

Strumenti di conoscenza per la vulnerabilità strutturale del costruito storico

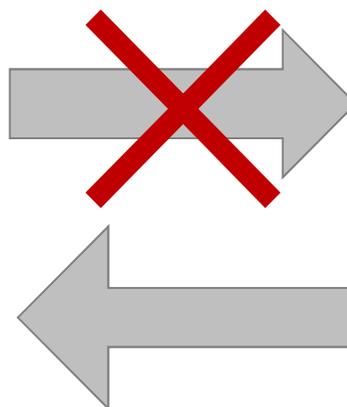
Andrea Giannantoni



Trani 7 marzo 2019

LA QUESTIONE IN SINTESI...

**VULNERABILITÀ
STRUTTURALI**



DANNO

XVIII secolo: I PRIMI TENTATIVI DELL'INTERPRETAZIONE SCIENTIFICA DEL DISSESTO

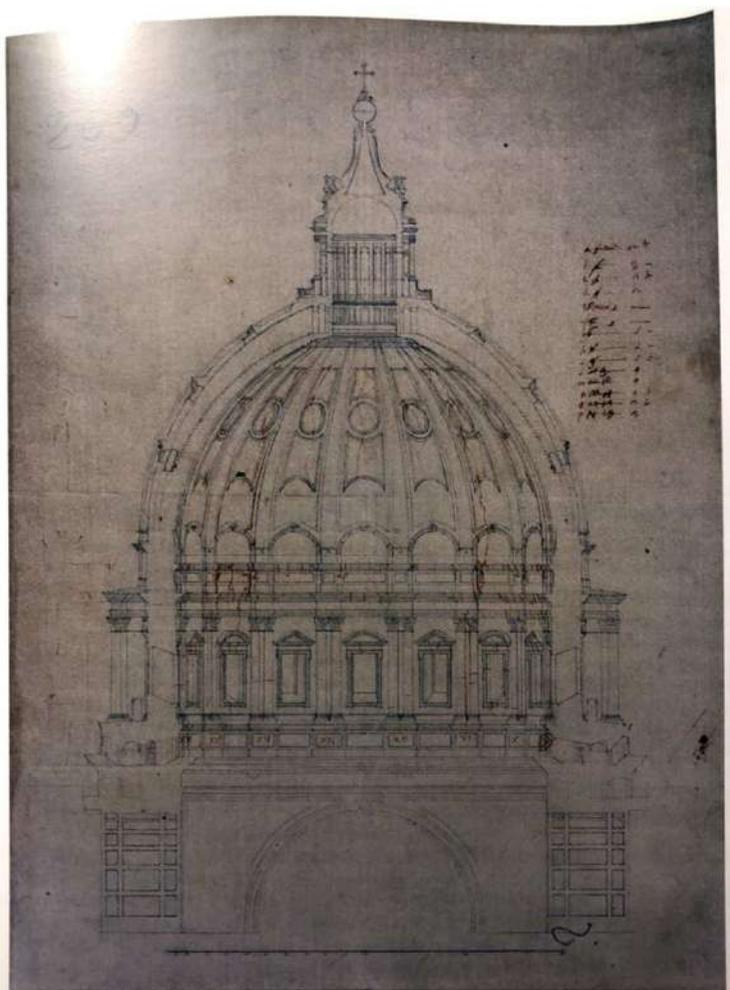
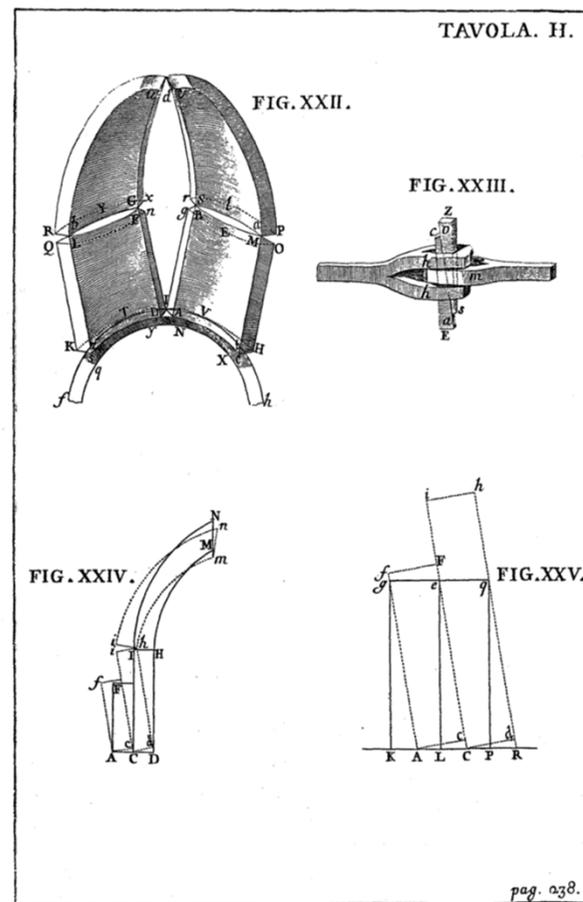


Fig. 3.12 Palazzo Reale di Caserta, inv. 1744. Matita rossa e nera su carta. Disegno di Vanvitelli rappresentante l'altra sezione interna della Cupola; su di essa è stato graficizzato il quadro fessurativo della struttura, utilizzando sia la matita rossa che la nera



... E DELLA DEFINIZIONE DELL'INTERVENTO MINIMO, CONSAPEVOLE ED EFFICACE

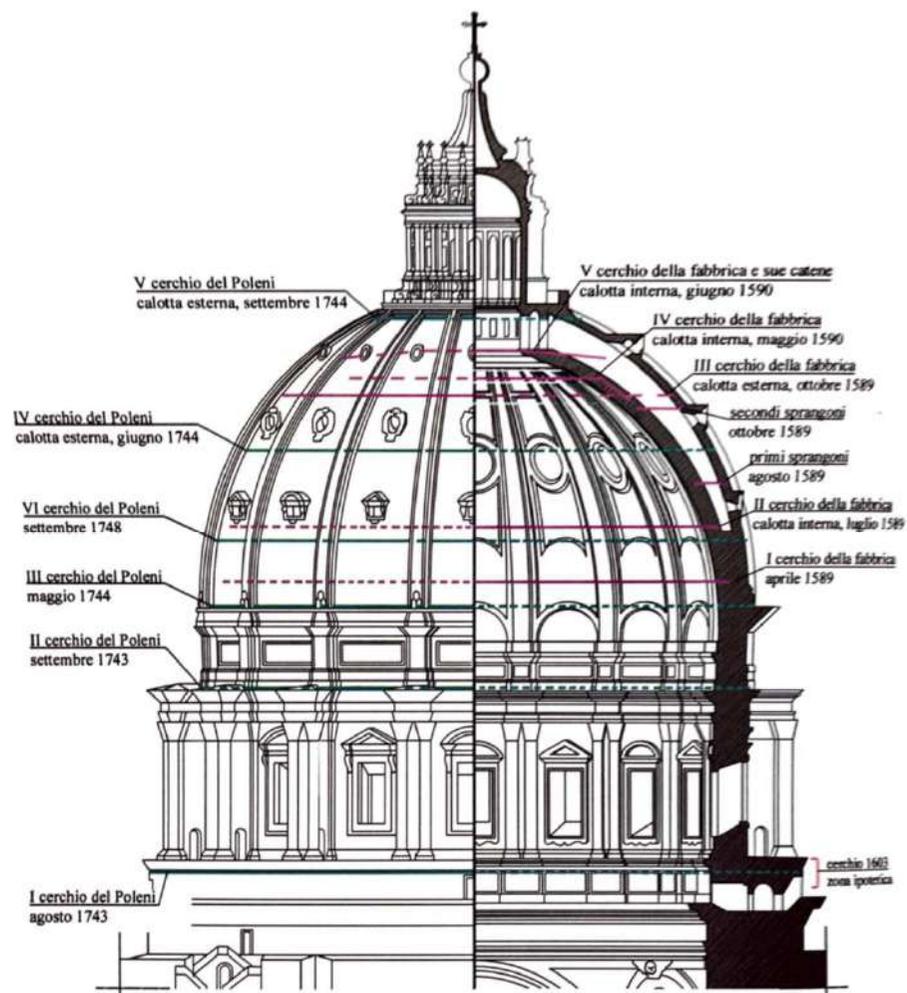
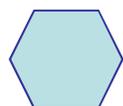
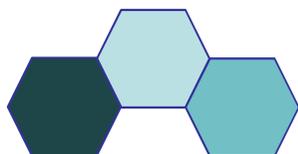


Fig. 3.07 Graficizzazione della struttura metallica della cupola, comprendente i cinque cerchi posti durante la realizzazione dell'opera, gli sprangoni e le catene; l'ipotetico cerchio la cui manifattura risale al 1603; i sei cerchi posti dal Poleni nel XVIII secolo (base grafica di Alessia Marvelli)

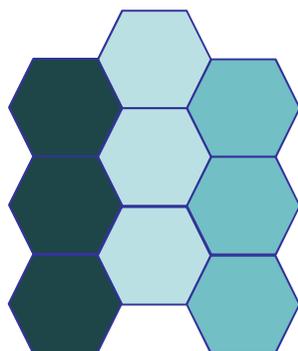
IL PROCESSO AGGREGATIVO



UNITA' STRUTTURALE



UNITA' MINIMA DI
INTERVENTO



AGGREGATO

GLI OBIETTIVI DELLA CONOSCENZA

**QUALITA' MURARIA
VULNERABILITA' DEL FABBRICATO
AGGREGAZIONE DEI FABBRICATI**



VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO



... per l'unità strutturale



... per l'aggregato

PERCORSO DELLA CONOSCENZA



PER LA U.S.

- _ identificazione della costruzione*
- _ caratterizzazione funzionale dell'edificio*
- _ rilievo geometrico della costruzione allo stato attuale*
- _ analisi storica degli eventi e degli interventi subiti*
- _ rilievo materico costruttivo e lo stato di conservazione*
- _ caratterizzazione meccanica dei materiali*
- _ aspetti geotecnici*
- _ monitoraggio*



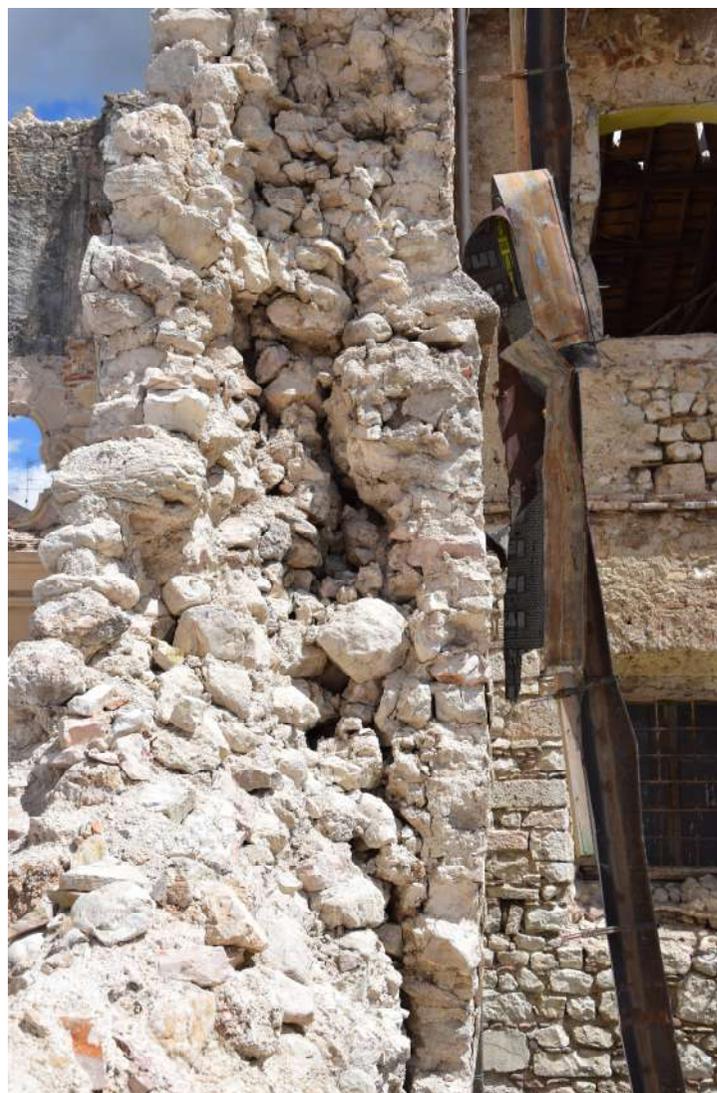
PER L'AGGREGATO

- _ identificazione dell'aggregato*
- _ caratterizzazione funzionale dell'aggregato*
- _ rilievo geometrico dell'aggregato*
- _ an. storica degli eventi e degli interventi subiti dalle u.s.*
- _ rilievo materico costruttivo e lo stato di conservazione*
- _ caratterizzazione meccanica dei materiali delle u.s.*
- _ aspetti geotecnici*
- _ monitoraggio*

QUALITA' MURARIA



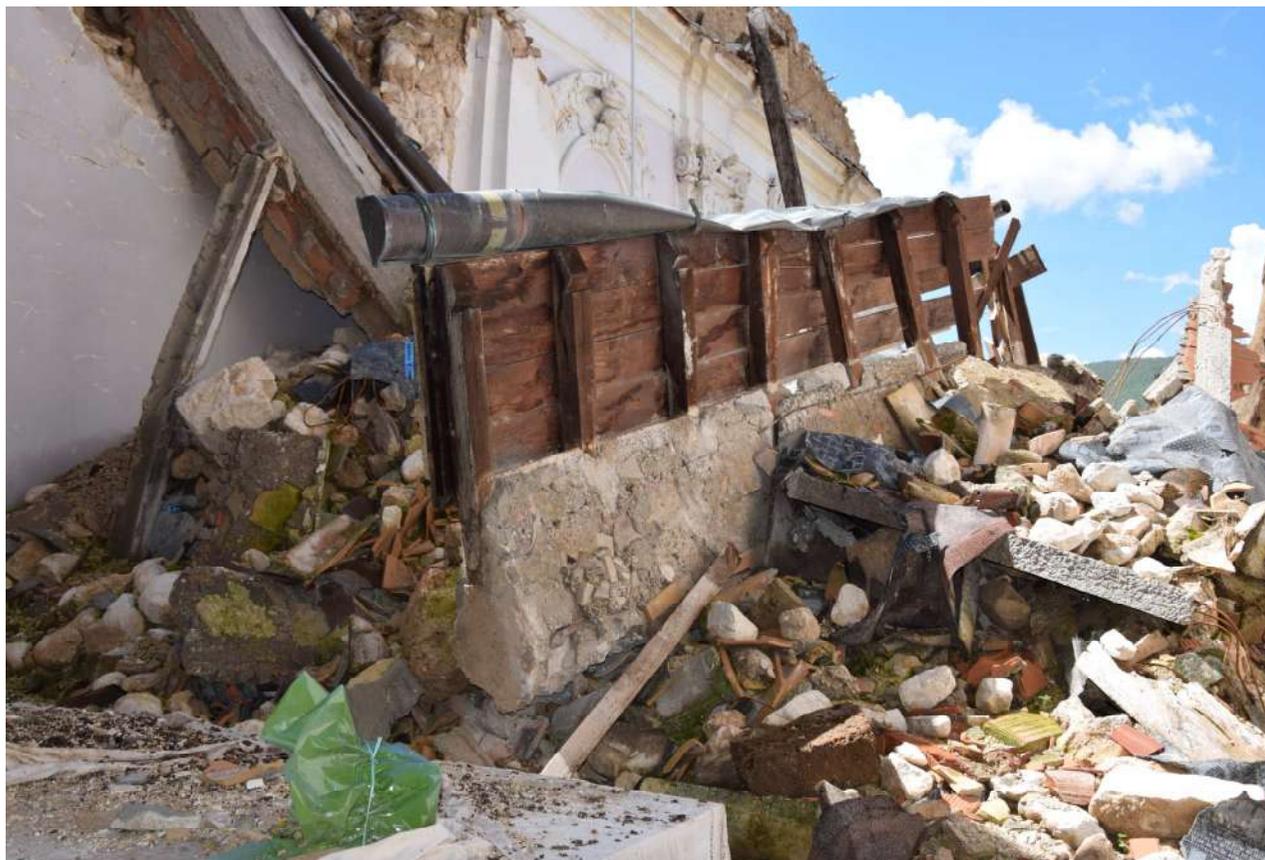






VULNERABILITA' DEL FABBRICATO



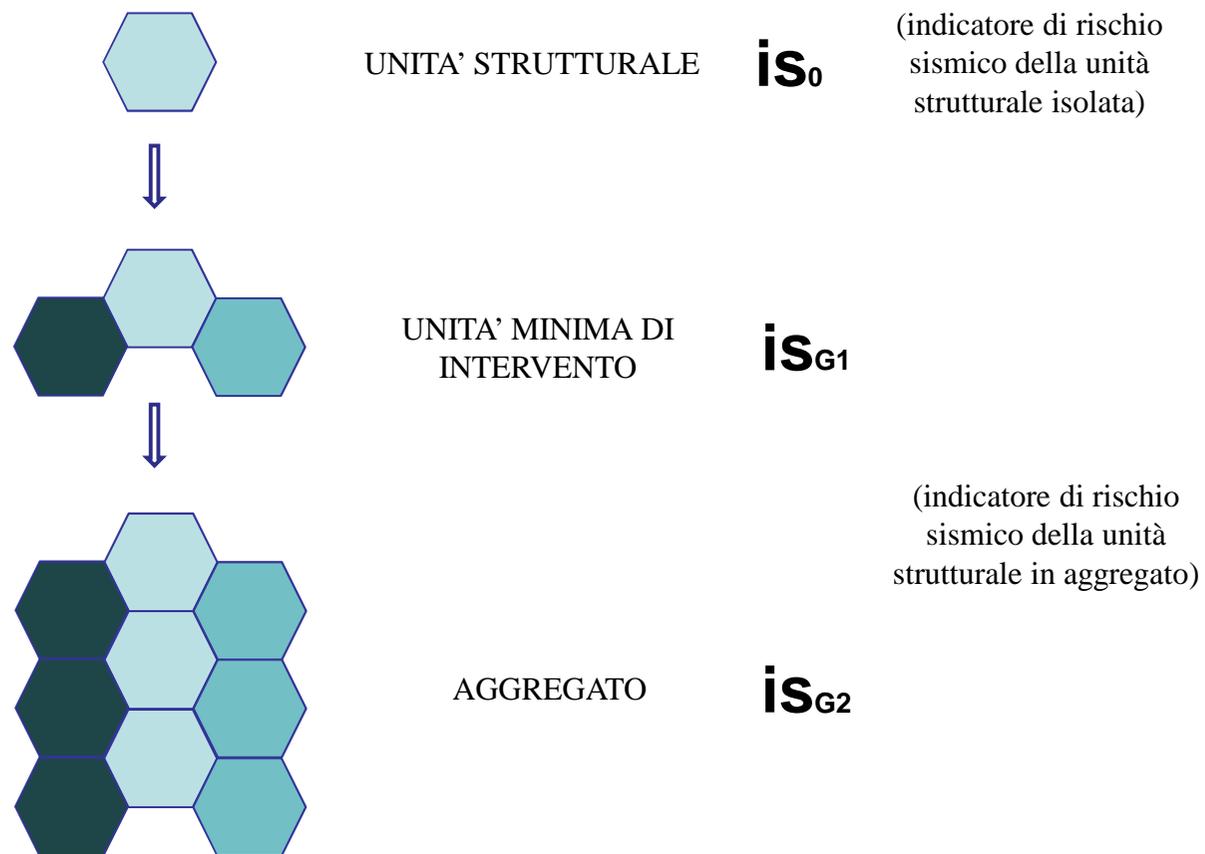








AGGREGAZIONE DI FABBRICATI



INDICATORE DI RISCHIO SISMICO DELLA UNITA' STRUTTURALE ISOLATA: **is₀**



INDICATORE DI RISCHIO SISMICO DELLA UNITA' STRUTTURALE IN
AGGREGATO: **is_G**

AMATRICE



CASTELFANTELLINO PRE-SISMA 2016

Il passaggio sotto l'arco della torretta medioevale



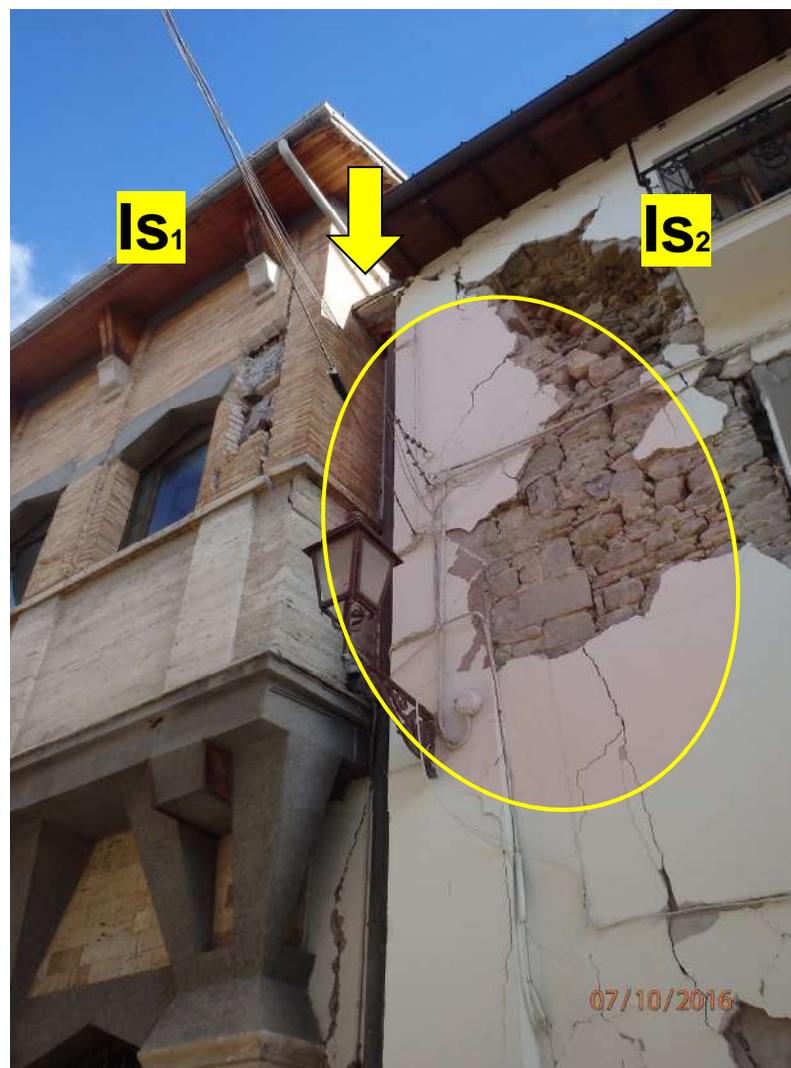
CASTELFANTELLINO (MC) POST-SISMA 30 OTTOBRE 2016



PESCARA DEL TRONTO



$$I_{S0} > = < I_{Sg}$$



$$I_{S0} > = < I_{S6}$$



$$I_{S_0} > = < I_{S_G}$$







IL CASO DI NORCIA



IL CASO DI NORCIA



L'AGGREGATO STORICO: DIAGNOSI E PREVENZIONE



PIRELLA GÖTTSCHE LOWE

*Immagini di Mallet e Bernoud nel loro rilievo in
Basilicata e Campania*



Fotografia di un edificio crollato nel comune di Concordia sulla Secchia (MO)

Diapositiva 33

F1

Stesso danno: muro esterno che ribalta e muri interni che restano in piedi. Travi, sfilate, ai piedi dell'edificio

Francesco; 01/12/2012

Concordia sulla Secchia (MO) – Aggregato storico

Analisi del danno e interventi strutturali tipologici

Materiale tratto da

Fanny Ballotti

“Concordia sulla Secchia: l’aggregato storico dei ‘portici lunghi’. Dal rilievo laser scanner, allo studio tipologico, all’analisi del danno e alle indicazioni strutturali a seguito del sisma 2012”

Tesi di laurea, Università degli Studi di Ferrara – Dipartimento di Architettura, A.A. 2012-2013

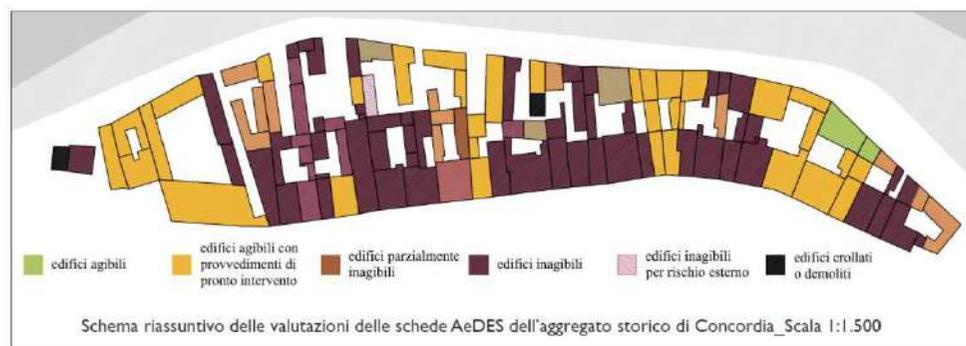
Relatori: Prof. Arch. R. Dalla Negra, Prof. Ing. A. Giannantoni; Correlatore: Arch. M. Zuppiroli



DIAGNOSI: rilievo dell'aggregato: piante, prospetti



DIAGNOSI: suddivisione in Unità Strutturali e in Unità Minime di Intervento - analisi delle valutazioni delle schede AeDES



DIAGNOSI: rilievo del quadro fessurativo, analisi del danno e della consistenza strutturale



DIAGNOSI: individuazione delle vulnerabilità dell'aggregato: discontinuità tipologiche e strutturali



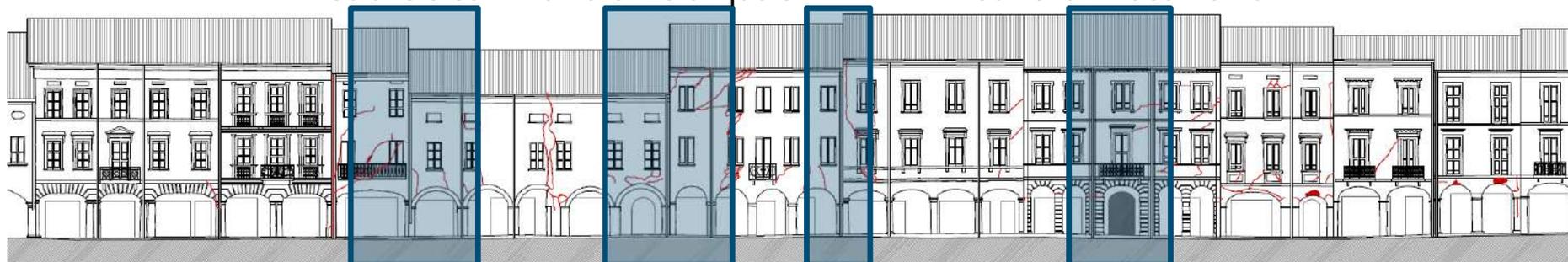
sopraelevazioni



solai falsati

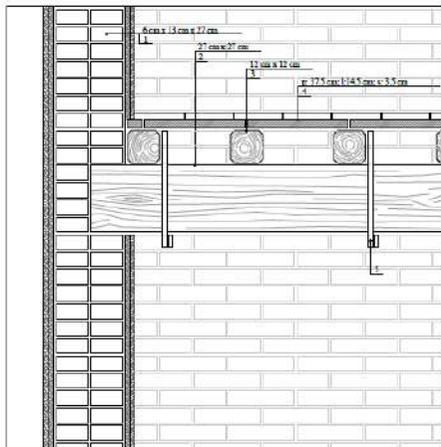
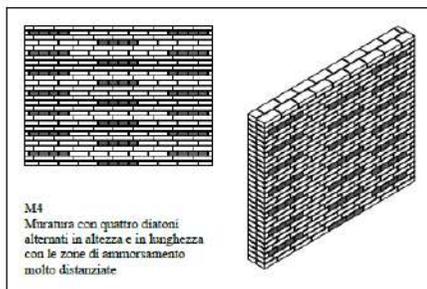
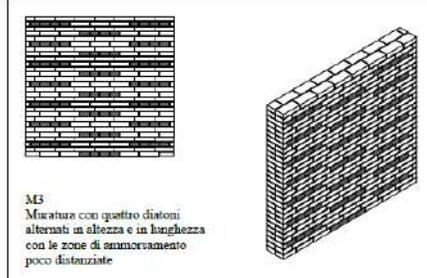
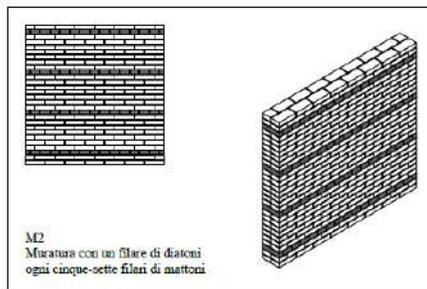
differenze di quota

edifici di intasamento

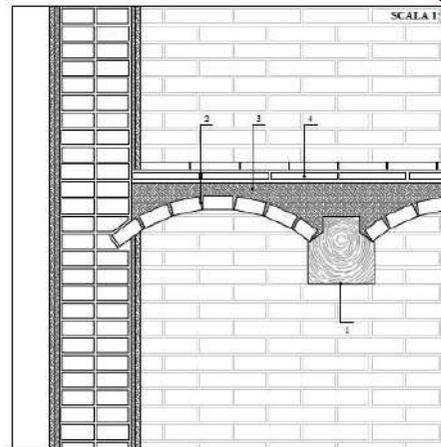


disconnessioni in facciata

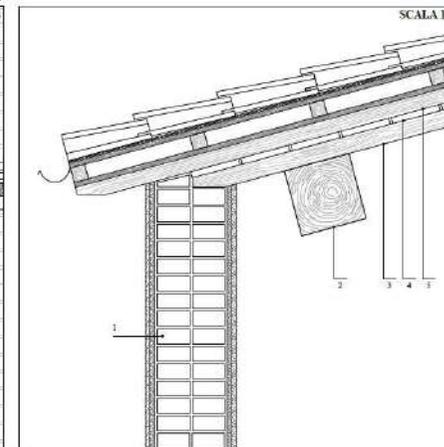
DIAGNOSI: analisi dello stato di fatto e delle tecniche costruttive degli elementi strutturali



- 1 Muratura a due teste priva di diaconi
- 2 Trave in legno, orditura principale; 27 cm x 27 cm
- 3 Travetti il legno, orditura secondaria; 12 cm x 12 cm
- 4 Tavelle in laterizio; 37,5 cm x 14,5 cm x 3,5 cm
- 5 Strutture in legno di sostegno per il controsoffitto



- 1 Trave principale esistente; circa 30 cm x 30 cm, segata a T in modo da creare l'appoggio per i laterizi che formano la volta
- 2 Voltine in laterizio; i laterizi sono disposti in foglio
- 3 Elemento della volta realizzato con frammenti di laterizi e materiale sciolto
- 4 Travetti in laterizio; 37,5 cm x 14,5 cm x 3,5 cm
- 5 Strato di laterizi neri per rendere la superficie orizzontale

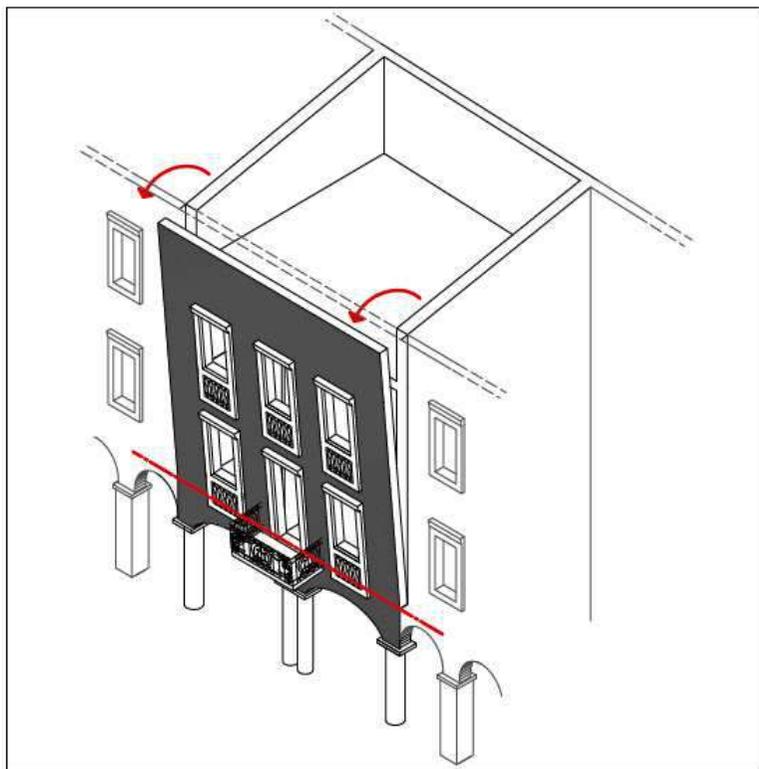


- 1 Muratura a due teste priva di diaconi
- 2 Trave in legno, orditura principale; 27 cm x 27 cm
- 3 Travetti il legno, orditura secondaria; 12 cm x 12 cm
- 4 Tavelle in laterizio; 37,5 cm x 14,5 cm x 3,5 cm
- 5 Pacchetto di copertura



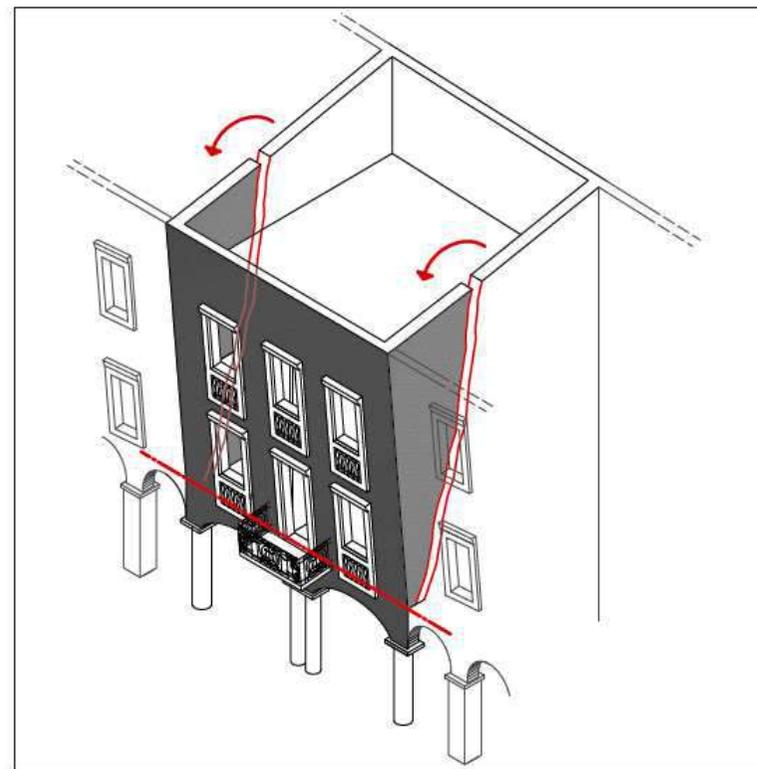
Analisi dello stato di fatto e
analisi delle tecniche
costruttive degli elementi
strutturali: murature, solai,
volte, coperture, scale

DIAGNOSI: analisi dei meccanismi di danno tipologici



RIBALTAMENTO FUORI PIANO VERSO L'ESTERNO - ROTAZIONE PER TUTTA L'ESTENSIONE

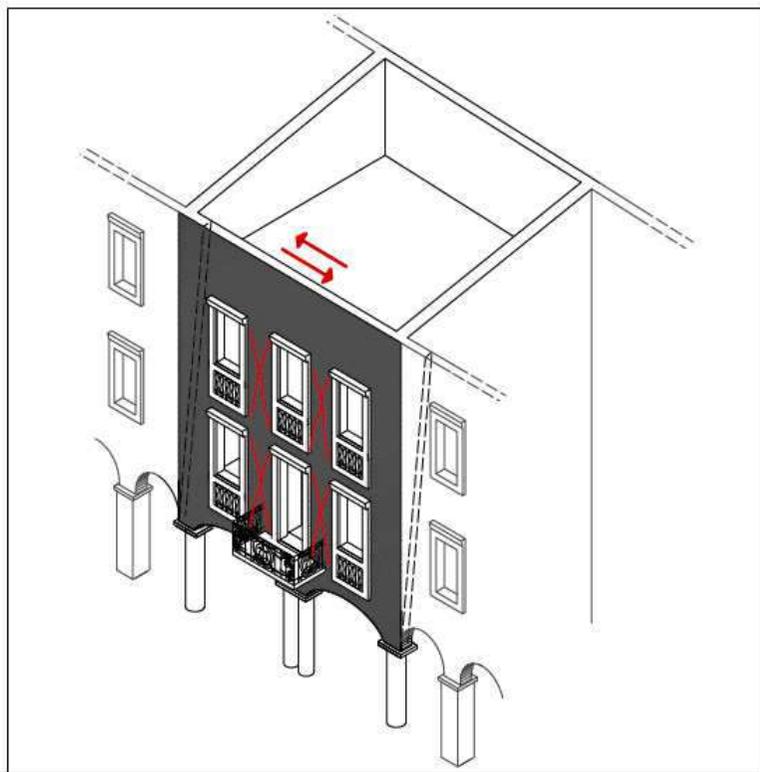
Tale meccanismo è fortemente condizionato dalle condizioni di ammortamento alle estremità. Se la parete è stata realizzata senza alcun ammortamento, si avrà un ribaltamento globale che interessa tutta l'estensione della parete. Nel caso di Concordia, la cerniera cilindrica si colloca sempre al di sopra del piano terra porticato.



RIBALTAMENTO FUORI PIANO VERSO L'ESTERNO CON INTERESSAMENTO DELLA MURATURA DI SPINA - ROTAZIONE PER TUTTA L'ESTENSIONE

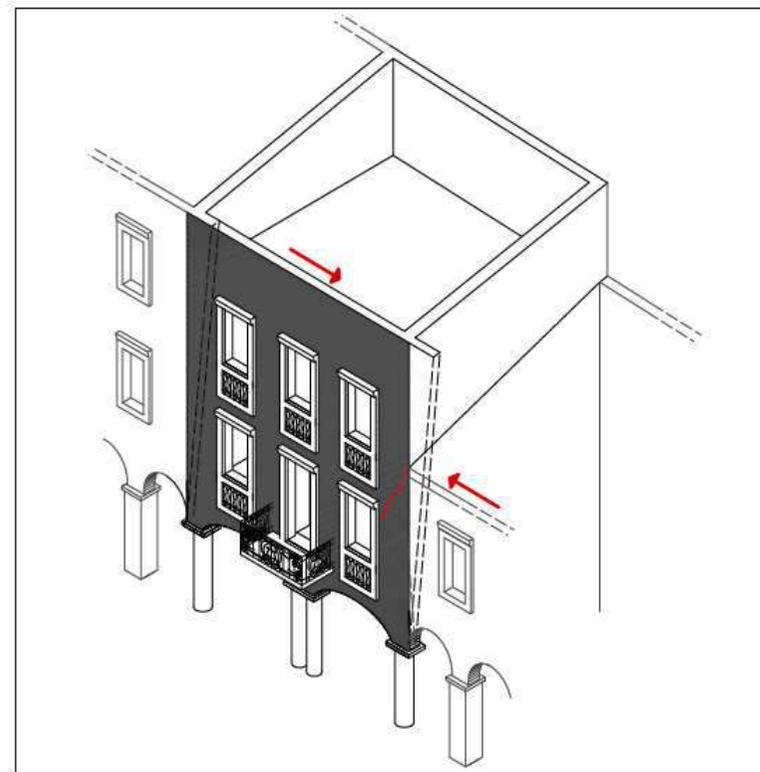
Tale meccanismo è fortemente condizionato dalle condizioni di ammortamento alle estremità. Se la parete è stata realizzata con un buon ammortamento, si avrà un ribaltamento globale che interessa tutta l'estensione della parete e parte della muratura di spina. Nel caso di Concordia, la cerniera cilindrica si colloca sempre al di sopra del piano terra porticato.

DIAGNOSI: analisi dei meccanismi di danno tipologici



DEFORMAZIONE ANGOLARE NEL PIANO (LESIONAMENTO A TAGLIO)

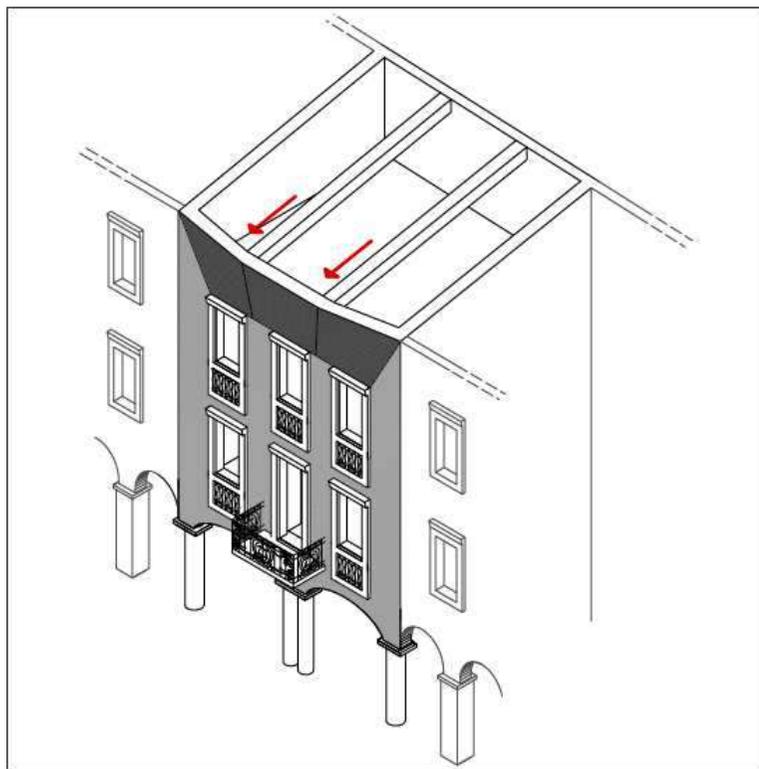
Tale meccanismo è dovuto all'azione nel piano della parete che produce la rottura a taglio. Si manifesta con le caratteristiche lesioni a "Croce di Sant'Andrea". Le lesioni possono interessare i maschi murari fra le aperture di uno stesso piano o i pannelli murari tra le aperture di piani differenti.



LESIONI NEL PIANO PER DISCONTINUITA' ALTIMETRICA (MARTELLAMENTO)

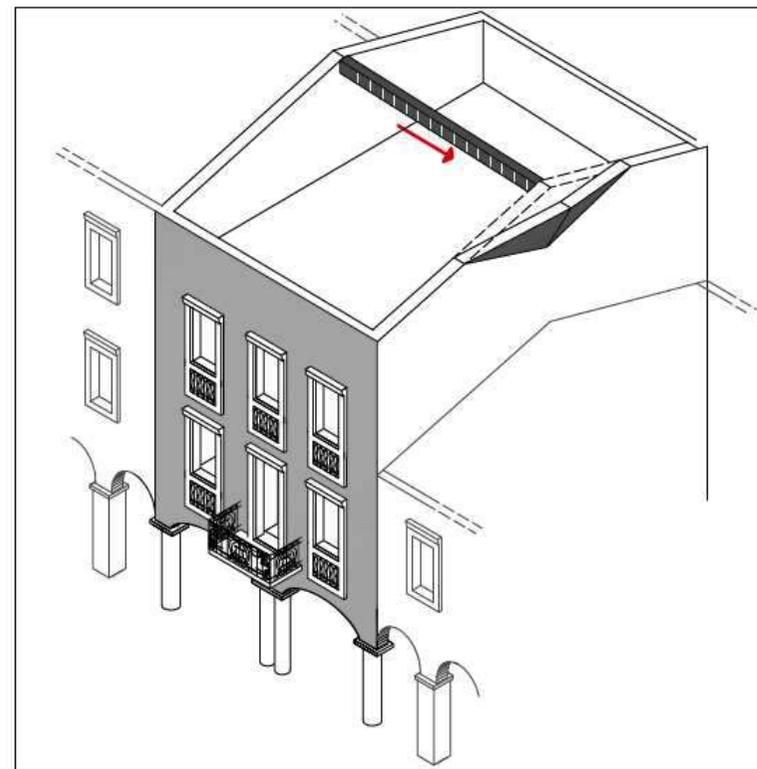
Tale meccanismo si riscontra in caso di discontinuità altimetrica tra pareti poste sullo stesso piano. Nel punto di contatto tra la sommità della parete più bassa e la parete più alta si ha un fenomeno di martellamento che produce lesioni a taglio con il classico andamento inclinato tendente ai 45°. In presenza di aperture vicine al punto di contatto, la lesione raggiunge uno spigolo dell'apertura e riprende allo spigolo opposto.

DIAGNOSI: analisi dei meccanismi di danno tipologici



RIBALTAMENTO FUORI PIANO DOVUTO ALLE SPINTE LOCALIZZATE DELLA COPERTURA (MARTELLAMENTO)

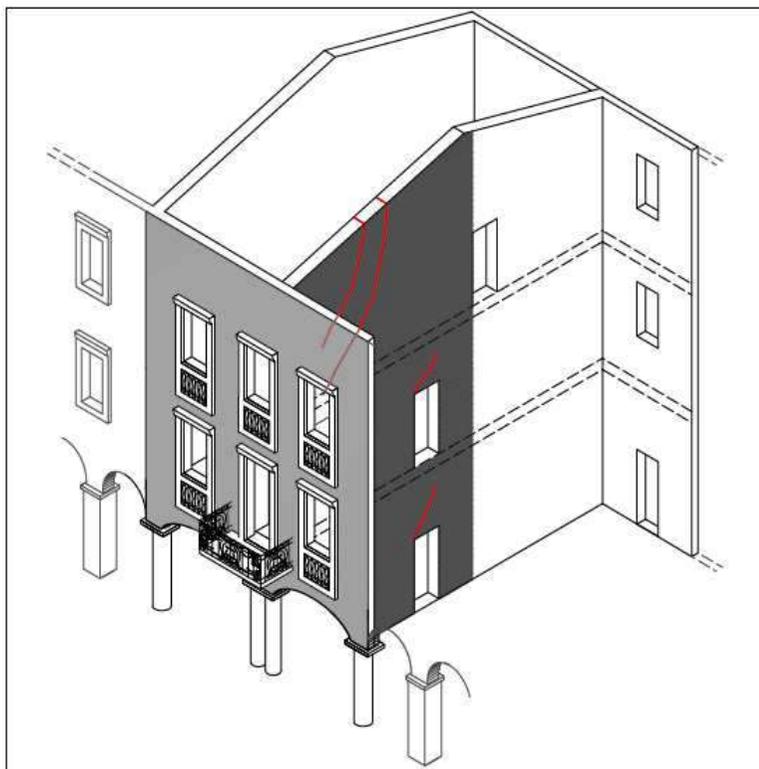
Tale meccanismo è dovuto all'azione di spinta fuori piano da parte delle travi dell'orditura principale della copertura. Il martellamento causa il lesionamento della parte sommitale della parete che ruota quindi verso l'esterno. In presenza di aperture vicine alle sommità della parete, la cerniera si posiziona in corrispondenza del filo superiore delle aperture stesse.



SFONDAMENTO DEL TIMPANO

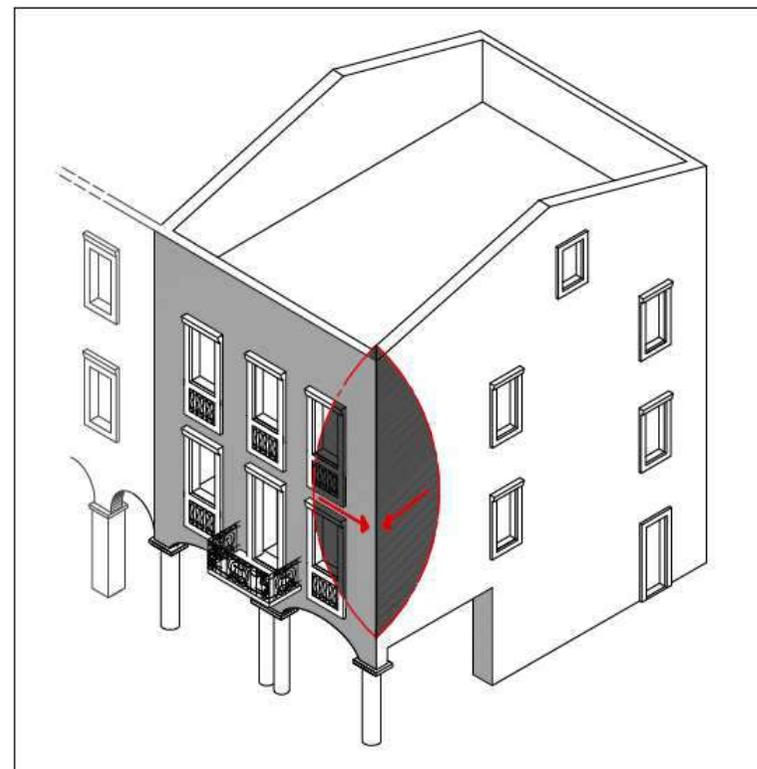
Tale meccanismo è provocato dall'azione di martellamento della trave di colmo che causa lo sfondamento del timpano con conseguente rottura e rotazione della porzione muraria più elevata. Una condizione che favorisce l'innescarsi del meccanismo è la presenza di una trave di notevoli dimensioni che, in fase sismica, trasmette una elevata spinta alla parete.

DIAGNOSI: analisi dei meccanismi di danno tipologici



LESIONI NEL PIANO DELLA PARETE

I meccanismi che colpiscono le pareti di spina sono legati principalmente alla rotazione delle pareti esterne. Nel caso di rotazione completa della parete esterna, nella muratura di spina si hanno lesioni tendenti ai 45° poiché la muratura di spina "segue" la rotazione della parete esterna.



ESPULSIONE DELL'ANGOLO CON FORMAZIONE DI "EFFETTO ARCO"

Tale meccanismo è provocato dall'azione combinata delle forze agenti su murature che formano l'angolata e quindi perpendicolari tra loro. L'angolata ruota verso l'esterno con formazione di una cerniera nella parte bassa; le due lesioni delle pareti ortogonali si congiungono poi in sommità in caso di vincolo quali cordoli in c.a. o altri presidi lignei per la riduzione della spinta.

DIAGNOSI: analisi di una Unità Minima di Intervento

Rilievo e analisi del quadro fessurativo e dei cinematismi: assonometria

ANALISI DELLE LESIONI E DEI MECCANISMI DI DANNO

01_PARETE ESTERNA (macroelementi): ribaltamento fuori piano della facciata verso l'esterno con innescamento delle murature di spina curvata cilindrica posizionate in corrispondenza del solaio tra piano terra e piano primo;

02_PARETE DI SPINA (macroelementi): lesioni nel piano della parete dovute a ribaltamento fuori piano della facciata con innescamento delle murature di spina;

03_PARETE DI SPINA (macroelementi): lesioni nel piano della parete dovute a schiacciamento;

04_PARETE INTERNA: lesioni nel piano della parete dovute a taglio;

05_PARETE INTERNA: lesioni nel piano della parete dovute al mancato ammortamento della trave con la muratura principale;

06_PARETE INTERNA: lesioni nel piano della parete dovute al mancato ammortamento con la muratura principale del tamponamento di una precedente apertura;

07_PARETE (macroelementi): lesione dovuta a marciamento della parete perpendicolare;

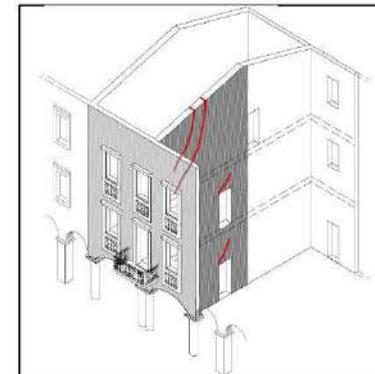
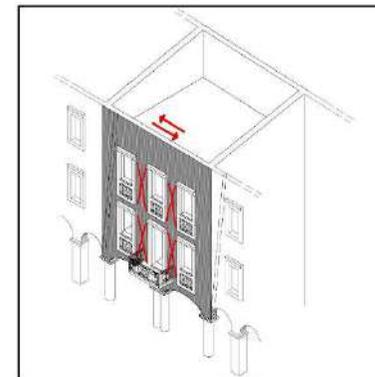
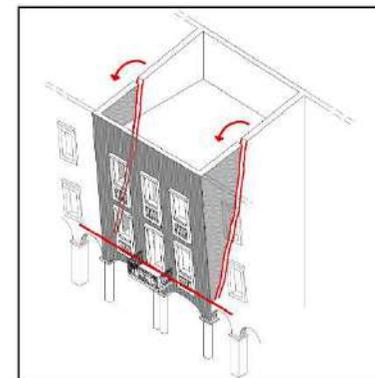
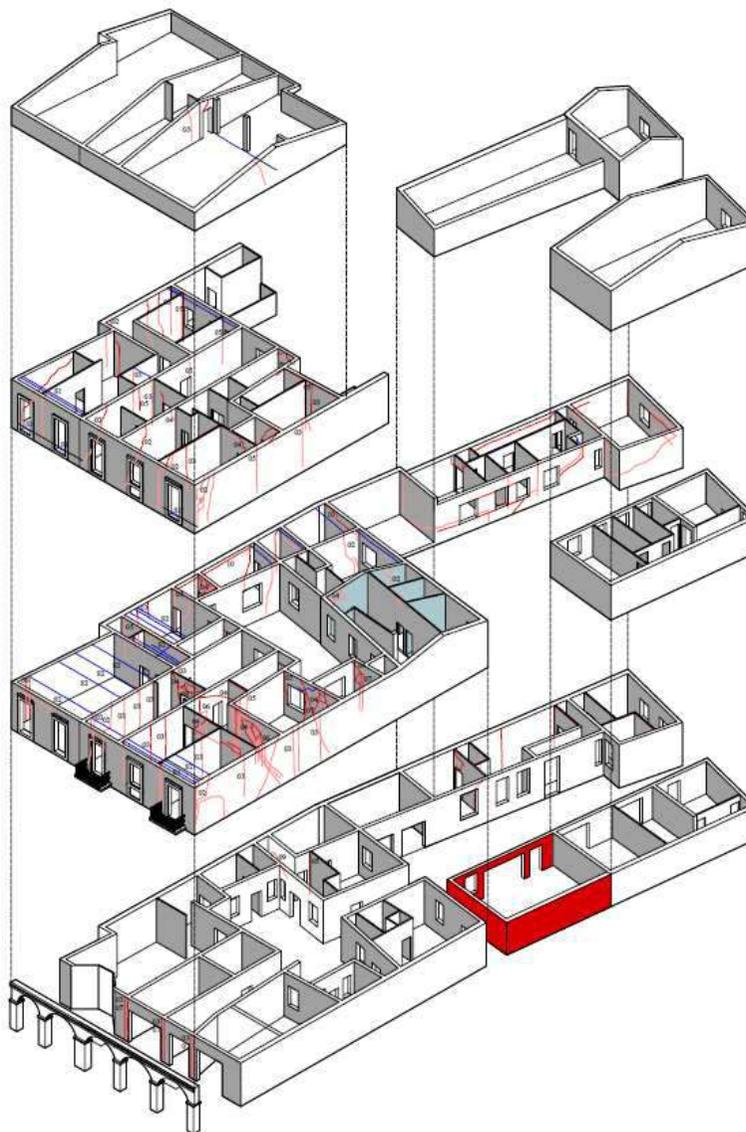
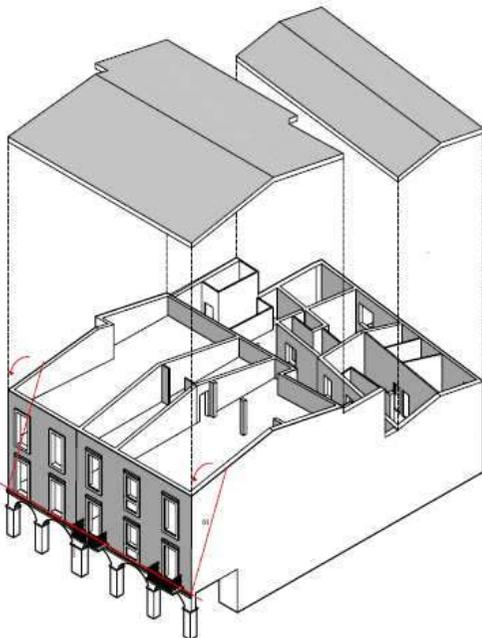
08_PARETE (macroelementi): lesione dovuta a cedimento dell'architrave;

09_PARETE (macroelementi): lesione dovuta a marciamento della scala posta nell'ambiente adiacente;

10_PARETE (macroelementi): lesione dovuta a differenza di rigidità della struttura: probabile rifacimento del cordolo;

S1_SOLAIO (macroelementi): lesione dovuta al ribaltamento fuori piano della facciata verso l'esterno;

S2_SOLAIO (macroelementi): lesione dovuta a schiacciamento per il cedimento della trave;



DIAGNOSI: analisi di una Unità Minima di Intervento

Rilievo e analisi del quadro fessurativo e dei cinematismi: piante e prospetto



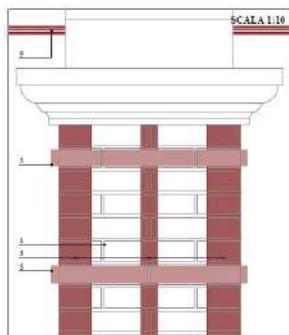
INTERVENTO/PREVENZIONE: consolidamento strutturale dell'Unità Minima di Intervento

Individuazione degli interventi di consolidamento strutturale: piante e prospetto

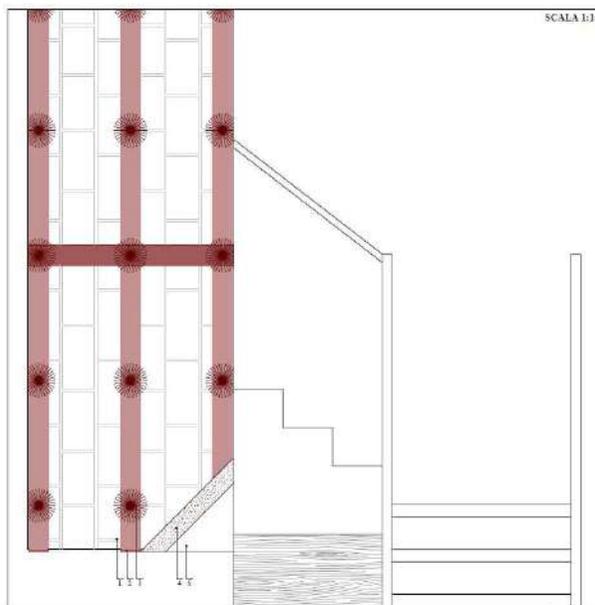
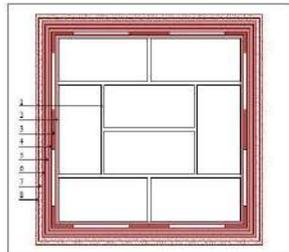


INTERVENTO/PREVENZIONE: consolidamento strutturale dell'Unità Minima di Intervento

Individuazione degli interventi di consolidamento strutturale: dettagli di intervento

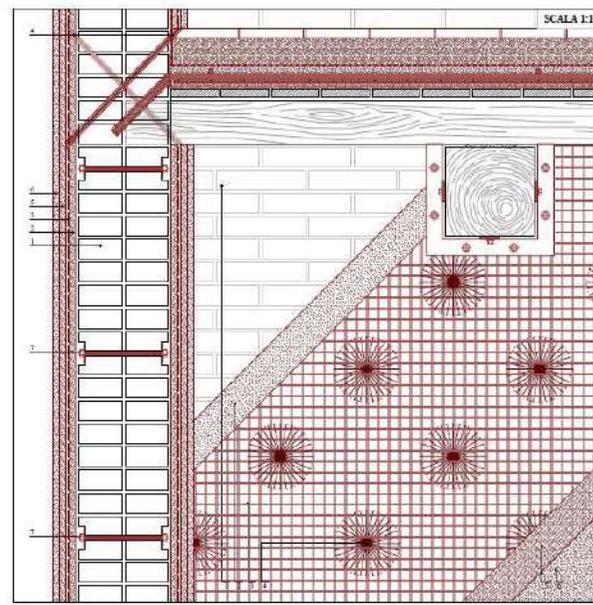


- 1 CONSOLIDAMENTO DEI PILASTRI DEL PORTICO** sezioni verticale e orizzontale
- 1 Pilastro in mattoni esistenti
 - 2 Plaster epossidico e primo strato di resine epossidiche
 - 3 Nastri di fibra in CFRP: sagolari = 100 mm per lato; centrale: 50 mm
 - 4 Secondo strato di resina epossidica (overcoating)
 - 5 Staffe in CFRP; interasse = 350 mm
 - 6 Terzo strato di resina epossidica e spolvero con sabbia di quarzo
 - 7 Rinzaffo
 - 8 Intonaco a base di calce
 - 9 Catena metallica Ø 24 mm



2 CONSOLIDAMENTO SCALA SU VOLTA A BOTTE RAMPANTE CON LAMINE IN CFRP PULTRUSO

- 1 Muratura portante in mattoni pieni a due teste
- 2 Lamina CFRP pultruso, s = 5 mm, larghezza = 80 mm
- 3 Connettivi in fibra aramidica Ø 8 mm in fori Ø 12 mm intasati con resine epossidiche
- 4 Rinzaffo
- 5 Intonaco a base di calce

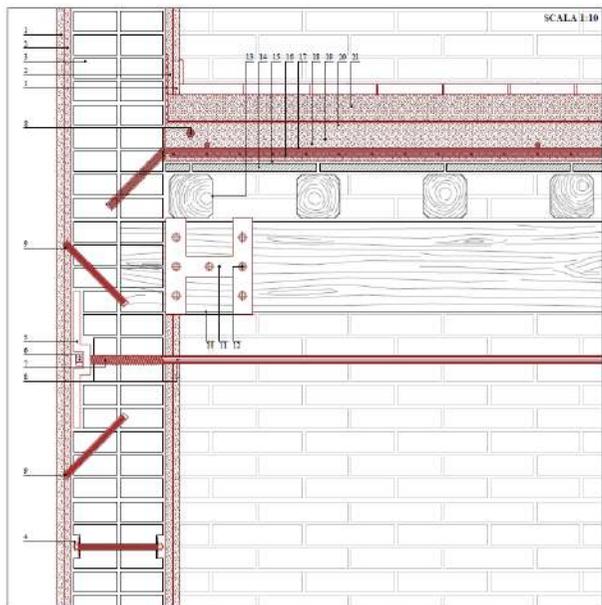


3 PLACCAGGIO CON CFRP IN CASO DI MURATURA FORTEMENTE LESIONATA sezione verticale

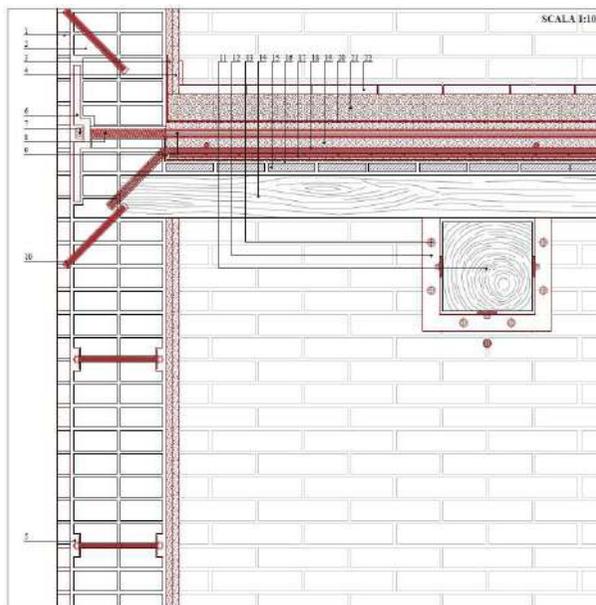
- 1 Muratura portante esistente in mattoni pieni a due teste
- 2 Malta idroresistente a base di calce idraulica per rendere uniforme la superficie della muratura
- 3 Rete di CFRP bidirezionale, maglia 33 mm x 23 mm, spessore medio 3 mm
- 4 Connettore in fibra aramidica Ø 10 mm in fori Ø 13 mm intasati con resine epossidiche
- 5 Malta idroresistente a base di calce idraulica (massa finale)
- 6 Intonaco a base di calce
- 7 Traliccio metallico antispallivo: barre filerete zincate Ø 12 mm / 500 mm; foro Ø 16 mm; roudella s = 2mm; Destr = 90 mm; bullone M12

INTERVENTO/PREVENZIONE: consolidamento strutturale dell'Unità Minima di Intervento

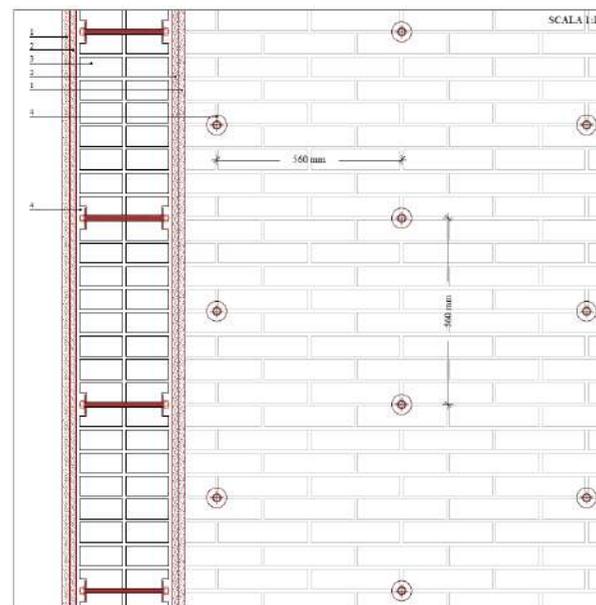
Individuazione degli interventi di consolidamento strutturale: dettagli di intervento



- 4_ ANCORAGGIO DELLA TRAVE LIGNEA PRINCIPALE ALLA MURATURA TRAMITE PROFILO METALLICO sezione verticale**
- Intonaco a base di calce. Se possibile, rimuovere tale strato solamente nella porzione necessaria per l'inserimento dei tiranti
 - Rinzuaffo. Se possibile, rimuovere tale strato solamente nella porzione necessaria per l'inserimento dei tiranti
 - Muratura portante in mattoni pieni a due teste
 - Tirante metallico antiruggine: barra filetata zincata Ø 16 mm / 560 mm; rondella s = 2mm, Oest = 60 mm; bullone M12
 - Piastrella metallica 400x400 mm, s = 20 mm
 - Bullone M24
 - Barra Ø 24 mm filetata per tutto lo spessore della muratura
 - Catena metallica Ø 24 mm non filetata
 - Barra filetata Ø 11 mm saldata alla catena di rinforzo della muratura in corrispondenza della catena per evitare la rotura della muratura per flessione e taglio sotto l'azione del capochiave e del tirante
 - Trave in legno esistente dell'orditura principale, s = 270 mm
 - Fasciatura doppia in acciaio trattata con antiruggine della trave lignea esistente
 - Bullone M12
 - Travetto in legno dell'orditura secondaria, s = 120 mm
 - Tavole in laterizio esistenti, s = 55 mm, l = 145 mm, p = 375 mm
 - Telo trasparente t.a.t.
 - Rete elettrosaldata Ø 6 mm 10x10
 - Barra Ø 16 mm / 500 mm, lunghezza 150 cm, foro Ø 36 mm sigillato con malta cementizia antiruggine
 - Massetto in calcestruzzo alleggerito, p max = 160 kN/m², s = 80 mm
 - Telo isotopimento antiscivolo in fibre naturali, s = 4 mm
 - Massetto per impianti, p max = 80 kN/m², s = 80 mm
 - Pavimentazione, s = 30 mm



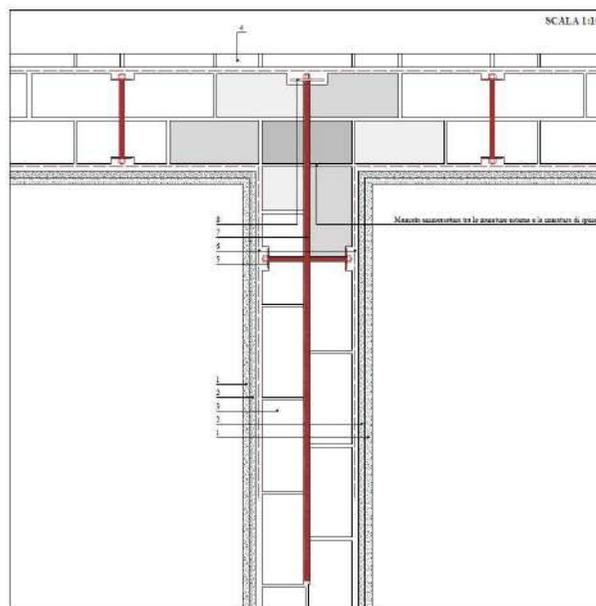
- 5_ CONSOLIDAMENTO SOLAIO LIGNEO CON SOLETTA IN CALCESTRUZZO ALLEGGERITO E CATENE METALLICHE CON PIASTRA METALLICA SOTTOTRACCIA, sezione verticale**
- Rivestimento esterno in mattoni faccia vista
 - Muratura portante in mattoni pieni a due teste
 - Rinzuaffo. Se possibile, rimuovere tale strato solamente nella porzione necessaria per l'inserimento dei tiranti
 - Intonaco a base di calce. Se possibile, rimuovere tale strato solamente nella porzione necessaria per l'inserimento dei tiranti
 - Tirante metallico antiruggine: barra filetata zincata Ø 16 mm / 560 mm; rondella s = 2mm, Oest = 60 mm; bullone M12
 - Piastrella metallica 400x400 mm, s = 20 mm
 - Bullone M24
 - Barra Ø 24 mm filetata per tutto lo spessore della muratura
 - Catena metallica Ø 24 mm non filetata inserita nel massetto strutturale (previ quindi di guaina di rivestimento in pvc)
 - Barra filetata Ø 12 mm saldata alla catena di rinforzo della muratura in corrispondenza della catena per evitare la rottura della muratura per flessione e taglio sotto l'azione del capochiave e del tirante
 - Trave in legno esistente dell'orditura principale, s = 270 mm
 - Fasciatura doppia e ancoraggio in acciaio trattato con antiruggine della trave lignea esistente
 - Bullone M12
 - Travetto in legno dell'orditura secondaria, s = 120 mm
 - Tavole in laterizio esistenti, s = 55 mm, l = 145 mm, p = 375 mm
 - Telo trasparente t.a.t.
 - Rete elettrosaldata Ø 6 mm 10x10
 - Barra Ø 16 mm / 500 mm, lunghezza 150 cm, foro Ø 36 mm sigillato con malta cementizia antiruggine
 - Massetto in calcestruzzo alleggerito, p max = 160 kN/m², s = 80 mm
 - Telo isotopimento antiscivolo in fibre naturali, s = 4 mm
 - Massetto per impianti, p max = 80 kN/m², s = 80 mm
 - Pavimentazione, s = 30 mm



- 6_ INSERIMENTO DI DIATONI, sezione verticale**
- Intonaco a base di calce. Se possibile, rimuovere tale strato solamente nella porzione necessaria per l'inserimento dei tiranti
 - Rinzuaffo. Se possibile, rimuovere tale strato solamente nella porzione necessaria per l'inserimento dei tiranti
 - Muratura portante esistente in mattoni pieni a due teste
 - Tirante metallico antiruggine: barra filetata zincata Ø 16 mm / 560 mm; rondella s = 2mm, Oest = 60 mm; bullone M12. Testa del foro sigillata con povere di mattoni e calce e con stacco

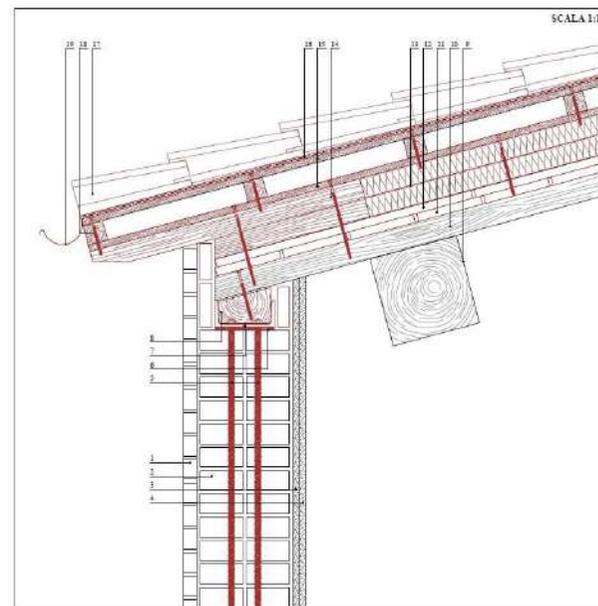
INTERVENTO/PREVENZIONE: consolidamento strutturale dell'Unità Minima di Intervento

Individuazione degli interventi di consolidamento strutturale: dettagli di intervento



*_INTERVENTO IN CORRISPONDENZA DEGLI ANGOLI: intersezione a T_ortogona ortogonale

- 1 Intonaco a base di calce esistente. Se possibile, rimuovere tale strato solamente nella porzione necessaria per l'inserimento dei tiranti.
- 2 Rinzaffo esistente. Se possibile, rimuovere tale strato solamente nella porzione necessaria per l'inserimento dei tiranti.
- 3 Muratura portante in mattoni pieni a due teste esistenti.
- 4 Rivestimento esterno in mattoni faccia vista.
- 5 Tirante metallico antiruggine: barra filettata zincata Ø 16 mm / 560 mm; rondella s = 2mm; Oest = 60 mm; bullone M12.
- 6 Strato di rete di CFRP bidimensionale per una larghezza di 160 cm rispetto allo spigolo interno, connesso con sistema di ancoraggio mediante connettori in acciaio Ø 10 mm in file Ø 12 mm intestati con resine epossidiche.
- 7 Piastra metallica 100 mm x 100 mm; s = 6 mm.
- 8 Tirante di ancoraggio tra le due murature perpendicolari e intestato con malta anticorrosione: barra filettata zincata Ø 16 mm / 100 cm circa; file Ø 20 mm.

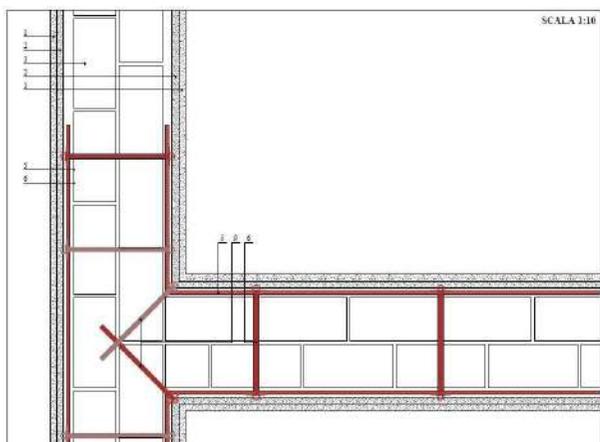
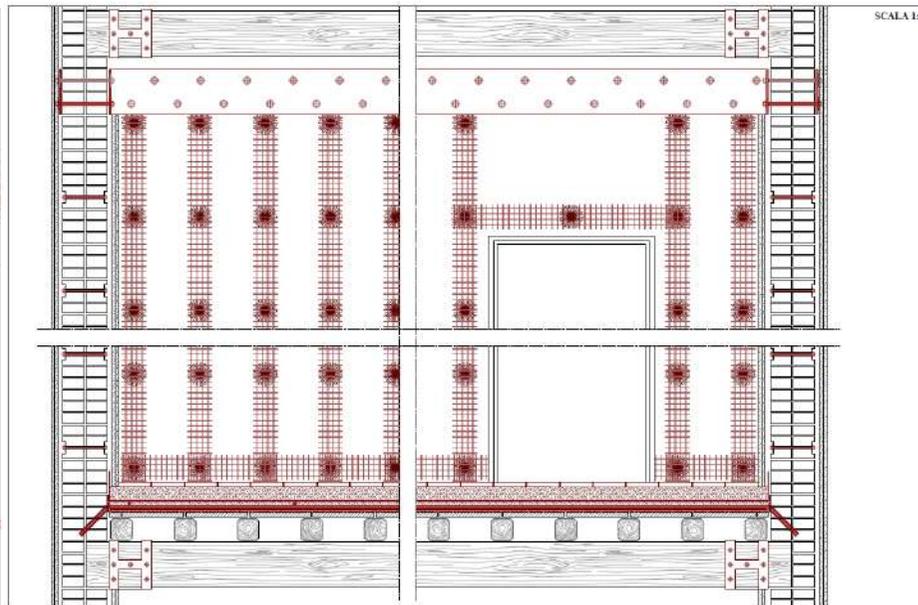
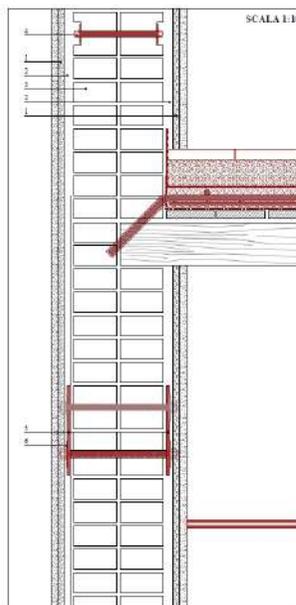
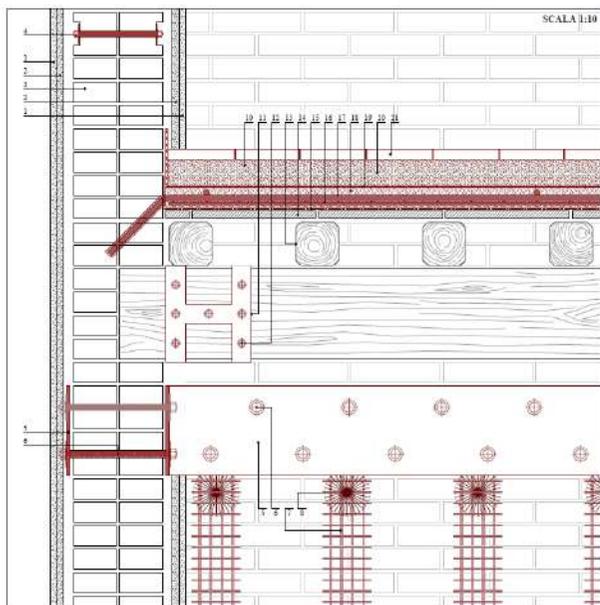


8_INSERIMENTO DI UN CORDOLO IN METALLO E RIFACIMENTO DELLA COPERTURA_azione verticale

- 1 Rivestimento esterno in mattoni faccia vista.
- 2 Muratura portante in mattoni pieni a due teste.
- 3 Rinzaffo.
- 4 Intonaco a base di calce.
- 5 Cacciavite con barre filettate Ø 16 mm, intestate con legante idraulico a base inorganica non reagente ai solfati, profondità ancoraggio: 120 cm.
- 6 Striscia in neoprene, s = 10 mm.
- 7 Profilo in acciaio UPN 180 trattato con antiruggine e con interposta striscia in neoprene, s = 10 mm.
- 8 Trave lignea opportunamente sgonciata.
- 9 Trave in legno dell'orditura principale, s = 270 mm.
- 10 Travetto in legno dell'orditura secondaria, s = 70 mm.
- 11 Tavolete in legno, prima orditura, s = 25 mm.
- 12 Tavolete in legno, seconda orditura disposta perpendicolarmente alla precedente, s = 25 mm.
- 13 Isolante termico inteposto a listelli in legno, s = 60 mm + 60 mm.
- 14 Falso travetto.
- 15 Tavolete OSB, s = 20 mm.
- 16 Membrana impermeabilizzante.
- 17 Manto di copertura in coppe.
- 18 Pedagogia in legno.
- 19 Canale di gronda.

INTERVENTO/PREVENZIONE: consolidamento strutturale dell'Unità Minima di Intervento

Individuazione degli interventi di consolidamento strutturale: dettagli di intervento



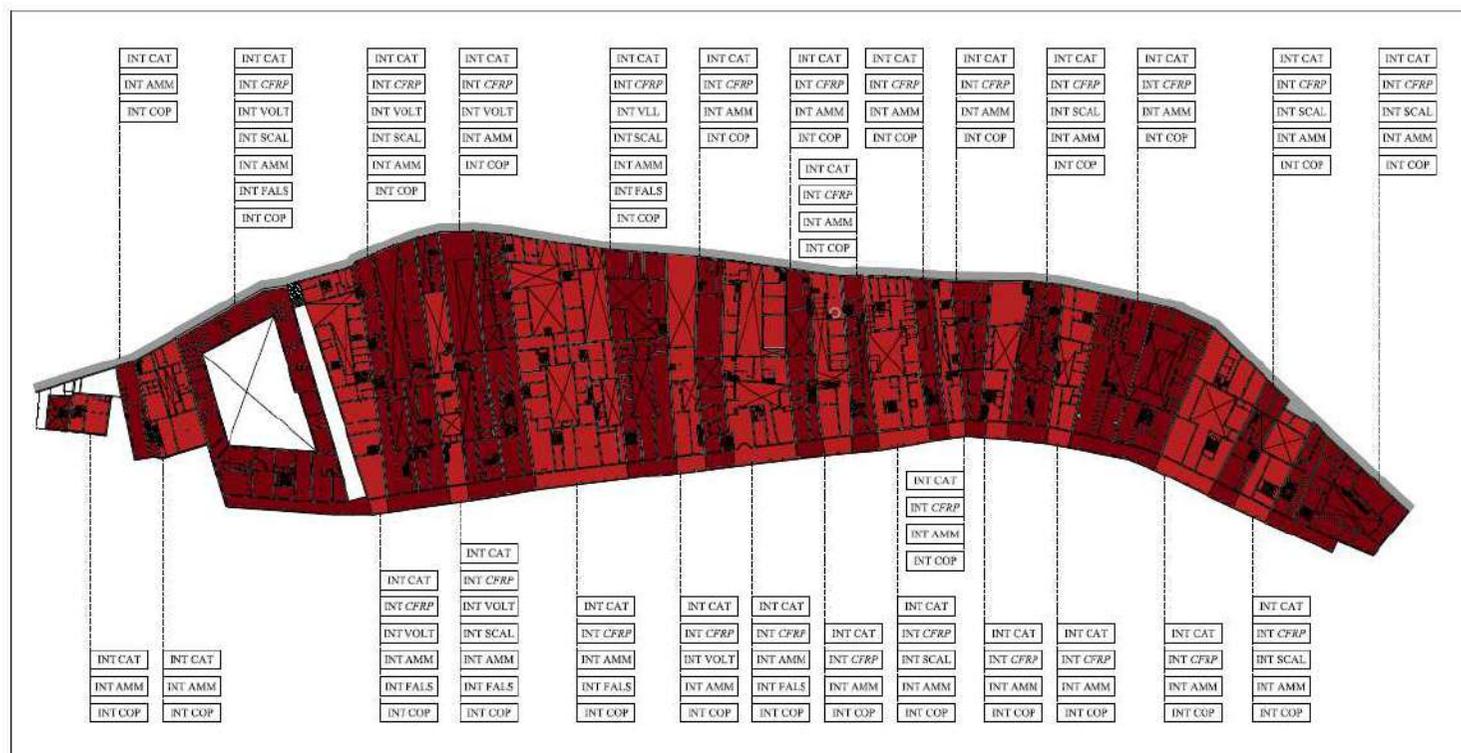
9. INTERVENTI SUI MURI IN FALSO: TRAVE-PARETE sezioni verticale ed orizzontale

- 1 Intonaco a base di calce
- 2 Finestrino
- 3 Muratura portante in mattoni pieni a due teste
- 4 Tirante metallico antiscivolo: barra filetata zincata Ø 16 mm
interasse = 500 mm, cusceola s = 2mm, Dets = 60 mm,
bullone M12
- 5 Piatra metallica saldata in opera trattata con antiruggine: inserita
per tutta la lunghezza della parete in falso e per 50 cm nelle pareti
perpendicolari
- 6 Duree filettate Ø 18 mm di fissaggio della piastra alla muratura
tramite con antraggio e posizionare in modo alternato
- 7 Rete di CFRP bidirezionale, maglia 33 mm x 33 mm, spessore
medio 3 mm
- 8 Connettore in fibre aramidiche Ø 10 mm in fori Ø 12 mm inseriti
con resine epossidiche
- 9 Duree filettate Ø 12 mm di ancoraggio della piastra alla muratura
perpendicolare tramite con antraggio
- 10 Trave in legno esistente dell'ordigno principale, s = 270 mm
- 11 Fasciatura doppia in acciaio trattata con antraggio della trave
legnea esistente
- 12 Bullone M12
- 13 Travetto in legno dell'ordigno secondario, s = 120 mm
- 14 Tavelle in laterizio essiccato, s = 35 mm, l = 145 mm, p = 375 mm
- 15 Telo traspirante t.n.t.
- 16 Rete elettrosaldata Ø 6 mm 10x10
- 17 Barra Ø 16 mm / 500 mm, lunghezza 150 cm, foro Ø 36 mm
spallato con malta cementizia autostuccante
- 18 Massetto in calcestruzzo alleggerito, p max = 160 kN/m²,
l = 40 mm
- 19 Telo sottopavimento antiscivolo in fibre naturali, s = 4 mm
- 20 Massetto per impianti, p max = 60 kN/m², s = 80 mm
- 21 Pavimentazione, s = 30 mm.

INTERVENTO/PREVENZIONE: consolidamento strutturale dell'Unità Minima di Intervento

QUADRO SINOTTICO DEGLI INTERVENTI SULL'AGGREGATO

In conclusione, sono stati ripresi gli schemi relativi alla suddivisione in Unità Strutturali, Particelle Catastali e Unità Minime di Intervento dell'aggregato oggetto di studio per le quali è stato elaborato un **QUADRO SINOTTICO DEGLI INTERVENTI** sulla base di quelli studiati per i specifici casi studio analizzati che hanno rappresentato un esempio di approccio alle soluzioni più ricorrenti di intervento strutturale

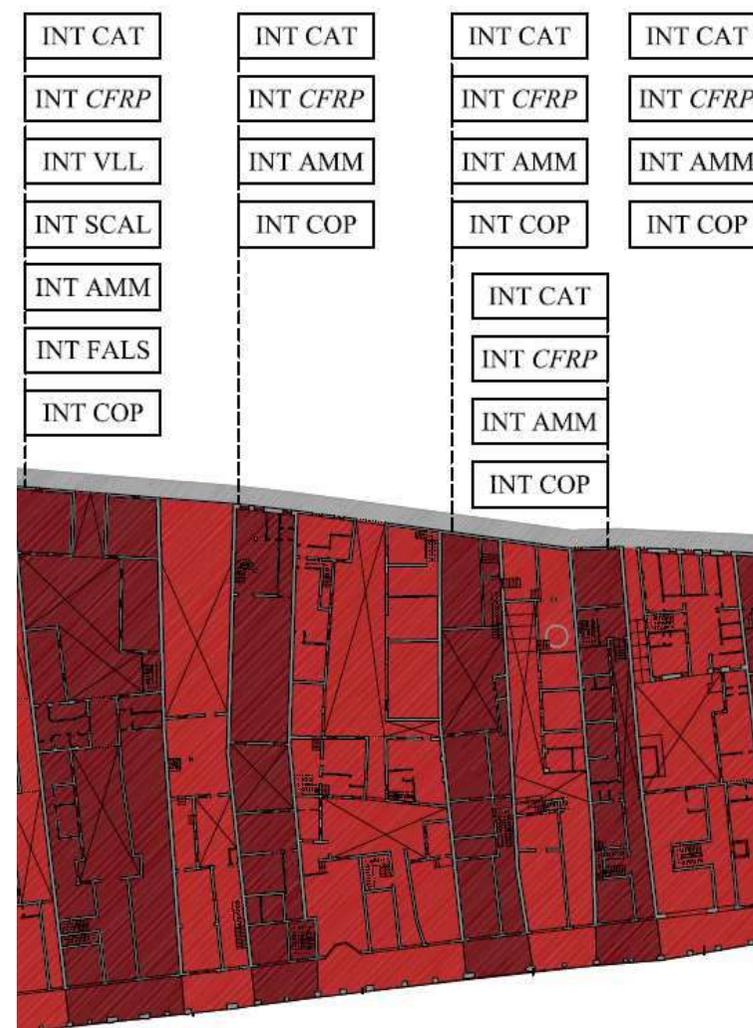


- INT CAT Inserimento di catene e consolidamento solaio
- INT CFRP Consolidamento puntuale con CFRP in corrispondenza delle lesioni
- INT VOLT Consolidamento delle volte del portico
- INT VLL Consolidamento solaio in voltine in legno e laterizio
- INT SCAL Consolidamento della scala a volta a botte
- INT AMM Intervento di ammassatura delle pareti di spina
- INT FALS Intervento sui muri in falso
- INT COP Inserimento di cordolo metallico e rifacimento copertura

INTERVENTO/PREVENZIONE: consolidamento strutturale dell'Unità Minima di Intervento

QUADRO SINOTTICO DEGLI INTERVENTI SULL'AGGREGATO

INT CAT	Inserimento di catene e consolidamento solaio
INT CFRP	Consolidamento puntuale con <i>CFRP</i> in corrispondenza delle lesioni
INT VOLT	Consolidamento delle volte del portico
INT VLL	Consolidamento solaio in voltine in legno e laterizio
INT SCAL	Consolidamento della scala a volta a botte
INT AMM	Intervento di ammorsatura delle pareti di spina
INT FALS	Intervento sui muri in falso
INT COP	Inserimento di cordolo metallico e rifacimento copertura



L'AGGREGATO STORICO: DIAGNOSI E PREVENZIONE «IN TEMPO DI PACE»

Sant’Arcangelo di Romagna (RN) ***Le lacune urbane***

Materiale tratto da

Mirko Petruzzi, Matteo Piscicelli

“Sant’Arcangelo di Romagna: Studi e proposte per la reintegrazione delle lacune urbane”

Tesi di laurea, Università degli Studi di Ferrara – Dipartimento di Architettura, A.A. 2013-2014

Relatori: Prof. Arch. R. Dalla Negra, Arch. M. Zuppiroli



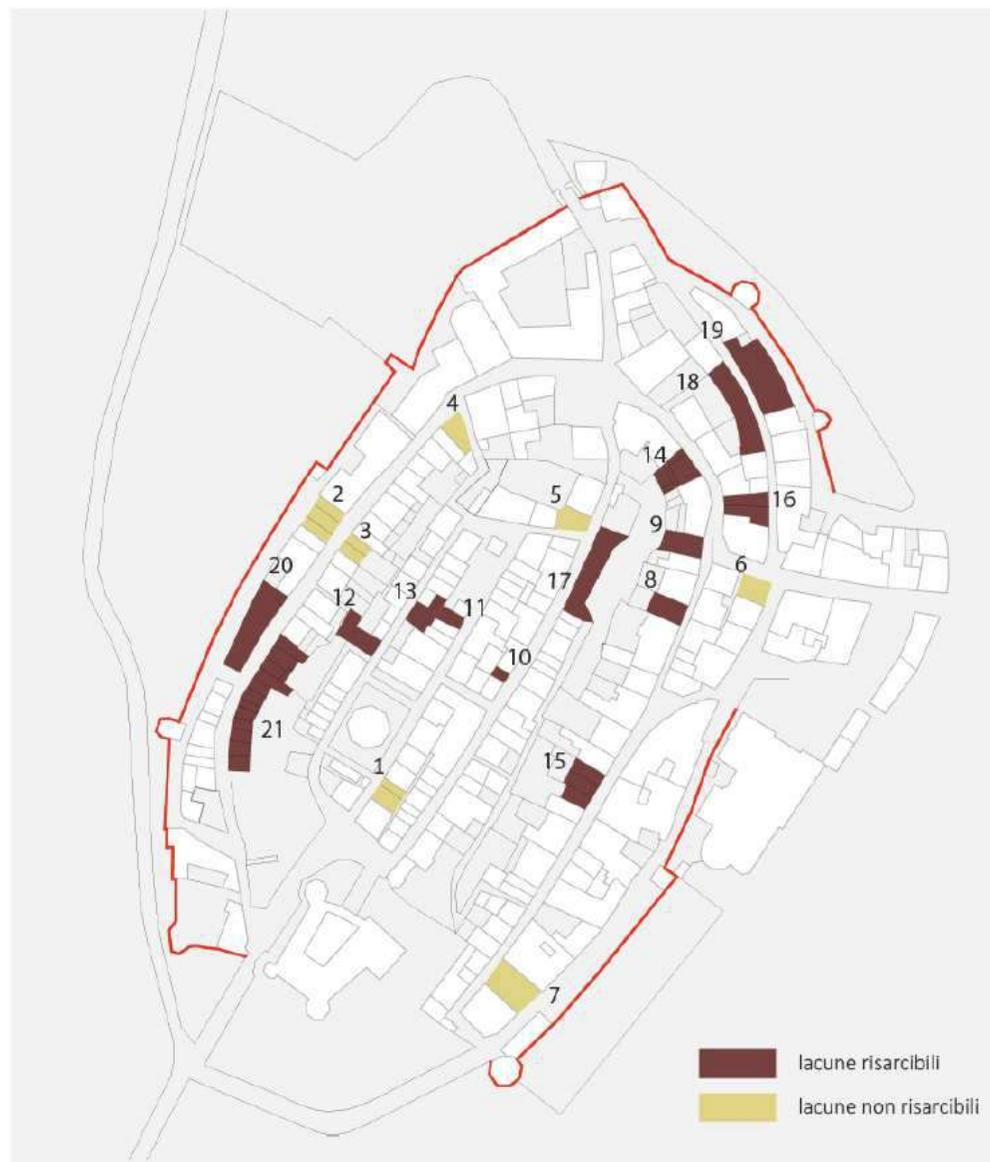
DIAGNOSI: rilievo dell'aggregato



DIAGNOSI: rilievo dell'aggregato



DIAGNOSI: analisi delle lacune urbane



DIAGNOSI: analisi delle lacune urbane

Lacune non risarcibili

Lacune interessate dal fenomeno di trasformazione dei tipi prospicienti la lacuna in varianti sincroniche angolari. Tale fenomeno è definito in tre diversi gradi di riappropriazione della lacuna:



_MUTAZIONE DIACRONICA 1
parziale fenomeno di trasformazione dell'unità edilizia adiacente alla lacuna in variante *diacronica angolare*. Il fenomeno si manifesta con l'apertura di finestre e piccole aperture sulle pareti prospicienti la lacuna.



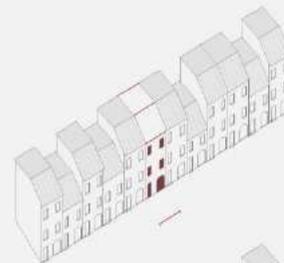
_MUTAZIONE DIACRONICA 2
completo fenomeno di trasformazione dell'unità edilizia adiacente alla lacuna in variante *diacronica angolare*. Il fenomeno si manifesta con l'apertura di finestre regolari e lo spostamento dell'ingresso sulle pareti prospicienti la lacuna, nonché la modificazione della copertura da doppia falda a testata di padiglione.



_MUTAZIONE DIACRONICA 3
totale fenomeno di trasformazione che determina la completa rotazione del fronte e l'annessione della lacuna interpretata come area di pertinenza dell'abitazione. Abbiamo quindi la formazione di aree cortilive murate e giardini. I fronti ciechi delle unità adiacenti ricercano una mediazione linguistica con i fronti principali (marcadavanzali, marcapiani, finestre cieche).

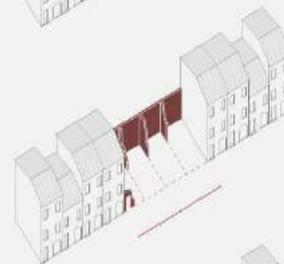
Lacune risarcibili

Le lacune non interessate da processi di trasformazione in variante sincronica angolare sono considerate risarcibili. A seconda della loro estensione e della presenza o meno di condizionamenti (tracce murarie, fondazioni) vengono classificate in:



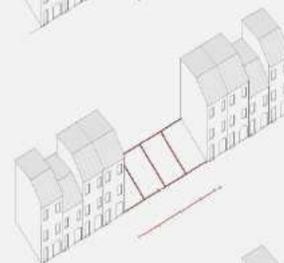
Reintegrazione di singoli edifici a morfologia condizionata

LACUNE PUNTUALI
assenza del fenomeno di trasformazione dell'unità edilizia adiacente alla lacuna in variante *diacronica angolare*. Il fenomeno si manifesta con le pareti prospicienti la lacuna cieche e prive di aperture.



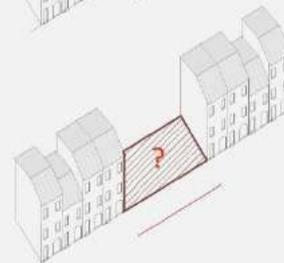
Reintegrazione condizionata del tessuto edilizio

LACUNE DIFFUSE CONDIZIONATE
assenza del fenomeno di trasformazione dell'unità edilizia adiacente alla lacuna in variante *diacronica angolare*. Il fenomeno si manifesta con le pareti prospicienti la lacuna cieche e prive di aperture.



Rigenerazione condizionata del tessuto edilizio

LACUNE DIFFUSE CONDIZIONATE
assenza del fenomeno di trasformazione dell'unità edilizia adiacente alla lacuna in variante *diacronica angolare*. Il fenomeno si manifesta con le pareti prospicienti la lacuna cieche e prive di aperture.

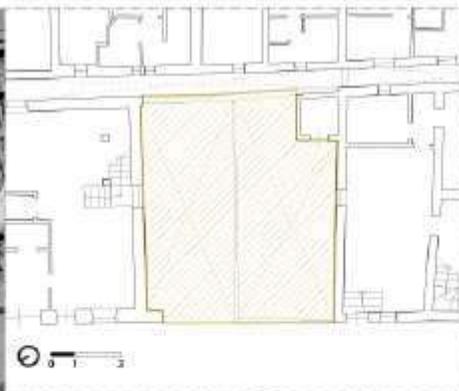


Rigenerazione del tessuto edilizio

LACUNE DIFFUSE
assenza del fenomeno di trasformazione dell'unità edilizia adiacente alla lacuna in variante *diacronica angolare*. Il fenomeno si manifesta con le pareti prospicienti la lacuna cieche e prive di aperture.

DIAGNOSI: analisi delle lacune urbane Lacune non risarcibili

Lacuna 1

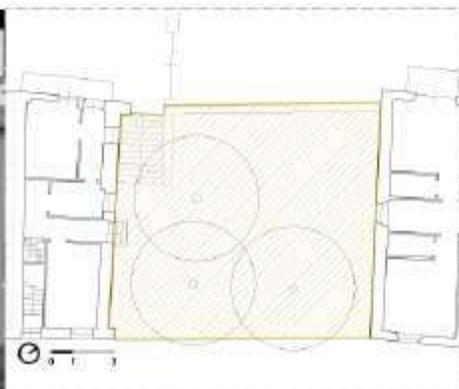


- _ Mappali: 189 -190-191
- _ Descrizione: area adibita a prato e/o parcheggio sulle cui facciate prospicienti si aprono porte e finestre
- _ Dimensioni: 81 mq
- _ Situazione proprietaria: proprietà privata
- _ Pregresso: area acquistata dal Comune nel 1934 e poi demolita nello stesso anno per ragioni di risanamento igienico
- _ Classificazione RUE: 5B

MUTAZIONE DIACRONICA 1



Lacuna 2



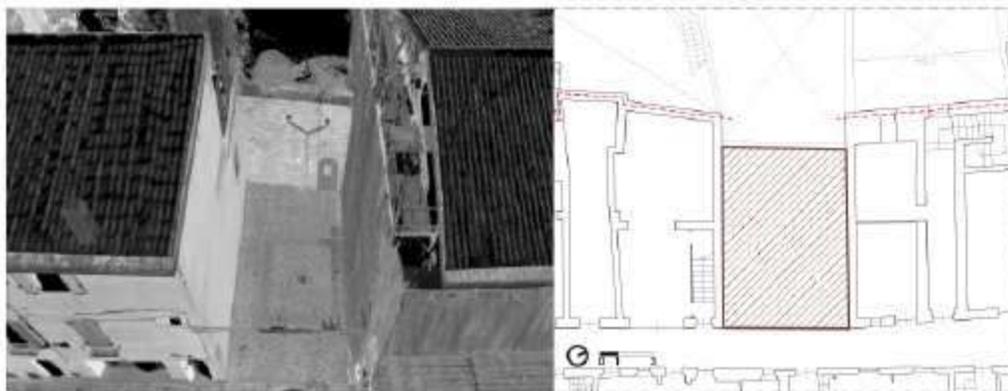
- _ Mappali: 62 - 63 - 64
- _ Descrizione: area pavimentata con panchine e alberature
- _ Dimensioni: 145 mq
- _ Situazione proprietaria: proprietà comunale
- _ Pregresso: aree acquistate dal Comune fra il 1933 ed il 1934 e demolite negli stessi anni per motivi di risanamento igienico
- _ Classificazione RUE: 5B

MUTAZIONE DIACRONICA 2



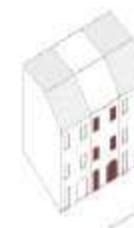
DIAGNOSI: analisi delle lacune urbane Lacune risarcibili

Lacuna 8

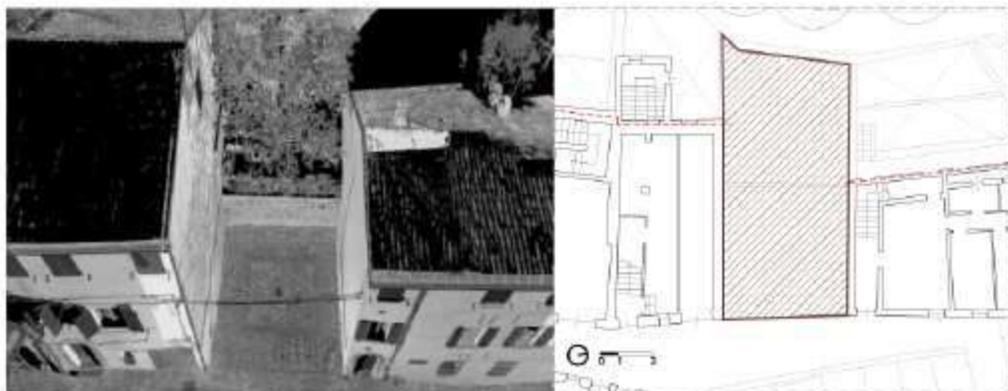


- _ Mappale: 3099 (ex 224)
- _ Descrizione: area pavimentata adibita a parcheggio
- _ Dimensioni: 72 mq
- _ Situazione proprietaria: proprietà privata
- _ Pregresso: area acquistata dal Comune nel 1940 e poi demolita per ragioni di risanamento igienico
- _ Classificazione RUE: 5B - 3C

REINTEGRAZIONE DI SINGOLI EDIFICI A MORFOLOGIA CONDIZIONATA



Lacuna 9



- _ Mappale: 219
- _ Descrizione: area pavimentata adibita a parcheggio
- _ Dimensioni: 57 mq
- _ Situazione proprietaria: proprietà privata
- _ Pregresso: immobile definito "in stato di rudere" nel 1977 a causa dei bombardamenti relativi alla Seconda Guerra Mondiale e quindi successivamente demolito
- _ Classificazione RUE: 5B

REINTEGRAZIONE DI SINGOLI EDIFICI A MORFOLOGIA CONDIZIONATA



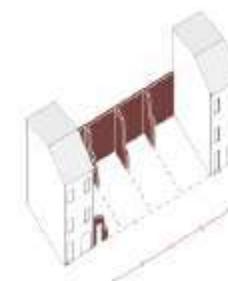
DIAGNOSI: analisi delle lacune urbane Lacune risarcibili

Lacuna 16



_Mappali: 3083 - 272 - 274
 _Descrizione: area a stato di rudere con
verde incolto
 _Dimensioni: 139 mq
 _Situazione proprietaria: proprietà privata
 _Pregresso: area demolita nel 1981 per
eliminare ogni possibilità di crollo e
cedimento per la pubblica incolumità
 _Classificazione RUE: 3B (272), 5B (3083 -
274)

**REINTEGRAZIONE CONDIZIONATA DEL
TESSUTO EDILIZIO**



Lacuna 17



_Mappale: 207
 _Descrizione: Area pavimentata sistemata
con panchine e alberature
 _Dimensioni: 228 mq
 _Situazione proprietaria: proprietà comu-
nale
 _Pregresso: edifici demoliti fra il 1884 ed il
1913
 _Classificazione RUE: 5B

RIGENERAZIONE DEL TESSUTO EDILIZIO



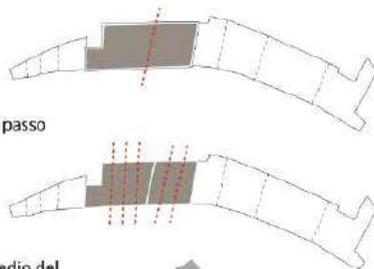
DIAGNOSI: il progetto della lacuna

LA RIPROGETTAZIONE DEL PASSO

Catasto Gregoriano 1831 d.C.



Informazioni da Catasto storico



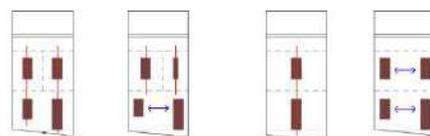
Riprogettazione del passo

Passo strutturale medio del
tipo base santarcangiolese



LA PROGETTAZIONE DEL FRONTE

Varianti rispetto alla disposizione delle aperture in facciata

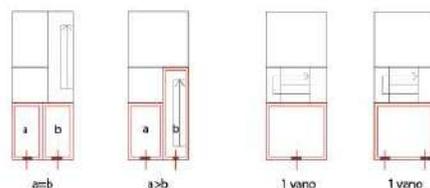


A1

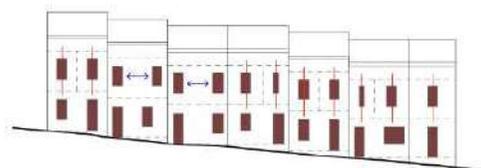
A2

B1

B2



Combinazione delle varianti



IL PROGETTO DELLA LACUNA

Schema planimetrico dei corpi scala

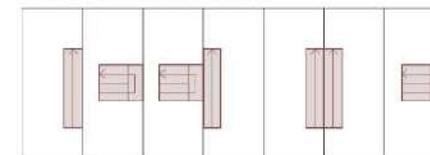
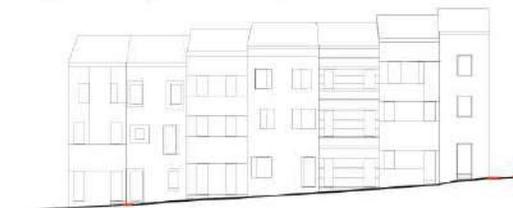


Diagramma compositivo dei fronti_contrada dei Fabbri



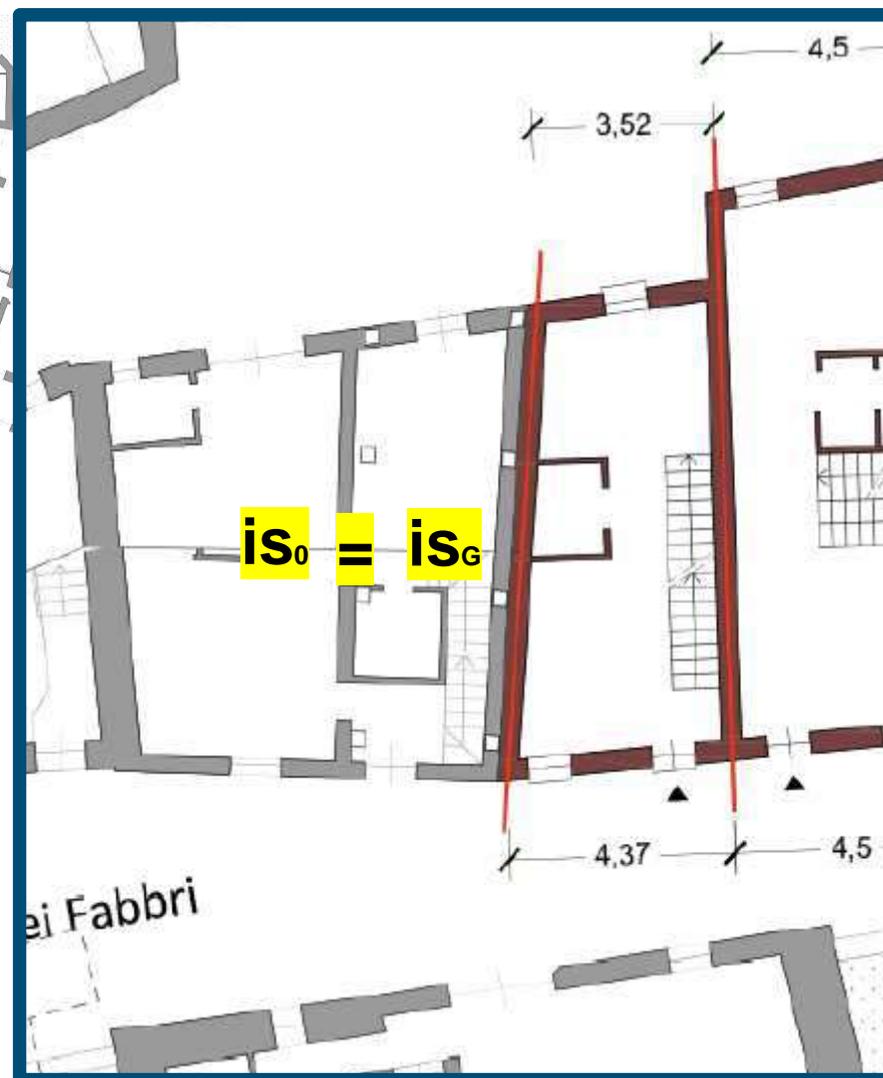
Diagramma compositivo dei retri_via del Platano



DIAGNOSI: il progetto della lacuna



DIAGNOSI: il progetto della lacuna



DIAGNOSI: il progetto della lacuna

