Polski Komitet Narodowy Międzynarodowej Rady Ochrony Zabytków ICOMOS

Fondazione Romualdo del Bianco

Sapienza Università di Roma

Politechnika Lubelska

Universidad Politécnica Madrid

Vilnius Gediminas Technical University

Fondazione Flaminia per l'Università in Romagna

Sustainable Urban Rehabilitation in Europe

Methodological approach to conservation

Erasmus+

Sustainable Urban Rehabilitation in Europe

3rd Semester

Susana Mora Alonso-Muñoyerro
Ignacio Mora Moreno
David E. García García
M. Carolina Hernández Martínez
Camila Burgos Vargas

Methodological Approach to Conservation: Physical Approach

2 ECTS

SH

Sustainable Heritage

Erasmus+

SURE
SUSTAINABLE URBAN REHABILITATION IN EUROPE

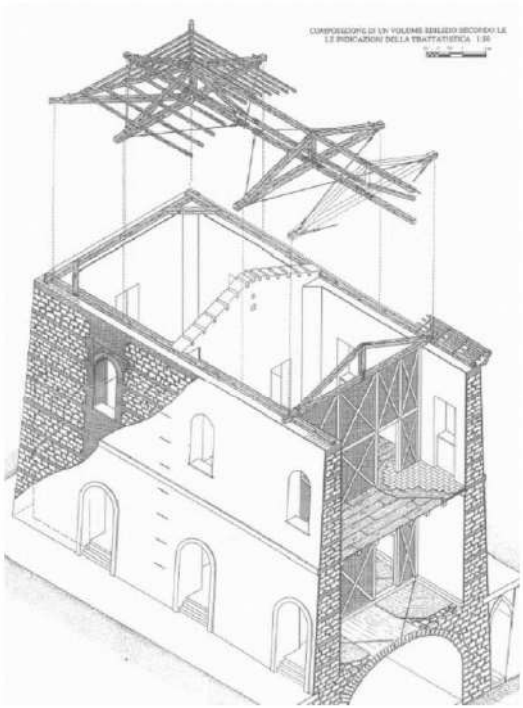
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Sustainable Urban Rehabilitation in Europe

Methodological Approach to Conservation: Physical Approach

1. Introduction to Methodological Approach
2. Geometrical Survey
3. Geometrical Survey: traditional method
4. Geometrical Survey: new tools
5. Material Survey.
6. **Mechanical Survey.**
7. Damage maps I: degradation problems
8. Degradation types.
9. Damage maps II: fissure and crack problems
10. Damage maps III: moisture problems
11. Damage tests on masonry constructions I
12. Damage tests on masonry constructions II
13. Survey, maps and tests on wooden contruction.
14. Archaeology.
15. Stratigraphy.

Methodological Approach to Conservation: Physical Approach



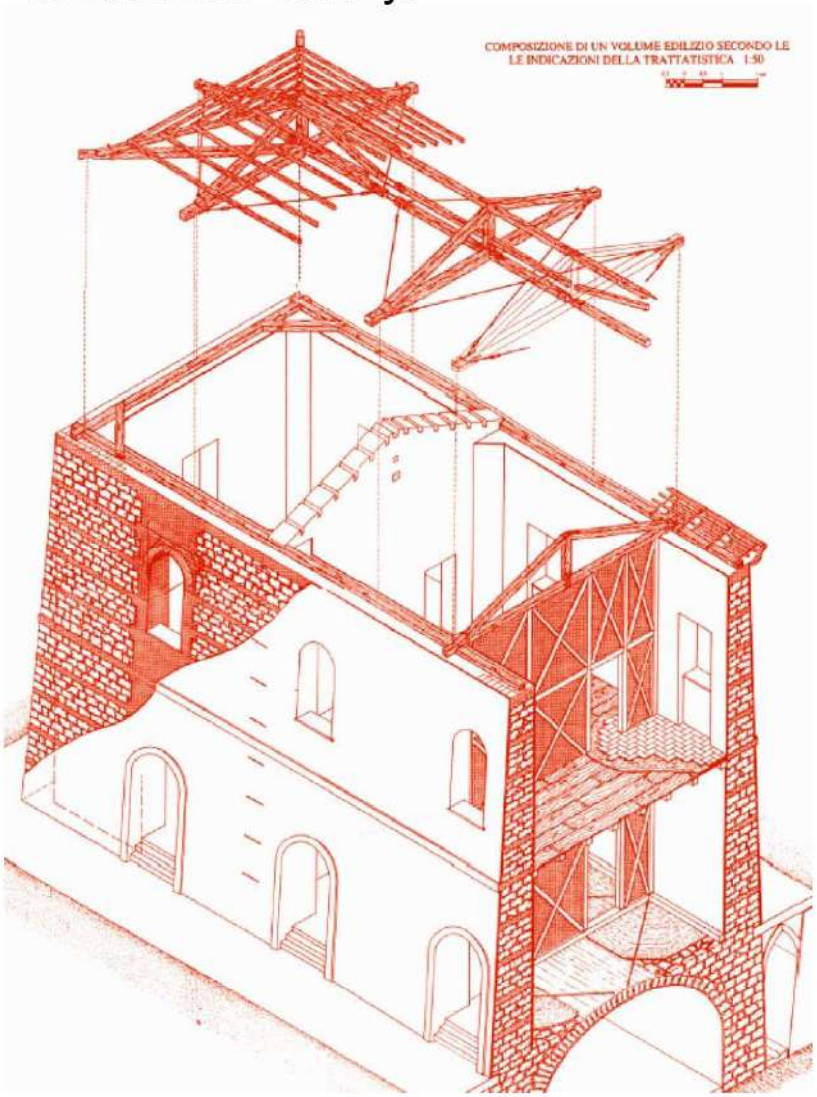
LESSON 06. MECHANICAL SURVEY

Erasmus+

SURE
SUSTAINABLE URBAN REHABILITATION IN EUROPE

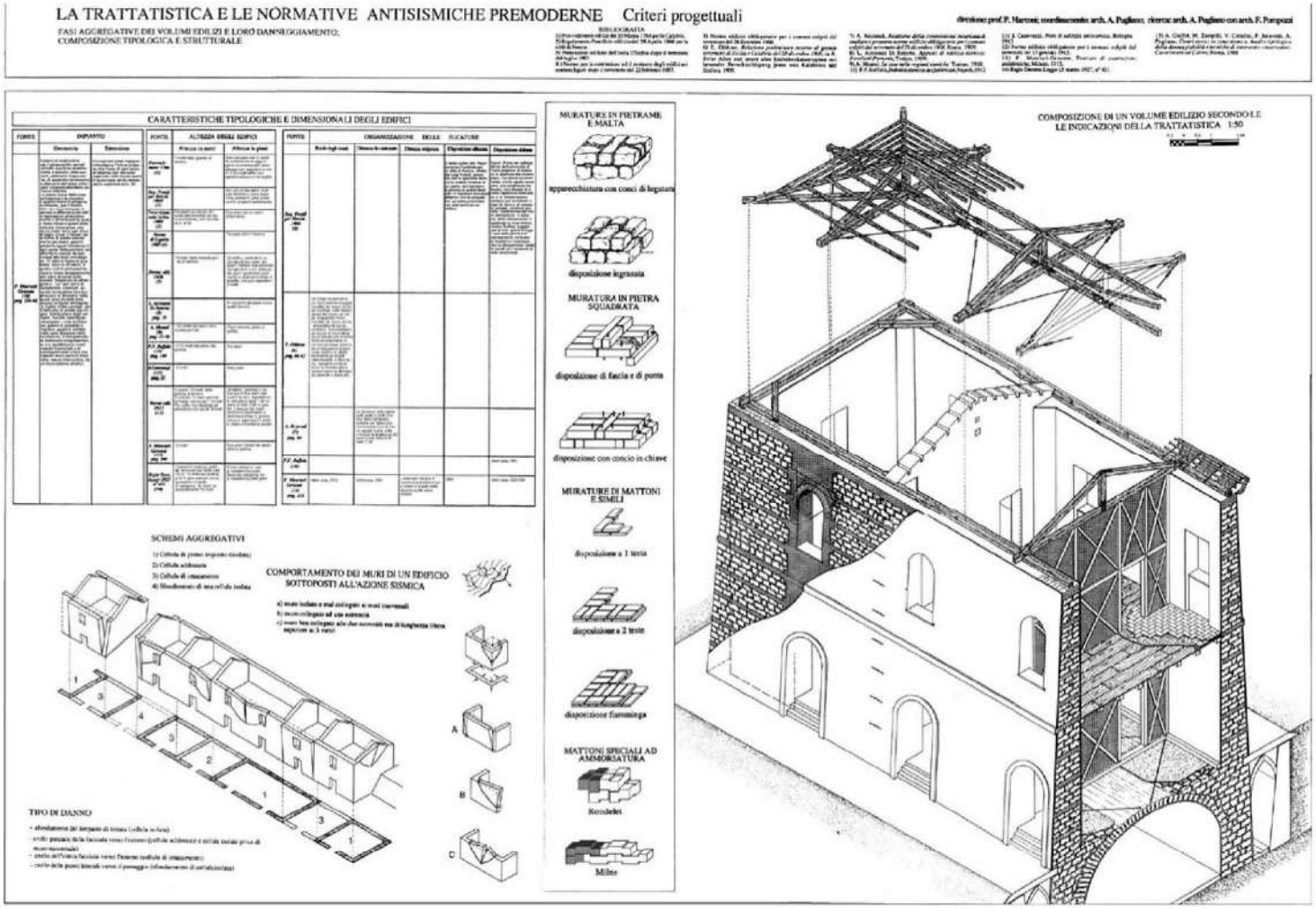
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Mechanical survey.



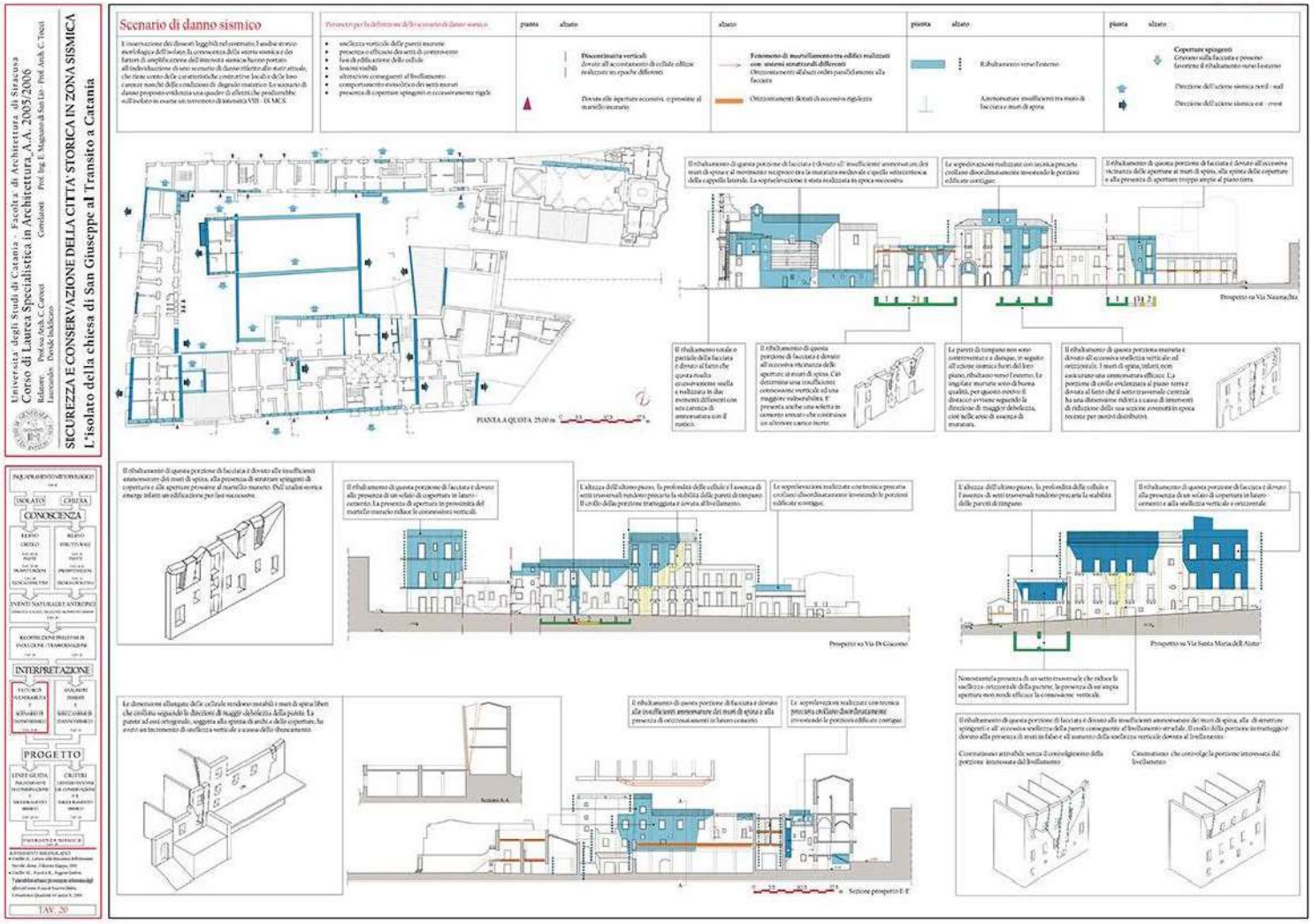
Composition of a building volume according to the indications of the treatises.

Mechanical survey.



General idea for the construction of a building with reference to a group of buildings as an «aggregate».

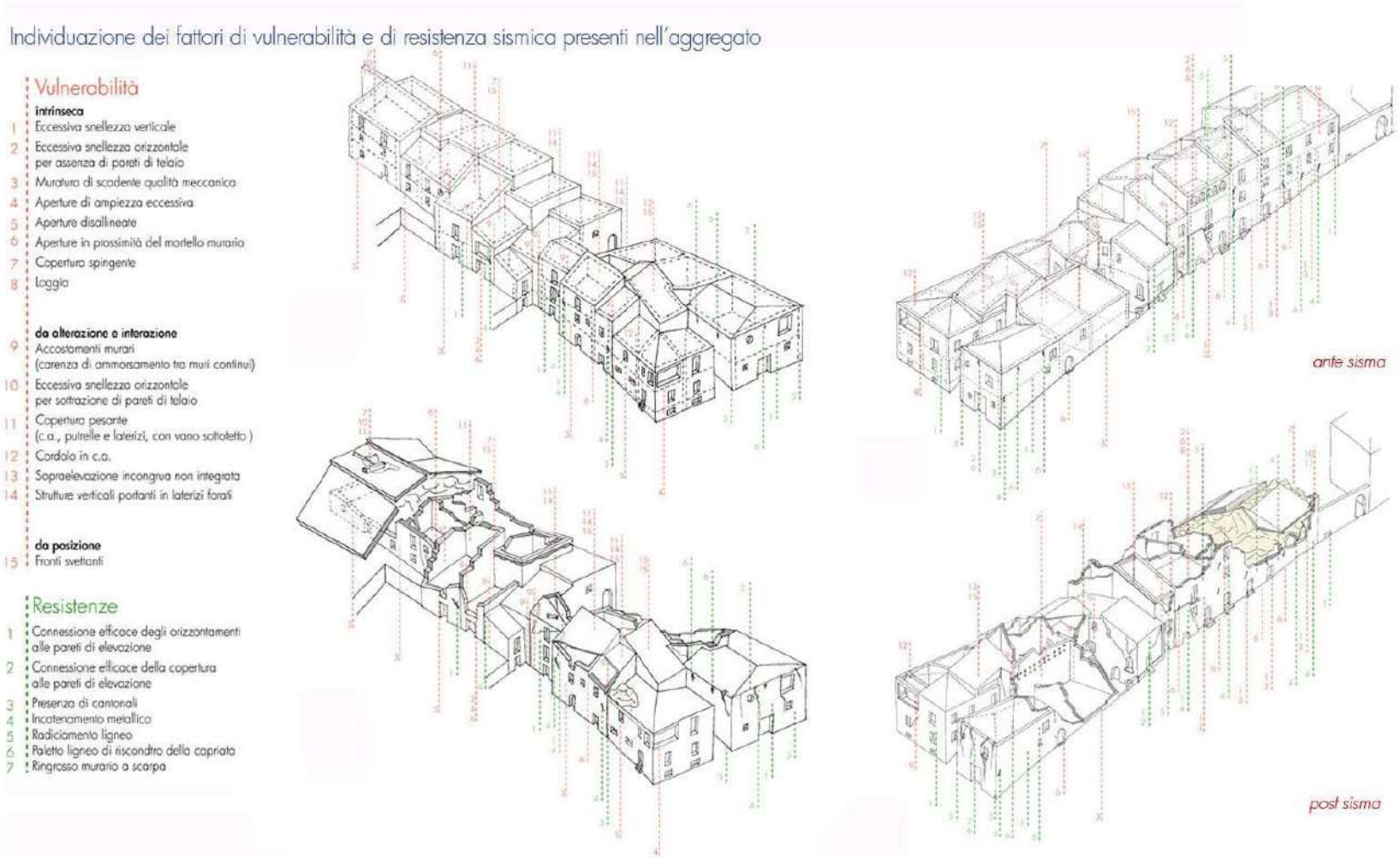
Mechanical survey.



Buildings taking part of an «aggregate».

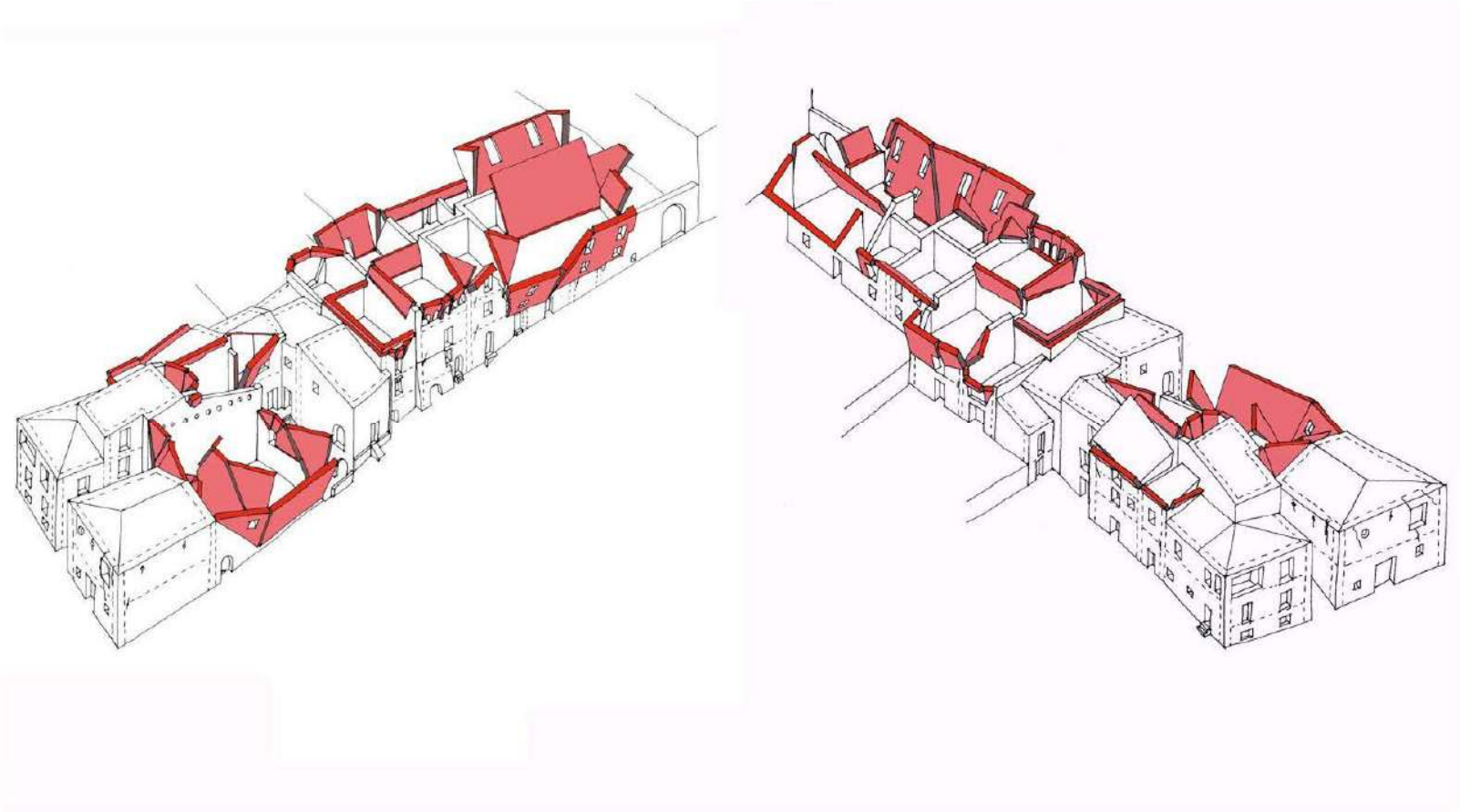
Mechanical survey.

General idea of an «aggregate».



Identification of the vulnerability and seismic resistance factors present in the aggregate.

Vulnerability and **Strengths**



Seismic damage scenario triggered by a macroseismic intensity of 9 degree MCS in the aggregate.

MECCANISMI DEL PRIMO MODO

I meccanismi di seguito riportati si riferiscono ad uno studio condotto su un edificio in muratura a tipologia scatolare semplice sulla base del rilievo degli stati fessurativi.
Il meccanismo di collasso descritto nella Fig. è il ribaltamento delle facciate principali che può innescarsi quando il sisma agisce in direzione perpendicolare rispetto alle facciate stesse. Generalmente avviene una rottura di questo tipo quando la parete in questione non è ben ammorsata al resto dell'edificio tramite i solai o catene metalliche.Nel caso di assenza di collegamenti l'equilibrio della facciata può essere schematizzato come indicato nel disegno. Gli ancoraggi possono essere dimensionati come descritto nella Fig. 22.

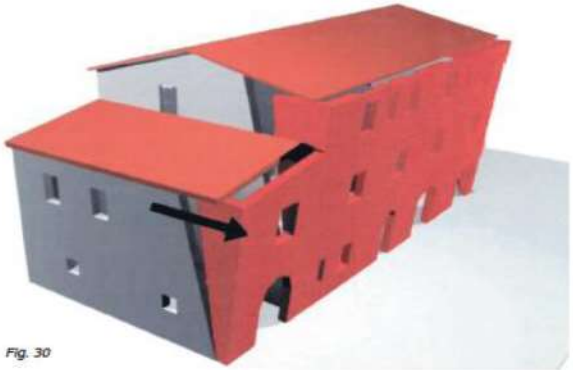


Fig. 30

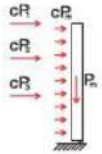


Fig. 31

a) Ribaltamento della facciata principale. I carichi concentrati sono le forze sismiche relative ai solai e possono essere calcolati con il metodo delle aree d'influenza; il carico distribuito rappresenta l'azione simica dovuta al peso proprio della parete

b) Ribaltamento delle murature della tettoia. Il meccanismo di collasso descritto rappresenta il ribaltamento delle murature della tettoia.Il metodo di verifica è lo stesso della Fig. 30

MECCANISMI DEL SECONDO MODO

a) Rottura a taglio.
Il meccanismo di collaso rappresentato nella figura descrive la rottura a taglio e rotazione nel proprio piano della parete di facciata. Tale cinematismo si innesca quando l'azione sismica agisce in direzione parallela alla parete stessa. le azioni sismiche complanari a ciascuna parete vengono schematizzate attraverso l'introduzione di forze orizzontali che, alle diverse quote, devono essere applicate in corrispondenza dei baricentri dei pesi. Il calcolo delle forze sismiche viene effettuato sempre secondo il metodo delle aree d'influenza.

MECCANISMI MISTI

a) Distacco di uno spigolo con rotazione delle murature.
Il meccanismo di collasso descritto nella figura mostra la rottura di una parete sia nel proprio piano che in quello ortogonale. Lo spigolo del fabbricato subisce un distacco e le murature si dividono in più parti ruotando intorno ad assi diversi.

b) Esempio di meccanismo misto.
La figura a lato rappresenta un ulteriore meccanismo di collasso del tipo misto. la muratura in esame si divide in tre parti, due delle quali rimangono nel proprio piano mentre la terza ruota intorno alla base ribaltando verso l'esterno.

Fig. 32

Fig. 33

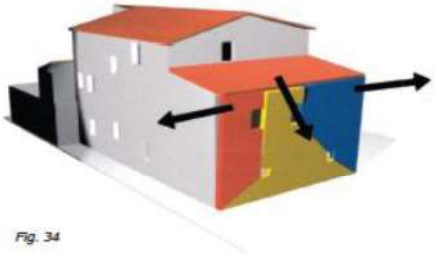
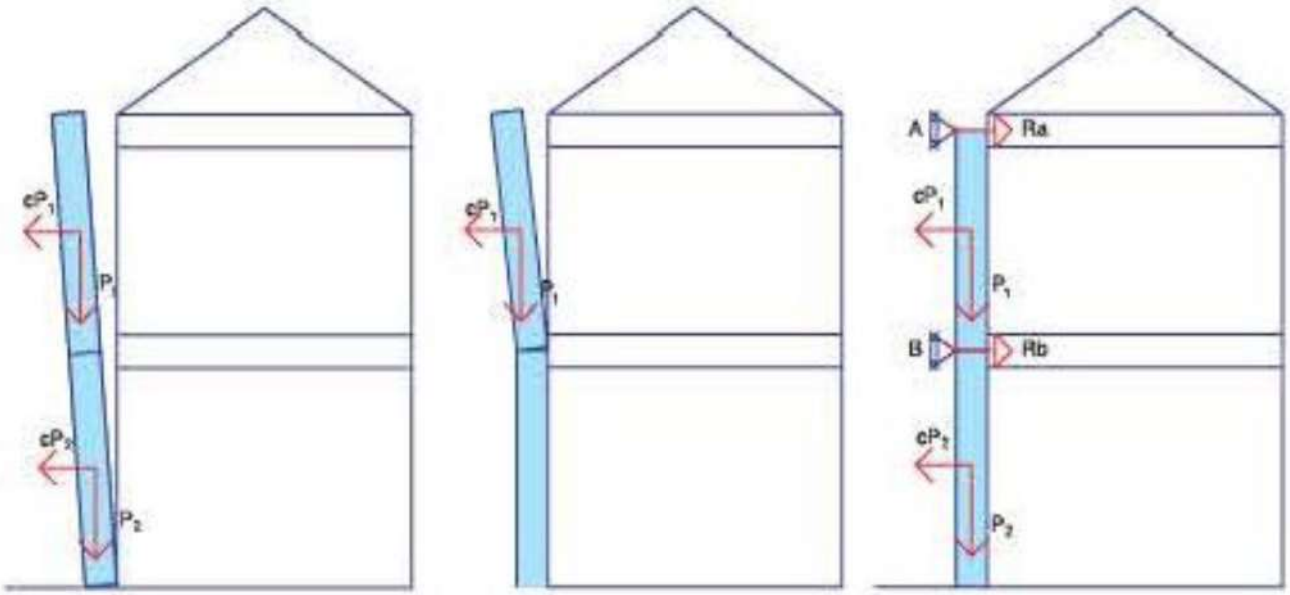


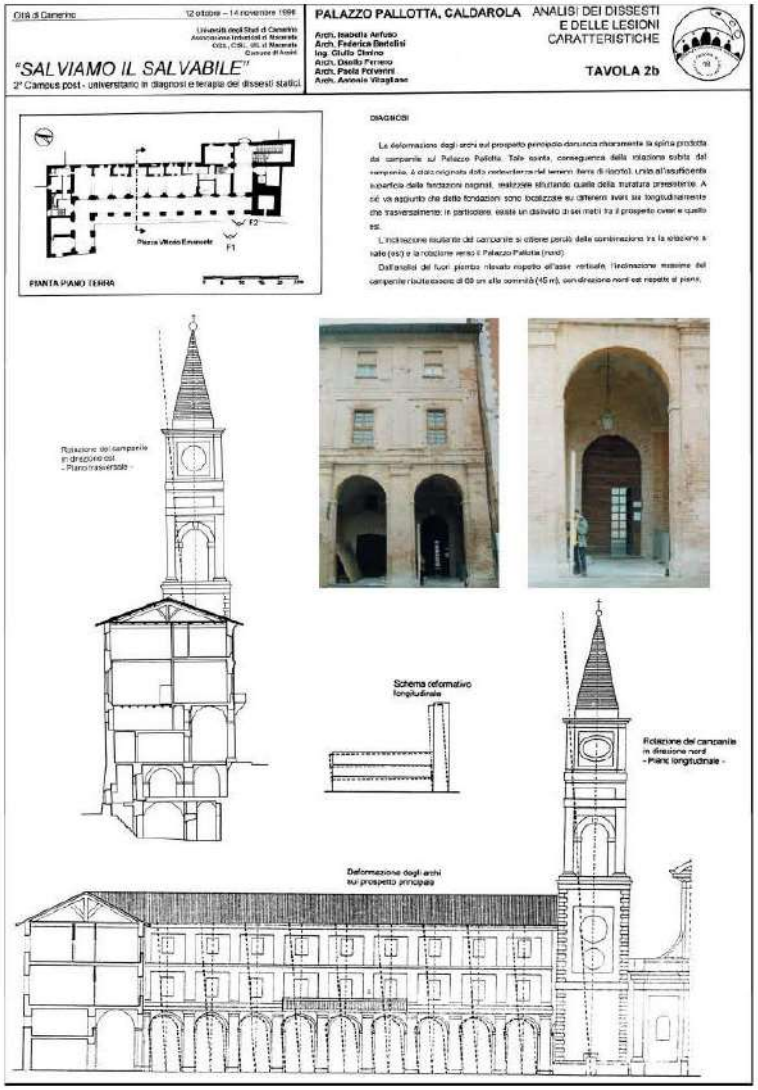
Fig. 34

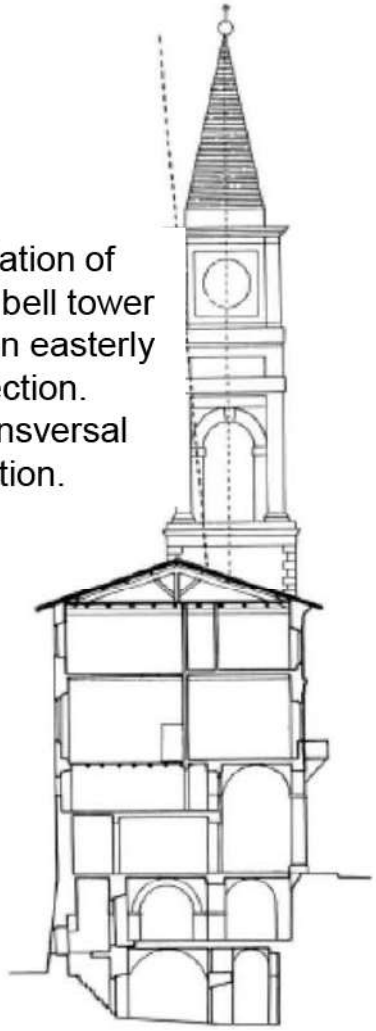
Different parts and damages in one aggregate.



Monolithic reversal of portions for a façade of a multi-storey building.

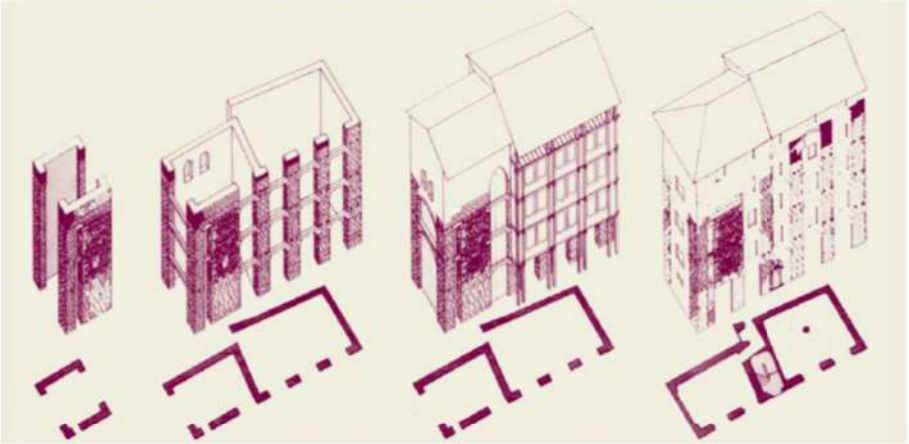
Different damages in relationship with the construction.



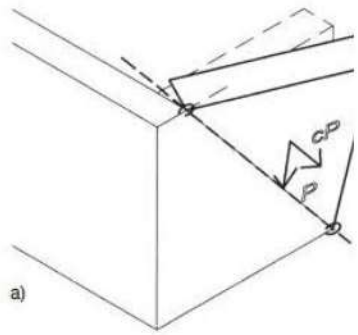


Rotation of the bell tower in an easterly direction. Transversal section.

Analysis of disruptions and characteristic damages



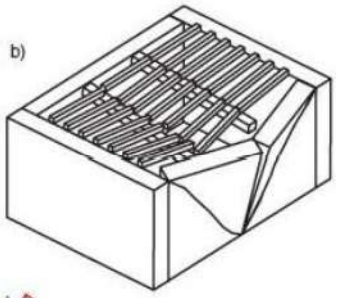
Different elements in one aggregate.

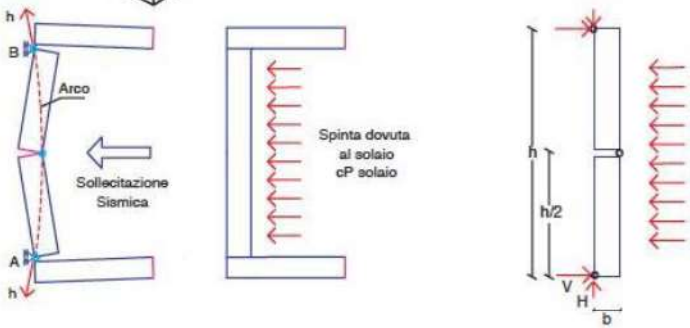


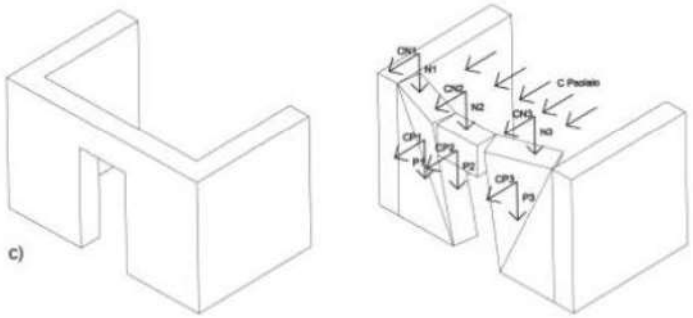
a) Overturning of a wall triangle.

b) Breaking through of a wall.

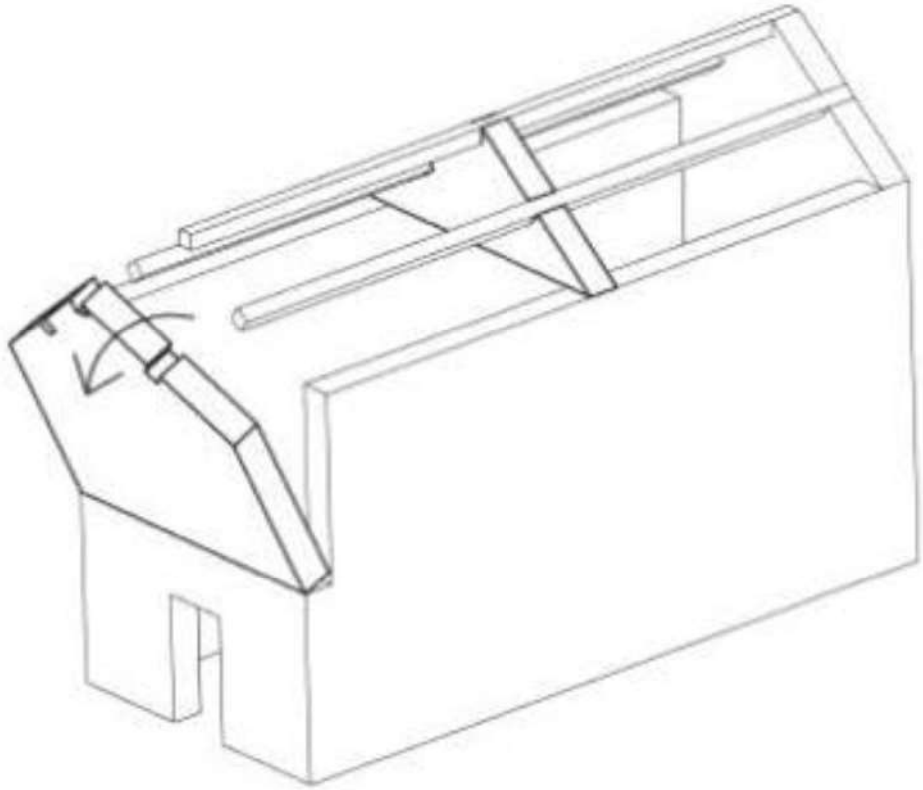
c) Breaking through a wall with an opening.







Tilting of the wall triangles around inclined axes.



Tipping of the spandrel in a gable roof.

The mechanism occurs when the anchorage between the tympanum and the roof is insufficient or the roof beams are not braced. The beams, without straps or other connecting elements, do not retain the gable. If the masonry does not collapse, it will be damaged at the end of the beams.

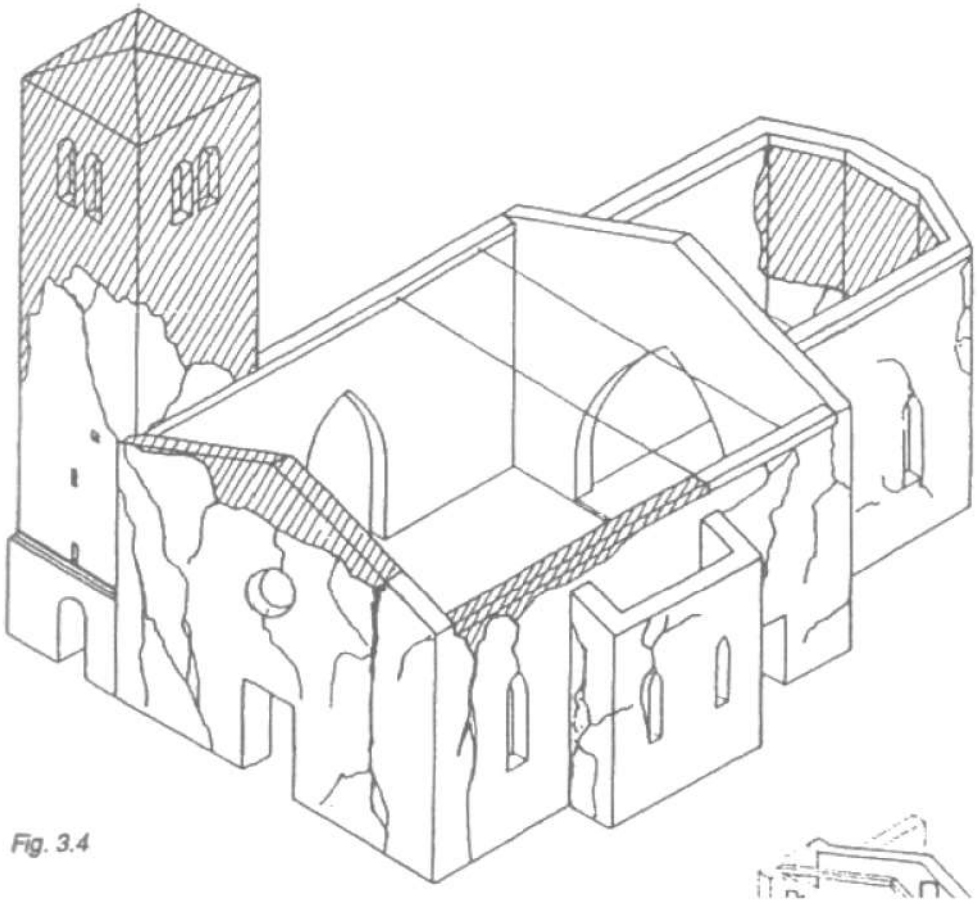
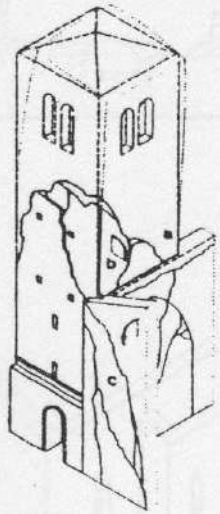


Fig. 3.4

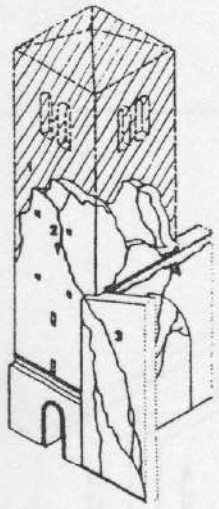
Axonometry indicating the state of damage.

Saint Stefano church in Valeriano, Pordenone, (Italy).
By ….



STATO DI DANNO 2

1. Crollo con profilo regolare in sezione di una vasta porzione della torre campanaria
2. Lesione passante pressoché verticale, più aperta verso l'alto che verso il basso, giunge al contatto con l'imposta del tetto dell'aula; presenta lembi nettamente distaccati, posti su piani differenziati.
3. Lesione che prosegue l'andamento della discretizzazione rilevata sul campanile, ma presenta distacco fra i lembi meno accentuato, con rottura del paramento di intonaco.
4. Decoesione degli ultimi corsi murari, in seguito al crollo del cordolo. Lesioni oblique diversamente orientate sul pannello murario.



SCHEMA DI MECCANISMO

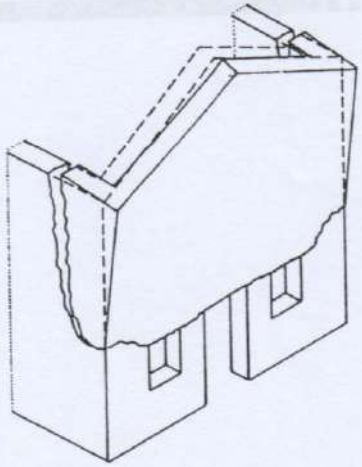
A. Si ipotizza che la parte superiore della torre sia stata interessata da un fenomeno di torsione, che ne ha determinato il conseguente "sbilanciamento" verso l'interno dell'aula., inducendo al collasso parte della copertura e della volta sottostante.
B. Rotazione orizzontale della porzione muraria all'intersezione dei muri della torre, con probabile formazione di punto di cerniera sullo spigolo al contatto con i pannelli dell'aula.
C. Rottura irregolare della muratura con formazione di blocco in prossimità dell'angolata probabilmente a seguito dell'eccessivo carico della torre in fondazione, che potrebbe aver provocato la rottura per trazione della porzione muraria d'angolo (evidenziata dalla formazione di "pilastrini" sul paramento di intonaco).

Details for the state of damage.

State of damage.

5.3

138



3 *Rotazione fuori piano con formazione di una cerniera cilindrica ad asse orizzontale alla quota dei fori.*

Spostamento (o collasso) fuori piano per flessione con linea di cerniera a quota inferiore. Linea preferenziale per l'innescarsi della cerniera di rotazione é la discontinuità costituita dai fori.

Il meccanismo 3 è presente nelle chiese 1, 6, 7b, 13, 23, 32, 37, 38, 41 e 44.

5.3 - Chiesa di Osoppo. Si evidenzia la formazione di cerniera orizzontale alla quota dei fori simmetrici, con distacco netto all'intersezione e spostamento fuoripiano del grande blocco discretizzatosi e crollo della vela. All'interno del blocco sono visibile discretizzazioni di minor entità in prossimità del foro.

Osoppo church, Udine (Italy)

“La vejez eterna es la
Vuelta a la juventud”

Salvador Perez Arroyo

“Eternal old age is the
return to youth.”

Salvador Pérez Arroyo

EXERCISE 01: GEOMETRICAL, MATERIAL & MECHANICAL SURVEY

INSTRUCTIONS

a) Conduct a Geometrical Survey on a monument, given the sugenstion of the Arabic Wall of Madrid. The study should include: freehand drawings, direct and indirect measurement and the use of any other method explained during the lessons. The survey must be presented including the main façade dimensional elevation and floor plans.

b) Working on the previous drawing, a Material Survey of the main façade must be carried out. The Survey must include every single aspect related to the materials and constructive systems of the work.

c) Conduct the Mechanical Study of the church presenting schemes of the basic working mode of the structural elements and the possible existence of cracks and distortions.

Project "SURE - Sustainable Urban Rehabilitation in Europe"
implemented in frames of Erasmus+ Programme
Key Action 2: Strategic Partnership Projects
Agreement n° 2016-1-PL01-KA203-026232

This publication has been funded within support from the European Commission.

Free copy.

This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union