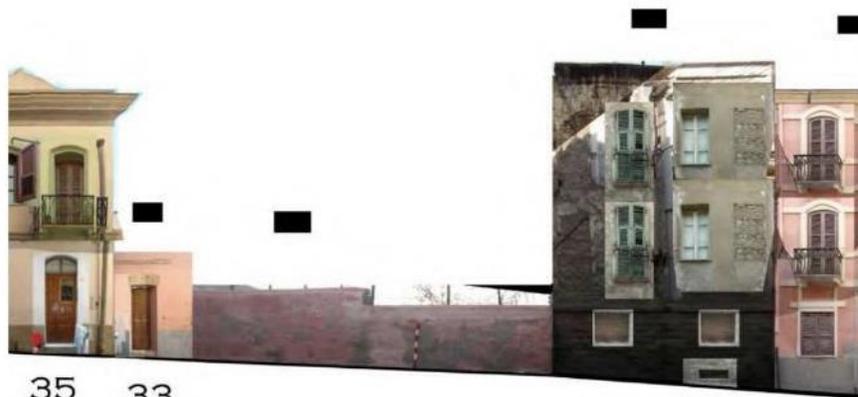
Cagliari – via Azuni. Evidenti rapporti di sovrapposizione/affiancamento per posteriorità costruttiva.

Analisi stratigrafica degli elevati

-- rapporto stratigrafico di interruzione, demolizione (taglia) - caso c).

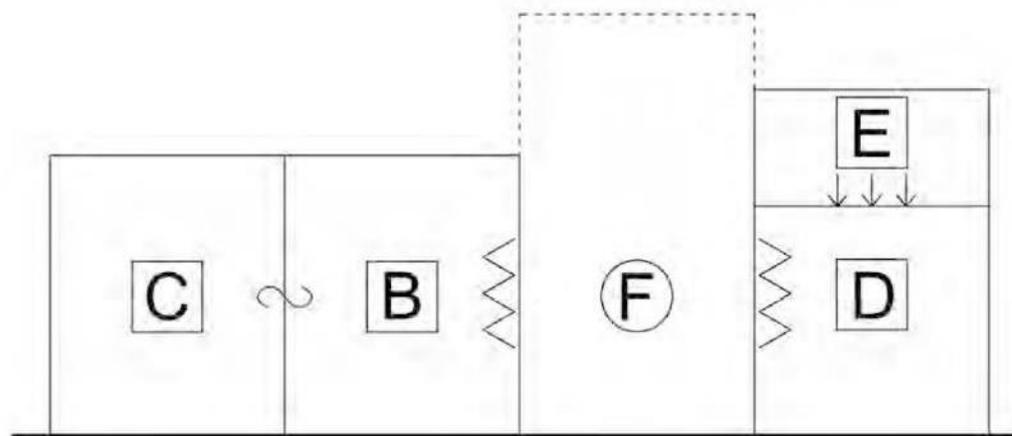
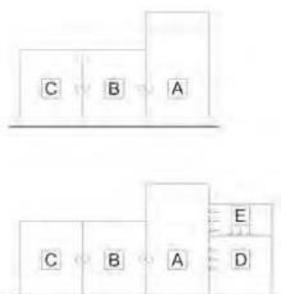
Anche in ambito urbanistico, si possono verificare unità stratigrafiche negative, che rappresentano un'azione di asporto di materia.

È quanto accade in seguito alla demolizione di uno o più corpi di fabbrica, sia che questa abbia portato alla **genesì di un vuoto urbano**, come l'unità (F) segnata in figura, sia che l'area corrispondente alla lacuna sia stata successivamente interessata da un riempimento;



35 33

Cagliari – via Santa Restituta. Evidenti rapporti di interruzione per demolizioni (unità stratigrafica negativa).

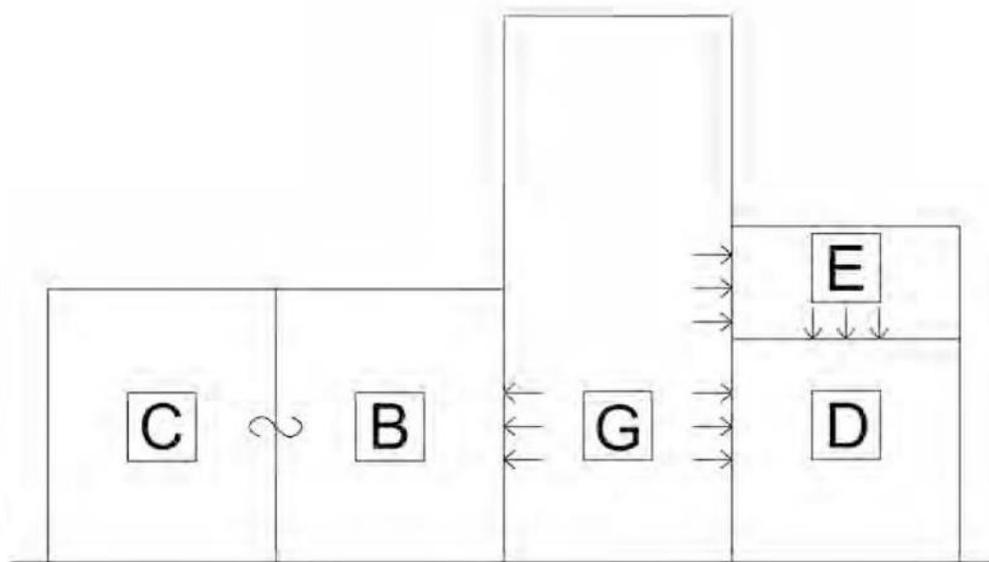


Analisi stratigrafica degli elevati

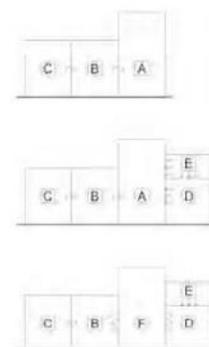
-- rapporto stratigrafico di riempimento (riempie) - caso d).

Si tratta tipicamente del fenomeno della sostituzione edilizia, ovvero della costruzione di fabbricati all'interno di vuoti generanti una unità stratigrafica negativa.

L'US (G) che nello schema riempie la US (F), le è dunque necessariamente posteriore;



Cagliari - via Buragna. Evidenti rapporti di riempimento per sostituzione edilizia.



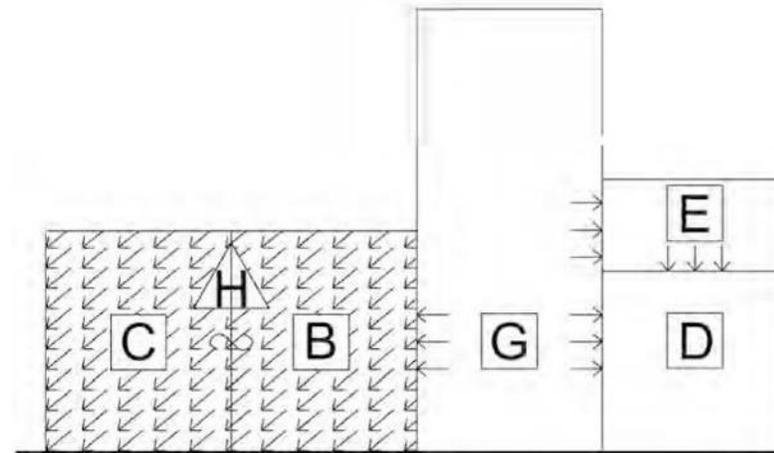
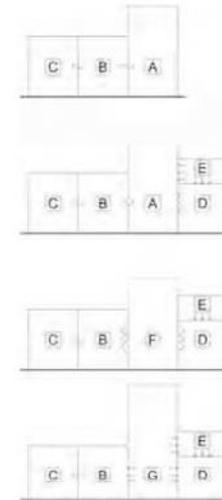
Analisi stratigrafica degli elevati

- rapporto stratigrafico di copertura (copre) – caso e).

Accade spesso di ritrovare superfici stratigrafiche “false”, ovvero generate da una unità stratigrafica di superficie che copre i reali rapporti stratigrafici dei corpi di fabbrica.

La US(B) e la US(C) in figura, in continuità tra loro, sono coperte dalla US(H) che non ne consente più una facile lettura come due unità distinte, non consentendo dunque più apprezzare se esse siano essere legate da rapporto di contemporaneità o di connessione a posteriori.

Il riconoscimento delle unità di copertura è di grande interesse nello studio dei centri storici, in quanto consente di evitare gli errori di datazione derivanti da una lettura limitata alle superfici *architettoniche* e ai relativi caratteri formali, piuttosto che spinta all'approfondimento delle effettive relazioni cronologiche tra rivestimenti e strutture.



Cagliari – via Azuni. Evidenti rapporti di copertura per accorpamenti edilizi.

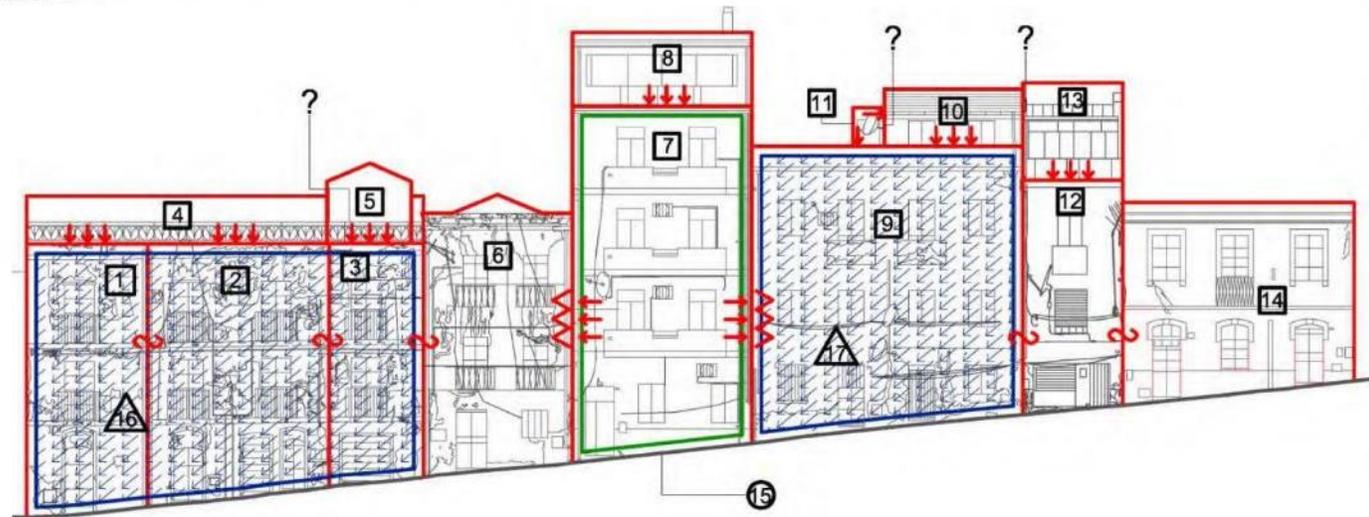
Analisi stratigrafica degli elevati

- *Analisi stratigrafica urbanistica della via
Buragna – numeri civici pari*



Analisi stratigrafica degli elevati

- *Analisi stratigrafica urbanistica della via
Buragna – numeri civici pari*



Bibliografia specifica

G.P. BROGIOLO, *Archeologia dell'edilizia storica*, Como 1988

F. DOGLIONI, *Stratigrafia e restauro. Tra conoscenza e conservazione dell'architettura*, Trieste 1997

A. BOATO, *L'archeologia in architettura. Misurazioni, stratigrafie, datazioni, restauro*, ed. Marsilio, Venezia 2008.

D.R.FIORINO, "*L'analisi stratigrafica degli elevati alla scala urbana e architettonica*", contenuti in C. GIANNATTASIO, *La conoscenza e la datazione dell'edilizia tradizionale*, in G.G.ORTU, A.SANNA (a cura di), *Atlante delle culture costruttive della Sardegna. Approfondimenti*, ed. DEI Tipografia del Genio Civile, Roma 2009, cap. 10, pp. 78-83 (di 57-100).

D.R.FIORINO, *La stratigrafia urbana*, in C. GIANNATTASIO, P. SCARPELLINI (a cura di), *Proposte per Stampace. Idee per un piano di conservazione del quartiere storico cagliaritano*, ed. Gangemi, Roma 2009, pp. 69-74.

D.R.FIORINO, *San Fruttuoso di Capodimonte. Studi, restauri, allestimenti museali*, ed. Ggallery, Genova 2012.

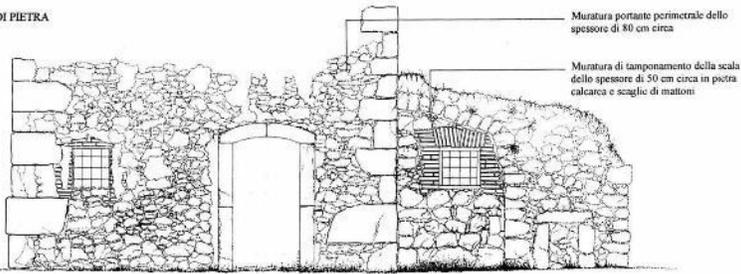
La manualistica del recupero e le caratterizzazioni costruttive locali



A cura di F. Di Naccio, M. Loi, V. Russi Roma 2004

MURATURA IN BOZZE DI PIETRA

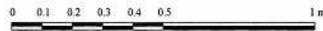
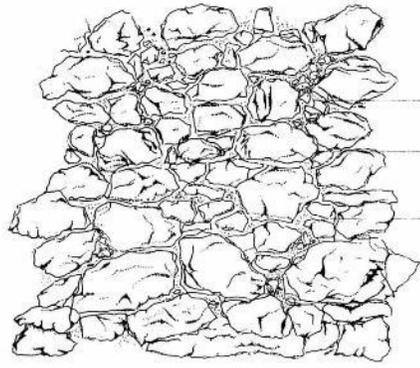
Muratura in pietra calcarea: il materiale viene reperito nelle campagne e nelle cave limitrofe. L'apparecchio si compone prevalentemente di elementi grossi, irregolari, posti di punta, ingranati e assati, e da elementi medio-piccoli e scaglie con funzione di riempimento di vani, di ripianamento.



PARTE DI PROSPETTO

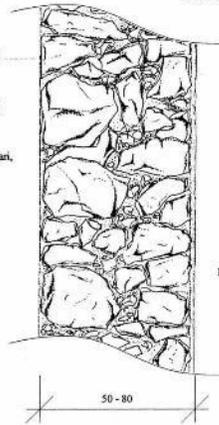


PARAMENTO ESTERNO

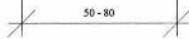


Malta di calce e sabbia
Frammenti di pietrame e malta grossa
Orizzontamenti irregolari, ad andamento sub-orizzontale
Scaglie di pietra di riempimento

SEZIONE VERTICALE



Intonaco interno



CANTONALE SINISTRO, lato su via La Fonte

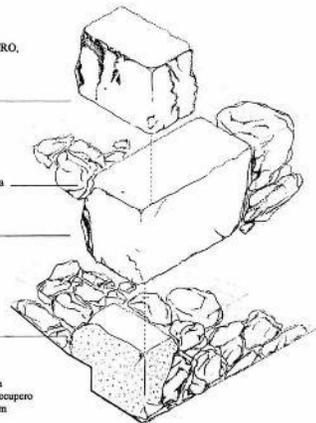
Filare 3

Bloccetti di pietra calcarea di recupero

Filare 2

Filare 1

Cantonale del piano terra realizzato con pietre di recupero dimens. 60-90 x 46-55 cm



Il cantonale è realizzato con pietre squadrate, posizionate a filo con la muratura.

I conci, con dimensione prevalente nella lunghezza, sono sovrapposti in modo alternato per garantire la realizzazione dell'ammorsatura delle pareti ortogonali e la rifinitura ornamentale dell'angolo.

Rifinitura della superficie con bocciarda.

I conci entrano nel muro per circa 1/3 del loro spessore.

Cantonale del primo piano dimens. 28-50 x 20-36 cm

CANTONALE DESTRO, lato su via La Fonte

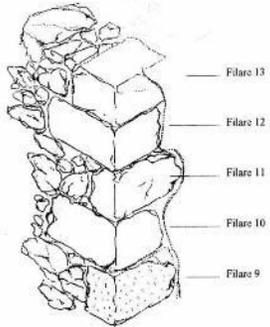
Filare 13

Filare 12

Filare 11

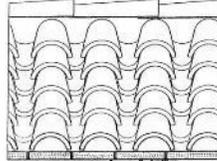
Filare 10

Filare 9

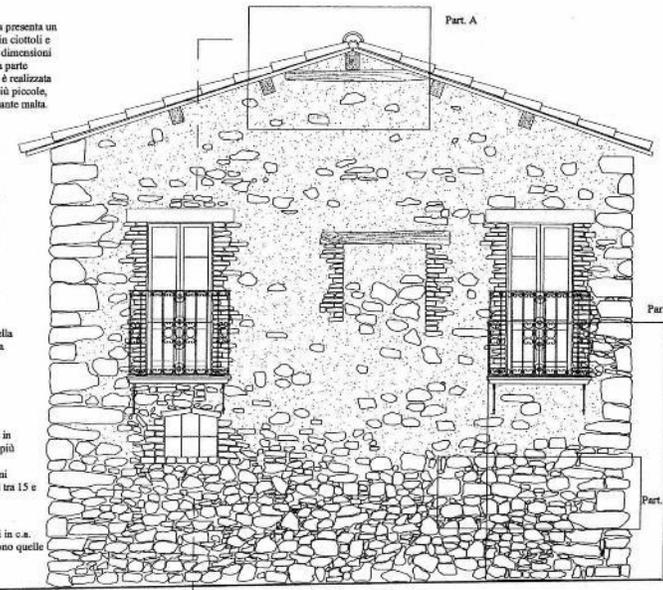


Silvia Marinelli

PIANTA DELL'EDIFICIO



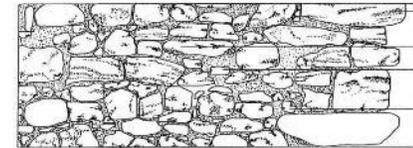
La muratura presenta un basamento in ciottoli e pietrame di dimensioni maggiori; la parte sovrastante è realizzata con pietre più piccole, con abbondante malta.



PROSPETTO DELLA MURATURA

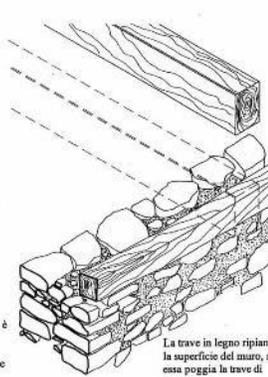


PARTICOLARE C



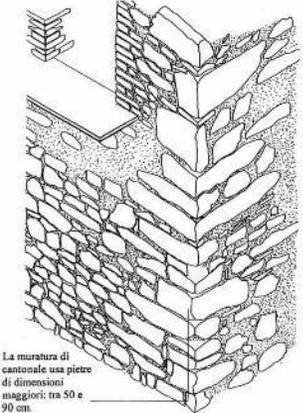
Pietra arenaria.
Pietra calcarea.
Laterizio.
Ciottoli di fiume speccati.

PARTICOLARE ASSONOMETRICO A



La trave in legno ripiana la superficie del muro, su essa poggia la trave di copertura.

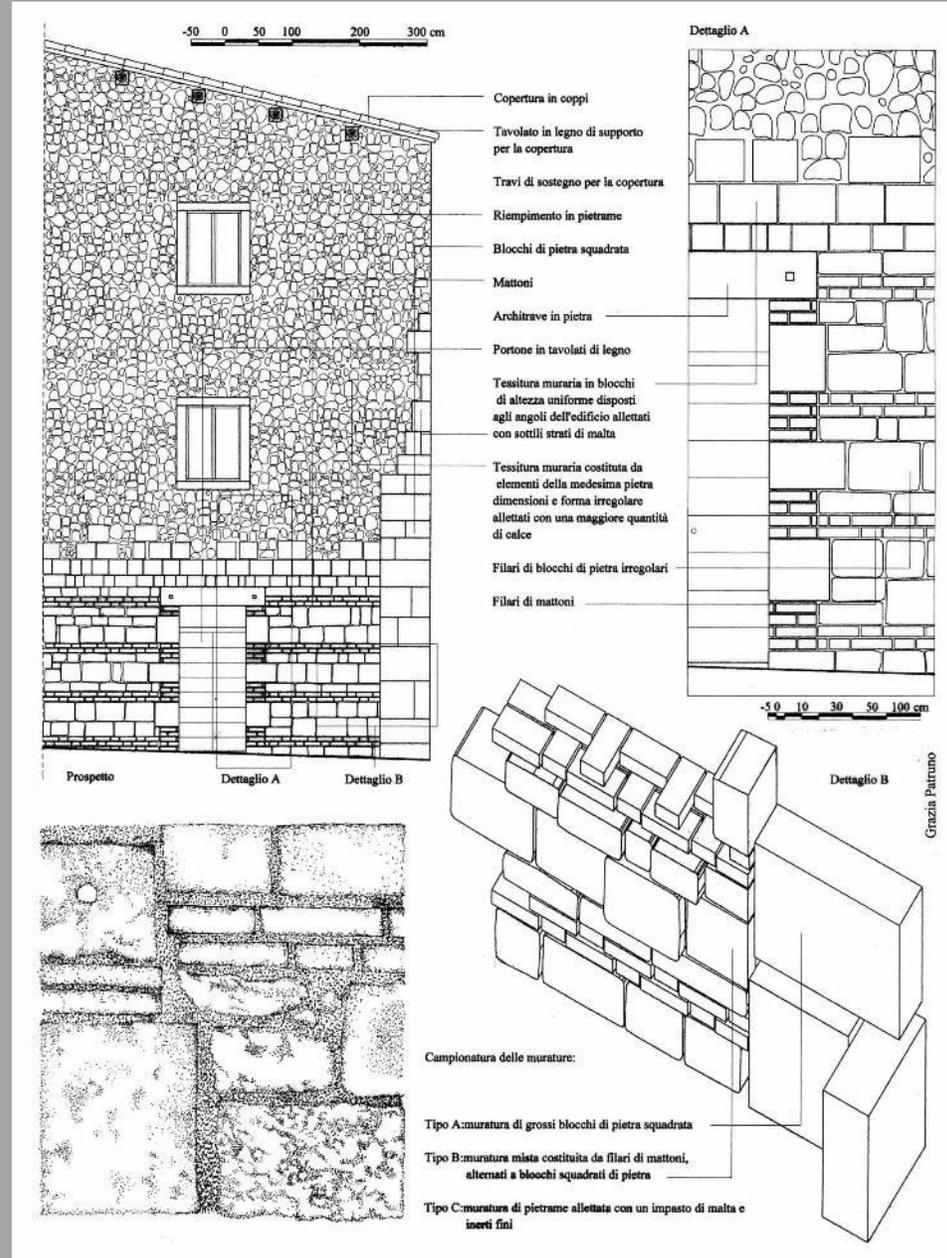
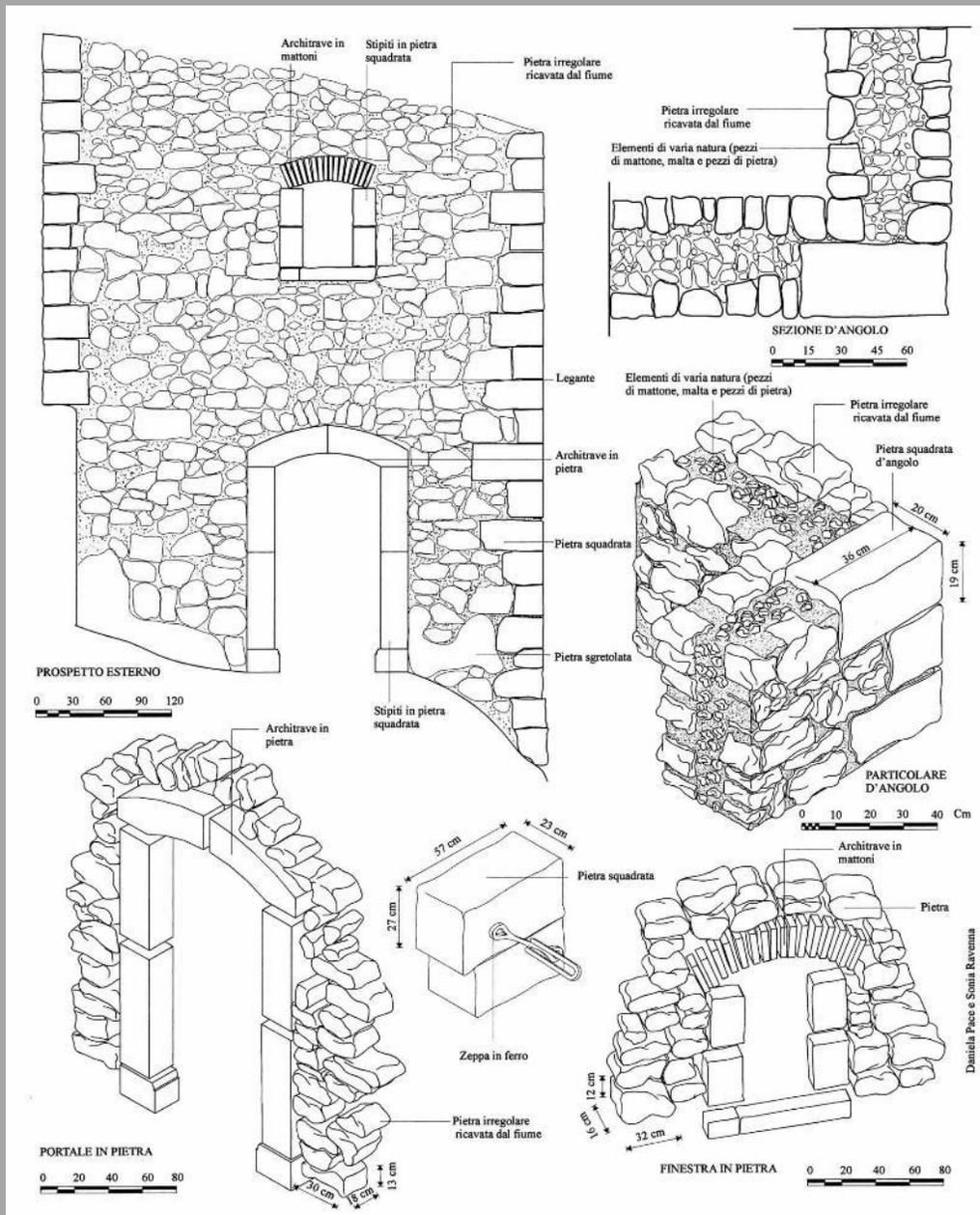
ASSONOMETRIA DEL CANTONALE PART B



La muratura di cantonale usa pietre di dimensioni maggiori: tra 50 e 90 cm.

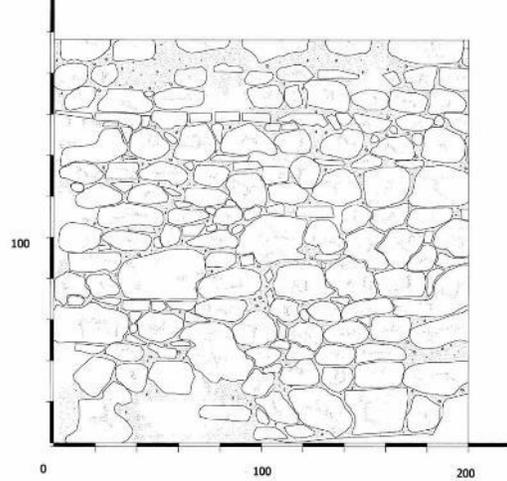
Chiara Croce

SEZIONE DELLA MURATURA

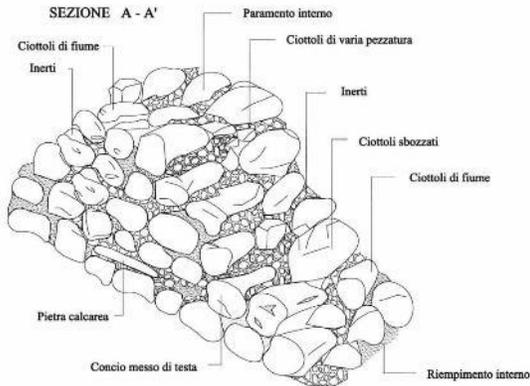
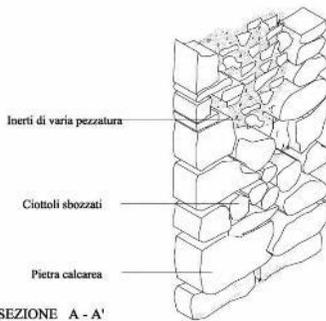
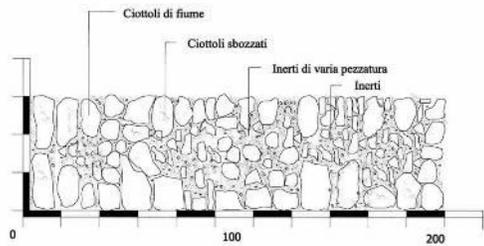
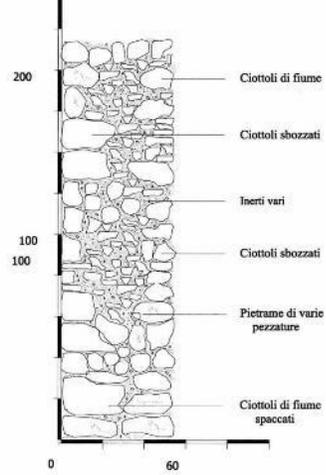


Muratura a sacco di spessore 60 cm. La parte corticale è costituita da ciottoli di fiume con qualche ricorso di pietra calcarea. Il nucleo interno costituito da terra, ciottoli di fiume e materiale di scarto.

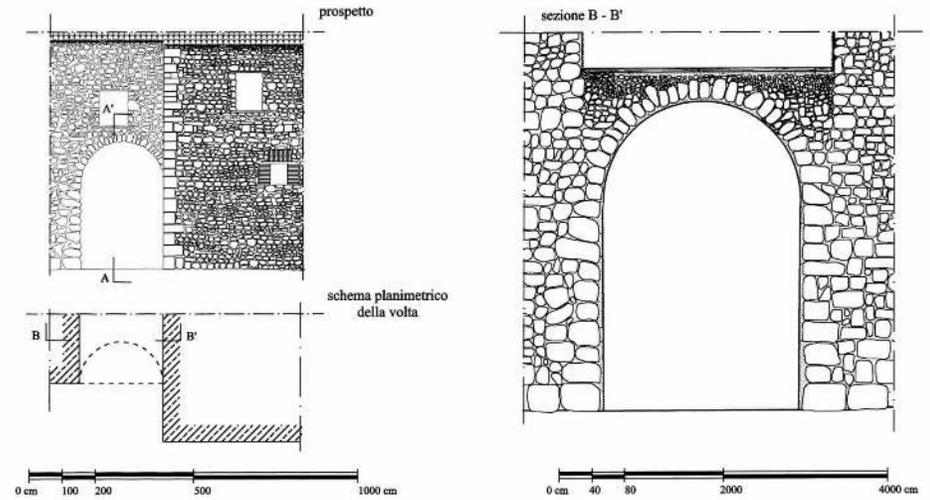
PROSPETTO MURATURA



SEZIONE B - B'



Paquale Mastrobuono



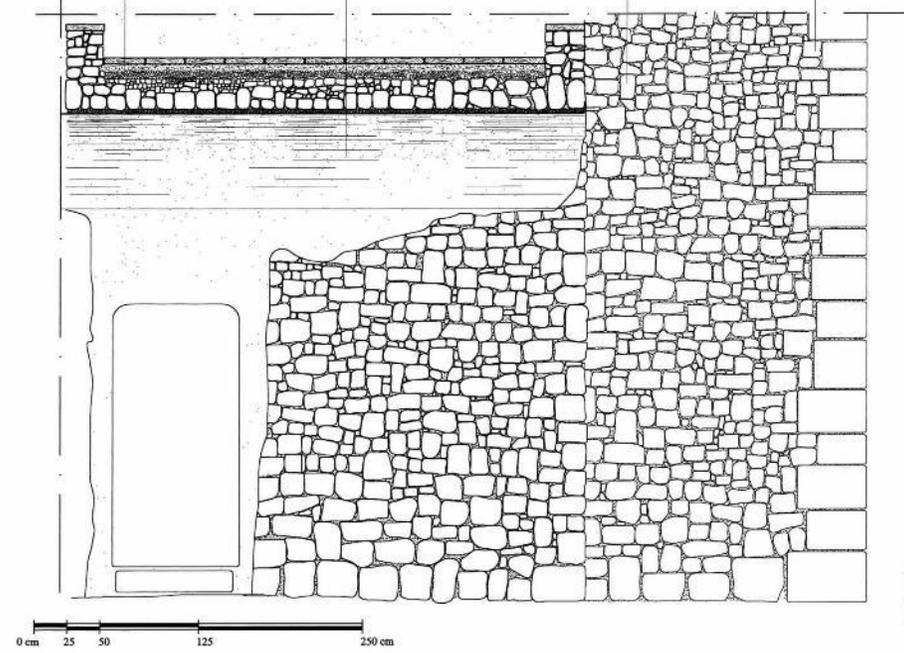
sezione A - A'

Il solaio è formato da uno strato di pietra sbazzata, uno strato di materiale di riempimento, uno di terriccio e uno strato di tavolato.

La volta è fatta con ciottoli di pietra sbazzata; l'intradosso è ricoperto con uno strato di arriccio fatto con sabbia, acqua e pietra locale tritata.

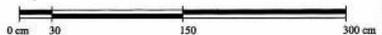
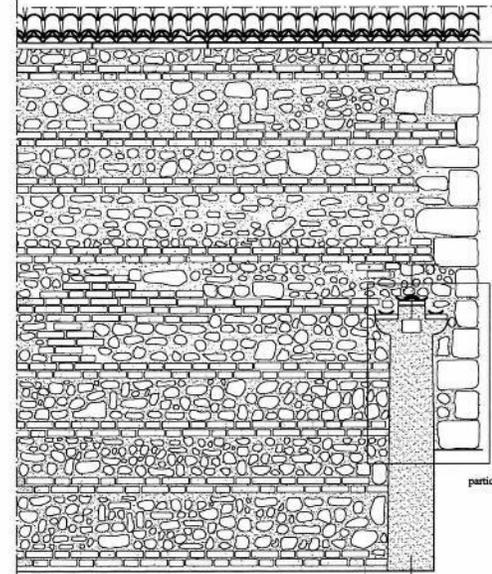
La muratura è in ciottoli di pietra della Maiella provenienti da cave locali.

L'angolo della muratura è rinforzato con conci di pietra della Maiella

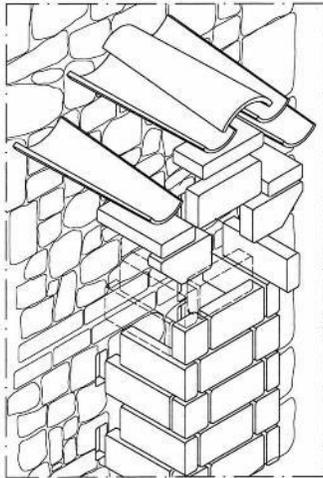


Stefano Tanzi

Prospetto della parete

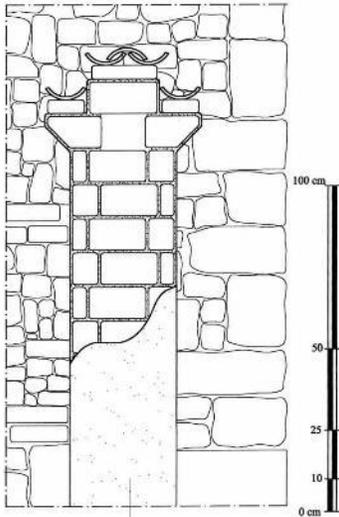


Rappresentazione assonometrica della muratura in pietra e mattoni



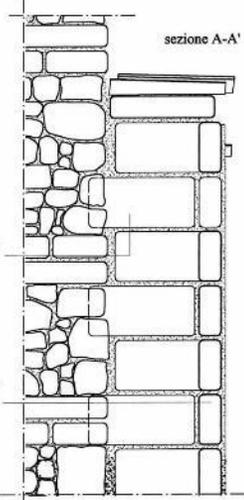
ricorsi orizzontali in laterizio

particolare A



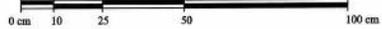
i mattoni laterali e i mattoni frontali della canna fumaria sono rivestiti con intonaco

sezione A-A'

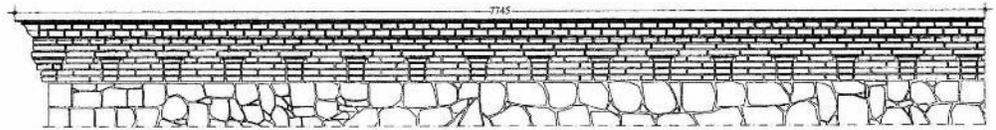


i mattoni laterali sono incastrati nella parete

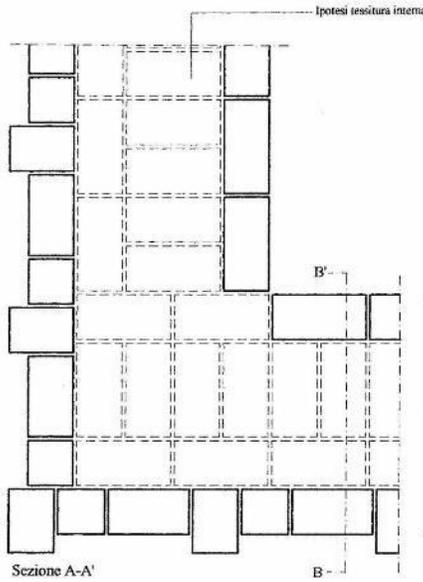
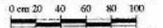
i mattoni frontali sono fissati tra loro con la malta



Stefano Ruffa

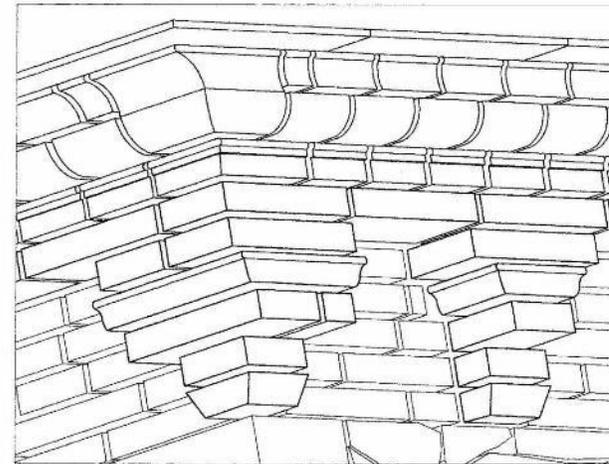


Prospetto

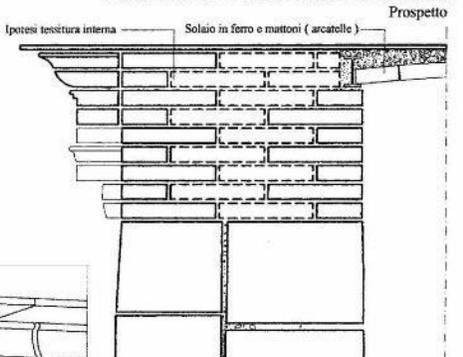
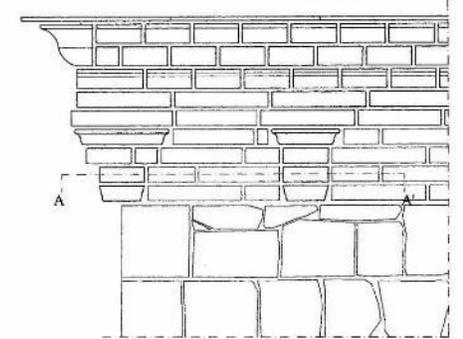


Sezione A-A'

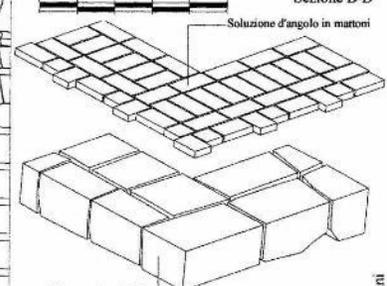
B-B'



Assonometria cornicione



Sezione B-B'



Muratura in pietra

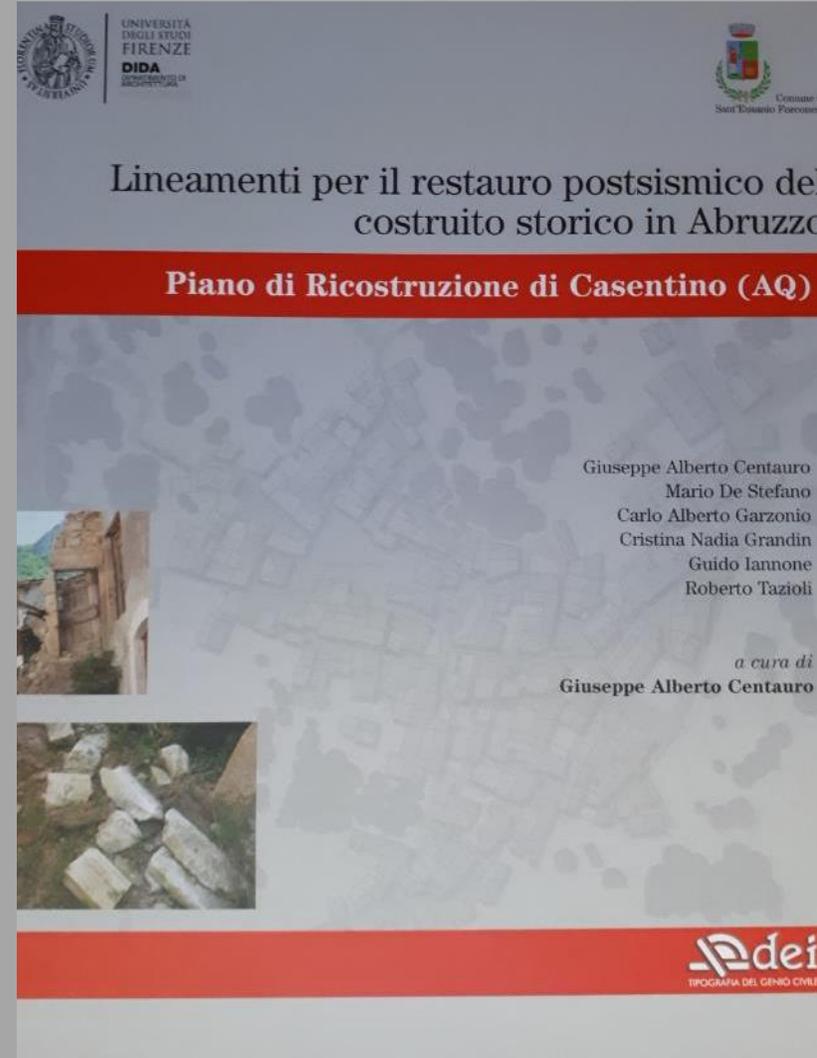
Assonometria attacco pietra-mattoni

Ezio Settanni

Lo studio della qualità murarie nel restauro postsismico



A cura di F. Gurrieri,
Roma, 1999



A cura di G.A. Centauro,
Roma, 2014

Il terremoto è *“un genere di male contro cui si è autorizzati a servirsi della precauzione”*

E. Kant (riferendosi al catastrofico terremoto di Lisbona del 1755 che causò 60.000 morti)

“ ... la muratura detta ordinaria è quella consistente nella unione di pietre squadrate, di dimensioni “giuste” o piuttosto tendenti al grande, di modo che le linee risultino rette e disposte esattamente orizzontali e verticali. Nessuna struttura è più solida e resistente di questa”

L.B. Alberti De re edificatoria Libro VI cap. III

Area di studio analisi



Borgo Casentino
(AQ)

Lo studio
dell'apparecchio
murario per
l'analisi
qualitativa





Recupero delle matrici murarie dell'edilizia storica nel restauro postsismico

CASI STUDIO NEL CRATERE AQUILANO



Il centro storico di Sant'Eusanio Forconese



e la frazione di Casentino (borgo rurale di origine medievale)

CASI STUDIO NEL CRATERE AQUILANO

Sant'Eusanio Forconese (AQ) : la messa in sicurezza dei manufatti e l'avvio (lento) delle procedure d'intervento per la ricostruzione



Esempi di saggi parietali su edifici lesionati in aree compromesse da interventi pregressi



Sant'Eusanio Forconese: il centro storico del capoluogo, al pari di quello di Casentino, è stato oggetto di impropri interventi di ristrutturazione

Il degrado delle malte private dell'originaria ventilazione e permeabilità al vapore



Gli accertamenti diagnostici con martinetti piatti su elementi murari o, più semplicemente, con campionature per la caratterizzazione delle malte di allettamento, hanno evidenziato il diverso comportamento e la compromissione della resistenza meccanica nelle malte sottoposte a condizioni d'esercizio diverse da quelle originarie, legate ad interventi ristrutturativi non compatibili da un punto di vista fisico-chimico, oltre che per natura materica e tipologia costruttiva.

Esempi di saggi parietali su edifici correttamente restaurati (si noti la buona tenuta delle malte)



Mu.1 MURATURA IRREGOLARE DI PIETRE DI STESSA NATURA, DIVERSA DIMENSIONE MA BEN APPARECCHiate

	<table border="1"> <tr> <td>AGGR. n.12</td> <td>BLOCCO n.1</td> <td>PARETE n.1</td> </tr> </table>	AGGR. n.12	BLOCCO n.1	PARETE n.1	<p>MURATURA IRREGOLARE DI PIETRE DI STESSA NATURA MA DIVERSA DIMENSIONE (grandi, piccole) MA BEN APPARECCHiate</p> <p>La muratura è realizzata con pietre di forme irregolari e dimensioni molto variabili. Ciò nonostante l'apparecchiatura muraria appare efficiente. Si può stimare un parziale effetto di collegamento trasversale.</p>	DESCRIZIONE
	AGGR. n.12	BLOCCO n.1	PARETE n.1			

	<p>s = tra 3 cm e 30cm h = tra 3 cm e 30 cm l = tra 3 cm e 45 cm</p>	FORME
--	--	-------

		PROSPETTO FOTO - SCHIZZO
--	--	--------------------------

		SEZIONE FOTO - SCHIZZO
--	--	------------------------

Mu.2 MURATURA MISTA DI PIETRE, CIOTTOLI, LATERIZI E DETRITI VARI

	<table border="1"> <tr> <td>AGGR. n.6</td> <td>BLOCCO n.22</td> <td>PARETE n.4</td> </tr> </table>	AGGR. n.6	BLOCCO n.22	PARETE n.4	<p>MURATURA MISTA DI PIETRE, CIOTTOLI, LATERIZI E DETRITI VARI</p> <p>La muratura è costituita da blocchi di pietra di vario genere, ciottoli e laterizi: la tessitura muraria è caotica con assenza di filari orizzontali, diaconi e sfasamento dei giunti verticali. La malta è scadente.</p>	DESCRIZIONE
	AGGR. n.6	BLOCCO n.22	PARETE n.4			

	<p>s = tra 10 cm e 23 cm h = tra 4 cm e 29 cm l = tra 5 cm e 25 cm</p>	FORME
--	--	-------

		PROSPETTO FOTO - SCHIZZO
--	--	--------------------------

		SEZIONE FOTO - SCHIZZO
--	--	------------------------

Mu.3.1

MURATURA MISTA DI PIETRE DI MEDIE, PICCOLE DIMENSIONI, CON PRESENZA DI GIUNTI DI MALTA DI GRANDE SPESSORE

	<table border="1"> <tr> <td>AGGR. n. 13</td> <td>BLOCCO n. 13</td> <td>PARETE n. 2</td> </tr> </table>	AGGR. n. 13	BLOCCO n. 13	PARETE n. 2	
	AGGR. n. 13	BLOCCO n. 13	PARETE n. 2		
<p>MURATURA MISTA DI PIETRA DI DIMENSIONI MEDIO, PICCOLE, CON PRESENZA DI GIUNTI DI MALTA DI GRANDE SPESSORE.</p> <p>La muratura è realizzata con pietre di vario tipo (anche scaglie di laterizio) e diversa dimensione con apparecchiatura irregolare. La malta raggiunge spessori molto ampi che vanno a sostituirsi alle pietre.</p>	DESCRIZIONE				
	<p>s = tra 20 e 40 h = tra 3 e 25 l = tra 2 e 43</p>	FORME			
		PROSPETTO FOTO - SCHIZZO			
		SEZIONE FOTO - SCHIZZO			

Mu.3.2

MURATURA CAOTICA IN PIETRE IRREGOLARI DI DIMENSIONI MEDIO PICCOLE CON PRESENZA DI RICORSI ORIZZONTALI DI LATERIZIO

	<table border="1"> <tr> <td>AGGR. n. 6</td> <td>BLOCCO n. 22</td> <td>PARETE n. 1</td> </tr> </table>	AGGR. n. 6	BLOCCO n. 22	PARETE n. 1	
	AGGR. n. 6	BLOCCO n. 22	PARETE n. 1		
<p>MURATURA CAOTICA IN BLOCCHI DI PIETRA IRREGOLARI DI DIMENSIONI MEDIO-PICCOLE CON PRESENZA DI RICORSI ORIZZONTALI DI LATERIZIO.</p> <p>Muratura che rappresenta una variante, ricorrente, della precedente [Mu3.1]. Si identifica per la presenza di filari orizzontali in laterizio intervallati da un passo di 1m,1,5m. E' propria di tipologie di accrescimento e superfetazioni di cellule primitive.</p>	DESCRIZIONE				
	<p>s = tra 4 e 30 h = tra 5 e 41 l = tra 7 e 50</p>	FORME			
		PROSPETTO FOTO - SCHIZZO			
		SEZIONE FOTO - SCHIZZO			

LINEE GUIDA DI RILIEVO, D'INDAGINE DIAGNOSTICA E MONITORAGGIO

Nelle procedure per la definizione degli interventi, relativamente all'edilizia storica, sono da includere le seguenti azioni:

- Monitoraggio delle condizioni conservative degli edifici colpiti dal sisma, privilegiando l'analisi autoptica dei materiali, degli apparecchi murari, degli apparati di finitura e decorativi: malte intonaci, sistemi di pitturazione e trattamento delle superfici;
- Studio delle malte e degli intonaci per il restauro dell'edilizia storica;
- Rilievo del colore e studio delle matrici cromatiche;
- Elaborazione di modelli materici per la rigenerazione dei materiali di risulta e per il rifacimento delle mancanze.

Per la parte strettamente diagnostica propedeutica alla definizione delle lavorazioni per il restauro:

- Studio della vulnerabilità morfo-tipologica e materica dell'edilizia storica da porre in relazione alle problematiche della riabilitazione strutturale e del restauro architettonico.
- Analisi alla scala urbana con il supporto tecnico-scientifico di innovative metodiche di rilievo per il restauro con elaborazioni di fotopiani e l'applicazione, in fase di sperimentazione, di programmi informatici appositamente sviluppati per lo scopo.
- Prelievo ed analisi di campioni materici (malte ed intonaci, film pittorico, ecc.).
- Realizzazione di campioni materici e modelli applicativi sperimentali (in corso di attuazione).
- Sviluppo di ricerche e progetti di riqualificazione urbana.
- Ricerca delle matrici cromatiche del luogo con studio della tavolozza dell'edilizia storica.
- Valutazione della recuperabilità dei materiali di risulta per il restauro dei manufatti, con reimpiego di elementi rimossi o caduti a terra e prove di rigenerazione di malte ed intonaci.

Reperti lapidei di antico reimpiego, ordinati a terra e campione stratigrafico di intonaco



Campionamento dei materiali in correlazione con le cave di calcari ed inerti utilizzate



Selezione degli inerti e sabbie contenute nelle malte storiche (litotipi di Poggio Picenze) e preparazione delle malte



Realizzazione di prototipi di malte rigenerate per l'applicazione (fase sperimentale di studio)



