

Piano di Ricostruzione

post terremoto del 6 aprile 2009

Decreto Commissario Delegato alla Ricostruzione 9 marzo 2010 n.3



REGIONE
ABRUZZO



REGIONE ABRUZZO

CONVENZIONE DEL 17 SETTEMBRE 2012

**Responsabile per l'attuazione
della Convenzione**

Rinaldo Seca
Sindaco

**Responsabile Unico del
Procedimento**

geom. Daniele Di Bonaventura
Responsabile Ufficio Tecnico



UNIVERSITA' DEGLI STUDI
G. D'ANNUNZIO CHIETI-PESCARA
Dipartimento di Architettura

**Responsabile del PdR e
Coordinatore scientifico**
prof.arch. Stefano D'Avino

Consulenze scientifiche

prof.arch. Riccardo d'Aquino *architettura*
prof.arch. Matteo di Venosa *urbanistica*
prof.ing. Giovanni Mataloni *rilievo fotogrammetrico*
prof.geol. Nicola Sciarra *geologia*
dott. Antonio Stroveglia *sviluppo socio-economico*
prof.arch. Marcello Villani *storia dell'architettura*

Gruppo di lavoro

arch.Roberta Di Ceglie
arch. Claudia Fornaro
arch. Rita Prencipe

**Linee guida per gli interventi di restauro e
consolidamento degli edifici**

*Abaco degli elementi e delle tipologie del costruito.
Rilievo delle forme di degrado presenti sui prospetti*

R5

INTRODUZIONE

Lo studio e la lettura critica costruito storico del Comune di Castelli, colpito dal sisma del 2009, condotto attraverso una campagna di rilievo delle caratteristiche geometriche e strutturali dei manufatti, del loro comportamento nonché del quadro lesivo determinatosi, deve essere inteso come lo strumento prioritario attraverso il quale l'Amministrazione Comunale potrà indirizzare le opportune opere di consolidamento e miglioramento delle caratteristiche antisismiche nonché preventivare le future attività di conservazione e valorizzazione del patrimonio architettonico castellano.

L'intento primario della ricerca era quello di evidenziare i comportamenti macroscopici dell'insieme edilizio ed i reciproci condizionamenti fra gli edifici, segnalando altresì la presenza ed il ruolo di quegli elementi architettonici (basamenti, archi, cordonature...) che risultano determinanti per una valutazione di vulnerabilità, sempre tenendo conto della normativa di riferimento (in appendice).

In termini metodologici, uno studio sul comportamento delle strutture architettoniche in caso di evento sismico si deve porre l'obiettivo di inquadrare quali categorie di dati possano ritenersi indicatori significativi di stati di sofferenza col fine di "individuare una o più parti che si configurino come ambiti urbanistici ed edilizi significativi finalizzati ad un insieme di interventi integrati, aventi per oggetto uno o più aggregati edilizi" (Decr. CDR 9 marzo 2010, art. 4 comma b).

Un progetto volto al restauro, risanamento conservativo e recupero statico degli edifici non può, d'altro canto, non considerare le peculiarità insite in manufatti che vantano una storia di più secoli. L'obiettivo che ci si poneva era quello di fornire alcune direttive che sapessero indirizzare l'operatività nel rispetto di tali specifiche, ed uniche, caratteristiche; nonché delle modalità già tracciate dalla tradizione tecnica; altresì queste dovranno attentamente essere vagliate alla luce delle più aggiornate acquisizioni sia per ciò che attiene ai materiali come

pure per quanto riguarda gli indirizzi operativi da adottare in fase di cantiere.

Due aspetti che pure vanno osservati nel consolidamento di strutture storiche in area sismica sono quelli relativi alla reversibilità ed alla compatibilità di materiali e tecnologie introdotte: la prima comporta l'esecuzione di interventi che, a fronte di sopraggiunte innovazioni tecniche o tecnologiche, possono essere migliorati (o sostituiti) senza che ciò comporti la modificazione dell'originario assetto strutturale e le tipologie costruttive esistenti; la compatibilità riguarda invece l'impiego di materiali che debbono avere caratteristiche chimico-fisiche simili a quelli in opera, e comunque tali da non alterare la consistenza ed il comportamento dei materiali presenti nella costruzione. Interventi che, in ogni caso, dovranno essere condotti, pur nella consapevolezza di operare il consolidamento delle strutture danneggiate dal terremoto nonché raggiungere un miglioramento delle caratteristiche di risposta alle sollecitazioni sismiche, con l'obiettivo primario della conservazione del valore storico ed estetico insito nell'architettura.

Nel redigere le 'Norme di Attuazione del Piano di Ricostruzione del Comune di Castelli' l'opzione metodologica di partenza è stata quella di considerare il centro storico come un oggetto dinamico nel tempo, la cui 'organicità', presente a tutte le scale, non può non comportare una valutazione correlata dei singoli temi; lo studio ha privilegiato i dati relativi alle emergenze monumentali come pure ai caratteri storico-ambientali del borgo, attraverso l'analisi delle connessioni che legano l'architettura diffusa alle emergenze storico-architettoniche, comunque in una dimensione d'insieme. Va peraltro osservato come l'analisi dei fenomeni di interazione tra le diverse vulnerabilità (sismica, idrogeologica, ambientale) ha consentito di definire con maggiore precisione gli effetti di 'sovrapposizione' che spesso sono frequenti negli aggregati storici.

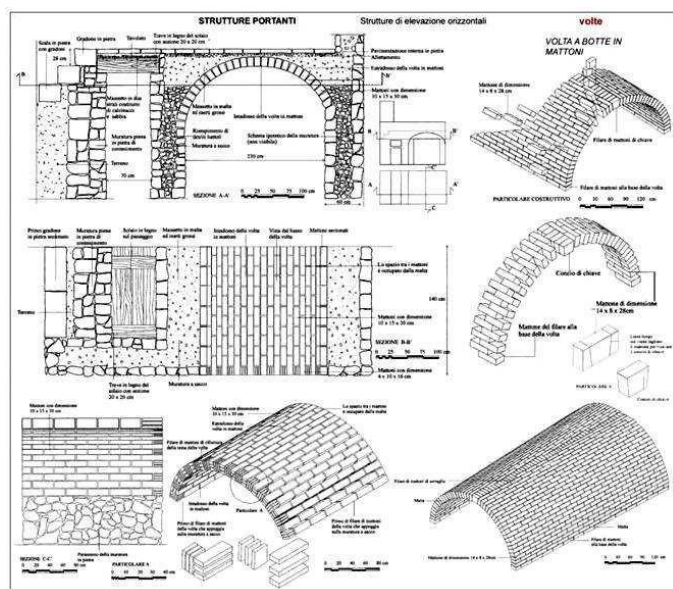
DESCRIZIONE DELLE TIPOLOGIE, DELLE STRUTTURE, DEI MATERIALI

La tipologia degli elementi costruttivi che caratterizza la quasi totalità dell'abitato storico di Castelli può ricondursi, in sintesi, ai modelli della tradizione. Su basi fondali continue si elevano apparecchi murari in prevalenza di tipo misto: a conci lapidei di varia pezzatura e diversa finitura, si alternano elementi di più ridotte dimensioni, scheggioni e porzioni murarie tessute con laterizi; la malta (di calce) appare, generalmente, non particolarmente ricca, con inerti di granulometria variabile. In alcuni casi si è rilevata la presenza di rappezzi apparecchiati con malta cementizia, evidentemente incoerente in tali contesti. (*figg. 1 e 2*)



Figg. 1 e 2

Il primo orizzontamento, a coprire locali semi-interrati destinati prevalentemente a cantine, laboratori e botteghe artigiane, è realizzato attraverso volte in laterizio posti 'in accoltellata' con profilo a sesto pieno o, in prevalenza, a sesto ribassato, con notevole massa di rinfianco; gli elementi laterizi, di cospicuo spessore (sino a 6 centimetri), sono a basso tenore di ferro e compatti. La malta interstiziale è a base di calce con presenza diffusa di inerti di considerevole granulometria. (*figg. 3 e 4*)



Figg. 3 e 4

Il secondo livello è determinato, ancora nella generalità dei casi, da un solaio ligneo di tipo tradizionale con sovrastante pavimento su massetto di notevole spessore; in taluni casi al tavolato di fondo è sostituito un piano realizzato con piastrelle. Sono stati altresì rilevati solai di tipo misto, in putrelle di ferro e voltine, evidente rimando ad una stagione di interventi collocabile nei primi decenni del Novecento. (fig. 5)

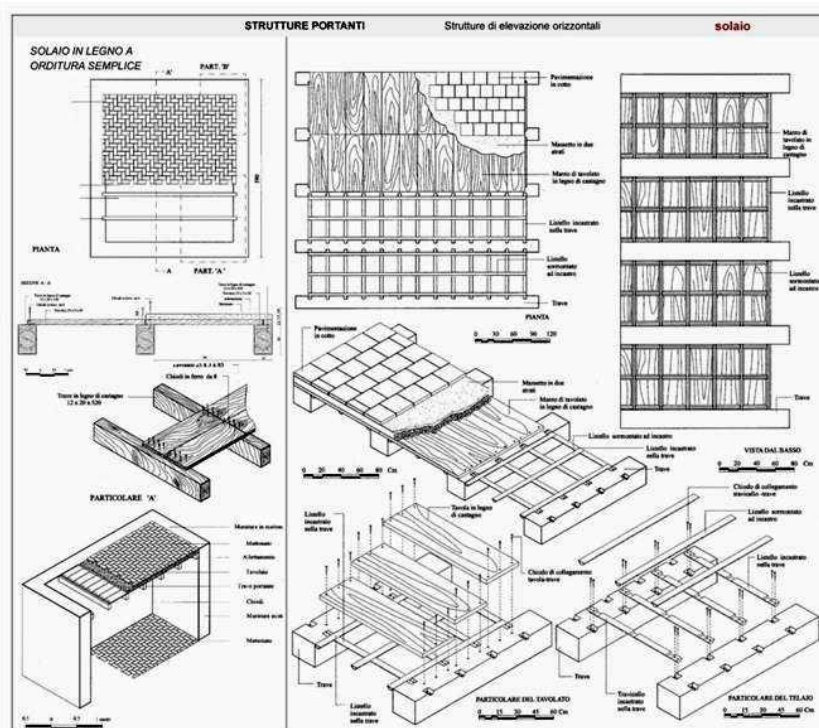


Fig. 5

Gli ambienti del secondo livello sono coperti con solai analoghi a quelli del livello inferiore o con volte a padiglione appaiecciate con laterizi disposti 'di piatto' (pseudo-volte), caratterizzate da notevole leggerezza ed apprezzabile elasticità. (figg. 6 e 7)



Figg. 6 e 7

Le coperture sono, nella quasi totalità dei casi, con tetto a falde composto da orditura lignea semplice primaria e secondaria (sebbene siano state rilevate strutture a capriata) con sovrastante piano in tavolato, o pannelle, e manto di coppi e contro-coppi. (figg. 8, 9 e 10)

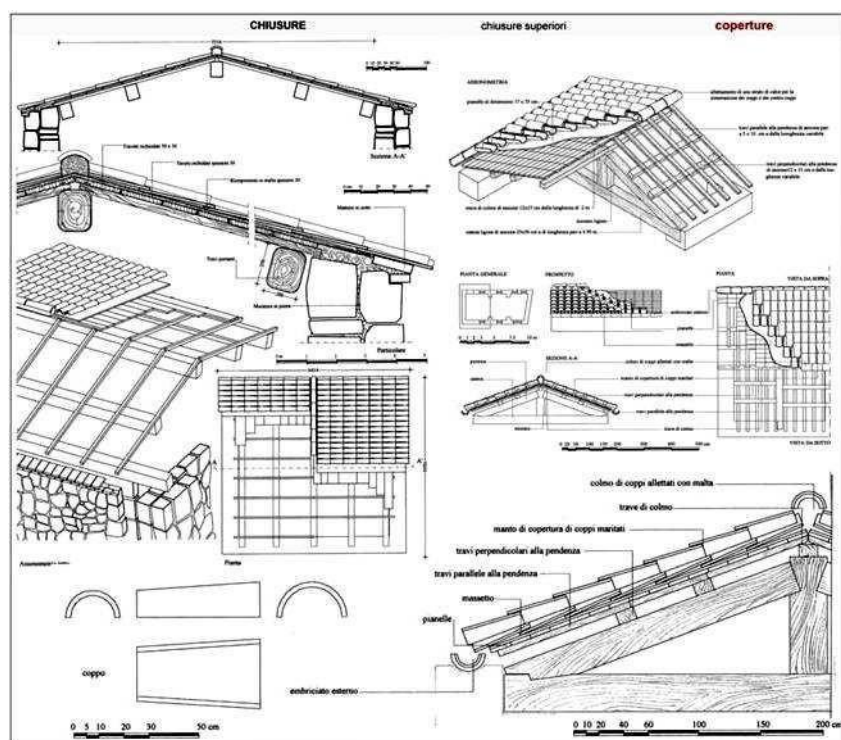


Fig. 8



Figg. 9 e 10

Gli elementi di collegamento verticale sono, di norma, costituiti di scale realizzate con volte in laterizio 'alla romana'; solo in alcuni casi sono presenti sistemi che utilizzano come elemento strutturale portante profili in ferro. (*fig. 11*)



Figg. 11 e 12

La finitura superficiale è realizzata, nella maggioranza dei casi, con intonaco di calce (almeno dove opportune opere manutentive ne hanno permesso la conservazione) (*fig. 12*) sebbene si rilevano casi di decorticamenti, perlopiù frutto di erronea interpretazione del carattere di storicità dell'architettura. (*fig. 13*) Sono altresì presenti unità edilizie (sulle quali sono evidenti le tracce di interventi in tempi recenti) che presentano spessi strati di intonaco di malta cementizia, all'apparenza rinforzati da reti;

questi, oltre ad essere caratterizzati da un comportamento non omogeneo con l'apparecchio murario sottostante ed a costituire una perniciosa barriera all'evaporazione dell'umidità presente nella muratura, tendono a ricondurre in sottosquadro le pur apprezzabili modanature di portali e finestre. (fig. 14)



Figg. 13 e 14

MODALITA' DI COLLASSO

Il primo obiettivo è stato quello di individuare le principali modalità di collasso che hanno interessato gli edifici, con la significativa selezione delle architetture storiche; la ricerca ha preso avvio dallo studio delle sconnessioni determinatesi nella compagine muraria a causa delle azioni sismiche, che riducendo i complessi in macroelementi (porzioni più o meno estese della struttura muraria che, nel caso di murature di adeguata qualità, hanno un comportamento di tipo monolitico) attivano fenomeni di instabilità. Appare evidente che l'esame del comportamento sismico e delle condizioni di collasso di un edificio in muratura tradizionale non può prescindere da un accurato rilievo, volto in particolare alla valutazione di quegli aspetti che maggiormente condizionano la risposta sismica degli edifici oggetto d'indagine.

Si è pertanto cercato di porre attenzione, per quanto possibile in relazione alla disponibilità di dati documentali aggiornati ed al limitato arco temporale nel quale si è condotta la ricerca, alla configurazione geometrica dell'edificio, alla tipologia e qualità muraria, nonché alle caratteristiche tecnologiche del sistema resistente ed all'efficacia delle connessioni tra gli elementi

resistenti verticali e tra pareti ed orizzontamenti; sono state pure studiate le azioni che si esercitano sugli elementi strutturali, riconoscendo le principali condizioni sfavorevoli all'equilibrio (presenza di spinte non contrastate; assenza o carenza di condizioni delle ideali condizioni di vincolo delle pareti; carenze costruttive e tecnologiche; evidente incapacità resistente degli apparecchi murari per vetustà, interventi pregressi impropri). Infine sono stati indagati lo stato di degrado delle strutture, la presenza di un quadro fessurativo e la possibile interazione con le strutture adiacenti. In tal modo, rilevate le carenze strutturali e le vulnerabilità specifiche ed in assenza di determinati vincoli efficaci tra gli elementi costituenti la fabbrica, è stato possibile ipotizzare l'attivazione dei conseguenti meccanismi di collasso nonché definire, in modo assolutamente sperimentale, l'evoluzione dei relativi cinematismi.

I fenomeni di danno riscontrati sono i seguenti:

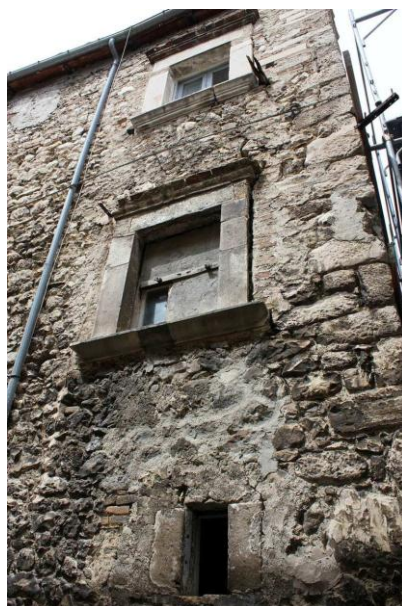
1. Discontinuità murarie dovute alla realizzazione di volumi in tempi diversi e con modalità eterogenee; il fenomeno è risultato accentuato in fabbricati già segnati da cattiva costruzione e/o insufficiente stato di conservazione delle strutture murarie esistenti. (*figg. 15 e 16*)



Figg. 15 e 16

2. Comportamento non omogeneo della struttura, con perdita di solidarietà fra elementi verticali, dovuto all'assenza di collegamento fra gli apparecchi murari con conseguente ribaltamento della facciata; fenomeno accentuato dalle

modifiche nel sistema distributivo di taluni edifici o dal cattivo ammorsamento fra le parti. (figg. 17 e 18)



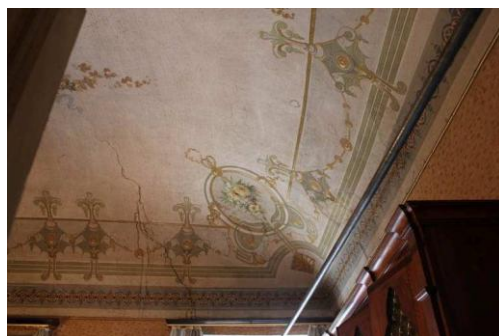
Figg. 17 e 18

3. Ridotte capacità nel comportamento delle murature imputabile, almeno in parte, all'utilizzo di malta povera ed incoerente, inerti grossolani di origine fluviale, elementi lapidei disomogenei per pezzatura e/o caratterizzati da lavorazione approssimata o addirittura posti in opera privi di sbazzatura. (fig. 19)
4. Creazione di aperture nella muratura per l'inserimento di impianti o allargamento di porte e finestre realizzato senza opportune riquadrature, ovvero non rinforzate. (fig. 20)
5. Presenza di luci eccessive ai piani inferiori ed in angolo con conseguente riduzione della sezione resistente. (fig. 21)



Figg. 19, 20 e 21

6. Perdita di solidarietà fra elementi verticali e orizzontamenti per difetto o assenza di presidi di incatenamento o per sofferenza di chiavi o catene per difetto di progetto, mancanza di manutenzione o vetustà.
7. Inflessione dei solai dovuta alla mancanza di continuità di questi con le murature perimetrali con conseguente aumento della luce libera di inflessione delle pareti.
8. Distacco dei soffitti dai muri portanti con relativo sfilamento delle teste delle travi dalle loro sedi determinato dall'insufficiente ammorsamento con gli appoggi. (*fig. 22*)
9. Lesioni negli spigoli delle volte a padiglione (il cui crollo è stato scongiurato per il buon ingranamento proprio degli apparecchi 'a spina di pesce' e per la resistenza a trazione offerta dalla malta). (*fig. 23*)



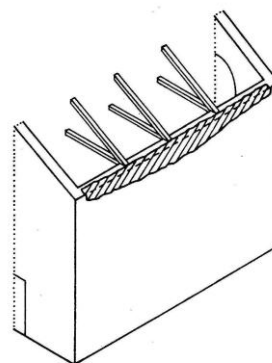
Figg. 22 e 23

10. Lesioni delle volte strutturali, con profilo a sesto pieno o ribassate, imputabili ad un sovraccarico, all'incoerenza dei materiali di riempimento o ad un insufficiente resistenza dei muri d'imposta. (*figg. 24 e 25*)



Figg. 24 e 25

11. Lesioni nelle volte apparecchiate con mattoni disposti 'di piatto' ('pseudo-volte') il cui rischio di collasso è ridotto dalla efficace elasticità propria del sistema e dalla resistenza a trazione offerta dalla malta interstiziale. (fig. 26)
12. Dissesto pronunciato nelle coperture con tetto ligneo imputabili a carpenterie formate da elementi realizzati attraverso la connessione di più travi, connesse a mezzo di semplice chiodatura e privi di opportuni incastri.
13. Coperture lignee soggette a danno a causa di capriate prive di intelaiatura di posa e/o con puntoni spingenti contro i muri perimetrali o di supporto. (fig. 27)



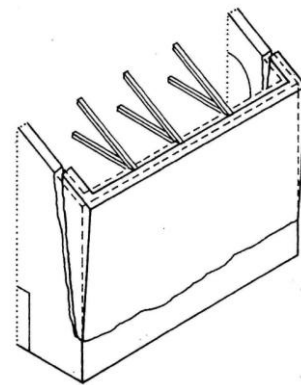
Figg. 26 e 27

14. Danni a balconi o, più in generale, ad elementi sporgenti realizzati con l'utilizzo di lastroni massicci, eccessivamente aggettanti o insufficientemente sorretti da mensole inadeguate.
15. Diffusi quadri lesivi superficiali imputabili a intonaci realizzati con malte cementizie e/o di eccessivo spessore caratterizzate da un comportamento incoerente rispetto alla muratura di supporto.

I principali meccanismi di collasso possono così sinteticamente riassumersi:

1. Il ribaltamento semplice della parete che si manifesta attraverso la rotazione rigida di intere facciate o porzioni di

pareti rispetto ad assi pressoché orizzontali alla base di esse e che percorrono la struttura muraria sollecitata da azioni fuori dal piano. Tale fenomeno si manifesta, in generale, a causa dell'assenza di vincolo in sommità e nel collegamento fra le pareti ortogonali. Concause sono inoltre l'assenza di cordoli o catene ai piani; la presenza di orizzontamenti deformabili, intersezioni murarie di cattiva qualità; presenza di spinte non contrastate sulla parete; apparecchi murari realizzati 'a sacco' nei quali si verifichi una scarsa solidarietà fra le parti. (figg. 28 e 29)



Figg. 28 e 29

2. Ribaltamento composto di parete. Il meccanismo, particolarmente evidente in presenza di apparecchi murari con ridotte proprietà meccaniche, si manifesta attraverso la rotazione rigida di intere facciate o porzioni di pareti rispetto ad assi in prevalenza orizzontali accompagnata dal trascinamento di parti delle strutture murarie appartenenti alle pareti di controvento. Le cause sono sostanzialmente le stesse che determinano il meccanismo di ribaltamento semplice; ad esse si somma la vulnerabilità indotta dalla presenza di bucatore in prossimità delle intersezioni.
3. Il meccanismo di ribaltamento dei cantonali si manifesta attraverso la rotazione rigida di un cuneo di distacco

(macroelemento), delimitato da superfici di frattura ad andamento diagonale nelle pareti concorrenti nelle angolate libere, rispetto ad una cerniera posta alla base dello stesso. Meccanismi di questo tipo sono indotti da spinte concentrate in testa ai cantonali dovute in particolar modo ai carichi trasmessi dai puntoni dei tetti a padiglione. (*fig. 30*)

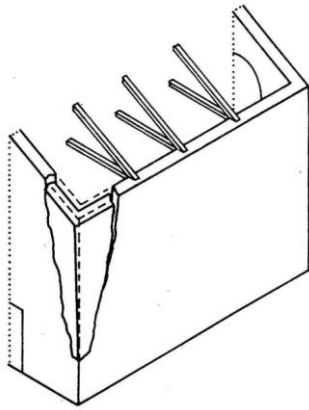
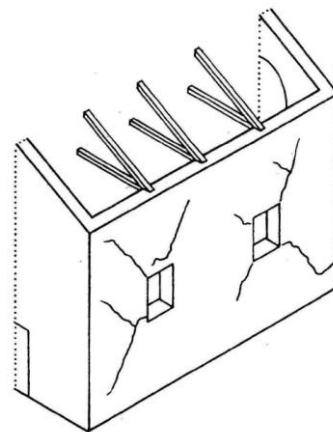


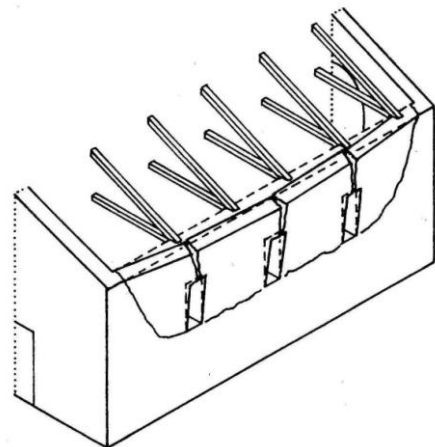
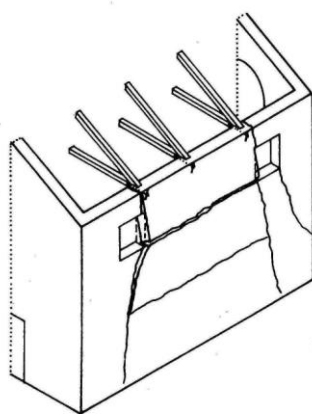
Fig. 30

4. Deformazioni angolari nel piano della parete e conseguente rottura a taglio. Il fenomeno, imputabile alla insufficiente resistenza alle sollecitazioni dinamiche sul piano, si manifesta attraverso lesioni ad andamento obliquo o incrociato. (*figg. 31 e 32*)



Figg. 31 e 32

5. La flessione verticale della parete si ha quando si determina una cerniera cilindrica orizzontale che divide la parete in due blocchi. Il meccanismo è dovuto principalmente ad una evidente carenza di collegamento alle pareti ortogonali. Tale fenomeno si associa a: snellezza eccessiva delle pareti; paramenti con poca solidarietà reciproca nel caso di apparecchi murari a sacco; spinte orizzontali localizzate; orizzontamenti intermedi mal collegati. (*fig. 33*)
6. La flessione della parete può anche essere orizzontale; essa si manifesta con l'espulsione di materiale dalla zona sommitale della parete. In tal caso, nonostante un efficace collegamento alle pareti ortogonali l'elemento soffre di un'assenza di vincolo in sommità dovuto ad un ridotto collegamento alla muratura del solaio di copertura o alla presenza di coperture spingenti. Altri fattori che possono indurre ad una flessione orizzontale della parete sono: presenza di aperture ricavate nello spessore murario (nicchie, canne fumarie, ecc.) ovvero paramenti di apparecchi murari a sacco con ridotta solidarietà reciproca. (*fig. 34*)



Figg. 33 e 34

7. I fenomeni di dissesto rilevati (inflessione della superficie del paramento in laterizio, espulsione di materiale) sono dovuti a sollecitazione da pressoflessione; questa può essere imputata a difetti di costruzione, alla presenza negli

apparecchi murari di elementi più resistenti rispetto agli altri con conseguenti deformazioni differenziate in funzione del diverso modulo elastico ovvero dal processo di invecchiamento delle malte, la cui decoesione può ingenerare la perdita dei vincoli posti a contrastare gli spostamenti orizzontali; l'insorgenza delle deformazioni e delle lesioni osservate, effetti propri dei dissesti da pressoflessione, sono da riferirsi all'impiego originario di malte di qualità scadente. Altresì si è osservata l'assenza di collegamento tra i paramenti murari delle murature nonché una intrinseca mancanza di omogeneità delle sezioni reagenti degli elementi murari. Causa quest'ultima che ha indotto in taluni elementi laterizi di facciata circoscritti fenomeni di schiacciamento che inducono ad ipotizzare una concentrazione dei carichi sugli stessi paramenti esterni. In particolare tale mancanza di omogeneità fra le sezioni, dove ciascun elemento è caratterizzato da un modulo di elasticità diverso da quello del materiale adiacente, comporta uno scostamento del baricentro meccanico dalla verticale.

8. Alla pressoflessione, va altresì associato un fenomeno secondario, lo schiacciamento, che amplifica il processo distruttivo prodotto dal dissesto principale. Si registra un fenomeno di espulsione di materiale che interessa importanti masse murarie; evidenziando superfici di frattura localizzate in corrispondenza delle zone basali con andamento iperboloidico, classico della rottura a compressione.

INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO E MIGLIORAMENTO DELLE CARATTERISTICHE DI ANTISISMICITÀ DEL COSTRUITO STORICO

A fronte di tali fenomeni induttivi di meccanismi di collasso possono essere messi in atto specifici interventi sugli elementi strutturali; questi consentiranno di eliminare le principali carenze strutturali dell'edificio nonché di conseguire un rafforzamento locale e dunque un maggior livello di sicurezza della costruzione.

Di seguito sono stati pertanto individuati gli "interventi idonei a garantire la migliore sicurezza delle costruzioni" (Decr. CDR 9 marzo 2010, art. 5 comma 2).

L'obiettivo, come contenuto del dettato normativo, è quello di "intervenire in maniera organica per garantire il consolidamento, la stabilità, la sicurezza, l'abitabilità e la funzionalità complessiva del sistema urbano nella sua interezza, nel rispetto dei valori storico ambientali esistenti in conformità a quanto stabilito dalla "Disciplina relativa a linee di indirizzo strategico e piani di ricostruzione - art. 2, comma 12 bis e art. 14, comma 5 bis del decreto legge 28 aprile 2009, n. 39, convertito con modifiche dalla legge 24 giugno 2009, n. 77", approvata con decreto del Commissario Delegato per la Ricostruzione – Presidente della Regione Abruzzo, 9 marzo 2010, n. 3. "Gli interventi sul costruito esistente vanno concepiti con l'obiettivo principale di ridurre la vulnerabilità delle strutture su cui si interviene riducendo al minimo le cause che possono mettere in pericolo la sicurezza e l'incolumità di chi le utilizza e limitando i danni che possono comprometterne l'uso per un tempo prolungato. In linea generale, ciò va perseguito nel rispetto di quanto previsto per le Costruzioni Esistenti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con il D.M. 14.01.2008 e dalla relativa Circolare n. 617 del 2.2.2009".

Bisogna evidenziare come l'intervento su un edificio danneggiato nel corso di un evento sismico (in particolare se inserito in un più ampio complesso architettonico) non può interessare solo una porzione ma deve essere indirizzato a tutta la struttura per migliorarne il comportamento complessivo ed aumentarne conseguentemente le capacità antisismiche; gli interventi non dovranno in sostanza limitarsi alle aree nella quali si è rilevato uno stato di dissesto (come nel caso di una risarcitura locale delle lesioni) ma il progetto dovrà tenere conto della stabilità globale della struttura.

Preliminarmente alla selezione del tipo di intervento mirato alla riduzione della vulnerabilità sismica della struttura, si è rivelato

necessario raccogliere informazioni sulle caratteristiche geometriche, sulle caratteristiche del sottosuolo, sulle proprietà dei materiali nonché sui dettagli strutturali; in funzione del grado di dettaglio di tali informazioni, è stato possibile poi stabilire quale fosse il livello di conoscenza per la specifica struttura oggetto di studio. Avendo osservato, come riportato in premessa, che i meccanismi di collasso delle strutture sono stati favoriti o, meglio, prevalentemente determinati dalla scarsità o inadeguatezza dei collegamenti fra pareti ortogonali e fra pareti e solai sarà necessario indirizzare gli interventi principalmente garantendo il miglioramento di tali vincoli.

Il miglioramento delle generali caratteristiche comportamentali degli apparecchi murari (particolarmente di quelli trasversali) concorrerà efficacemente all'aumento della resistenza del fabbricato alle forze taglienti generate dalle sollecitazioni dinamiche indotte dal sisma; talché, ove possibile, nei fabbricati planimetricamente più estesi si renderà del tutto opportuno ricorrere alla realizzazione di giunti attraverso la sconnessione dei corpi di fabbrica onde consentire un comportamento meno vincolato.

L'obiettivo di ridurre le carenze dei collegamenti può essere raggiunto attraverso incatenamenti costituiti da tiranti e/o catene **(a)** o mediante collegamento dei solai alle pareti murarie **(b)**; il necessario incremento della resistenza dei maschi murari potrà altresì conseguirsi con puntuali interventi di 'scuci e cuci' **(c)** e accurata risarcitura di lesioni e iniezioni di malta consolidante **(d, e)**. In taluni casi si renderà opportuno procedere, previo opportuno ed approfondito vaglio critico, alla demolizione di corpi di fabbrica incoerenti dal punto di vista strutturale alla fabbrica originaria in quanto il loro comportamento disarmonico può ingenerare in caso di sisma meccanismi concatenati di danno.

Sarà altrettanto efficace, ai fini del miglioramento delle caratteristiche antisismiche degli edifici, procedere alla riduzioni delle luci libere, segnatamente quelle presenti nei maschi murari di facciata; si dovrà, di conseguenza, evitare accuratamente

l'indebolimento delle apparecchiature murarie con l'apertura di nuovi vani o l'ampliamento degli esistenti

Va precisato come le note e le indicazioni metodologiche che seguono, sottoposte al necessario vaglio critico imposto dall'evoluzione della teoria, siano state derivate dalla normativa più attuale, riportata in appendice; ciò al fine di renderle prontamente applicabili ai casi di studio.

(a) INCATENAMENTI

Per incatenamenti si intende l'insieme dei sistemi di presidio e consolidamento dell'edificio in muratura, costituiti da catene, tiranti, collegamento di solai in legno alle pareti in muratura, in grado di ricostituire e restituire un comportamento scatolare e monolitico alle diverse componenti della fabbrica muraria. Gli incatenamenti rendono possibile alle pareti murarie sottoposte all'azione di elementi spingenti (archi e volte) ovvero strutture in copertura costituite da elementi spingenti di interagire mutuamente e fornire una risposta nei confronti delle azioni orizzontali, contenendo l'entità degli spostamenti e delle rotazioni delle pareti stesse e consentendo la mitigazione della vulnerabilità verso possibili meccanismi cinematici di ribaltamento per rotazione. Interventi di incatenamento sono altresì consigliati nel caso cedimenti differenziali delle fondazioni, per migliorare il comportamento scatolare e limitare gli spostamenti relativi di differenti parti strutturali.

Particolare efficacia si verifica altresì nell'uso di incatenamenti nel caso di apparecchi murari soggetti a sforzi di pressoflessione; infatti l'onda d'inflessione può, in tali casi, essere contenuta da catene inserite nel massetto pavimentale, oppure poco al disotto dell'intradosso del solaio.

Prima della posa in opera degli incatenamenti, dovrà valutarsi attentamente la qualità complessiva degli apparecchi murari (presenza di malta di buona qualità; assenza di evidenti vacuità; solidarietà fra gli elementi lapidei) specie in corrispondenza delle zone di attestamento dei presidi di contrasto, dove di norma si

determinano severe azioni locali (compressione e punzonamento), particolarmente critiche in specie nel caso di apparati murari con tessitura in pietre di piccole dimensioni, non quadrata ovvero con scadente qualità della malta di allettamento. Pertanto è opportuno valutare preventivamente l'opportunità di procedere, prima della posa in opera degli incatenamenti, all'esecuzione di opere di preconsolidamento con interventi di bonifica e miglioramento generale della qualità muraria (vedi, di seguito, i punti **c** e **d**); ciò poiché i tiranti, posti in opera, danno luogo ad un aumento anche sensibile della pressione orizzontale sugli apparecchi murari. Va altresì osservato come l'applicazione degli incatenamenti ad una fabbrica muraria deformata e/o decoesa non sia in grado da sola di ripristinare lo stato tensionale originario correggendo e riequilibrando gli effetti del dissesto; tuttavia essa può essere utilmente proposta per evitare ulteriori aggravamenti dei meccanismi e delle deviazioni tensionali, nonché per consentire alla struttura di sostenere azioni sismiche che altrimenti ne determinerebbero il collasso.

In particolare l'applicazione di catene orizzontali e verticali permette di creare in ogni setto murario cointeressato dai due tipi di tiranti uno stato di compressione biassiale. I tiranti orizzontali e verticali possono essere posti in opera anche con una certa pre-tensione, eventualmente distribuiti sull'intera facciata: concatenati ai muri contrapposti a quelli su cui posano i capichiave, per quelli orizzontali; nella fondazione, per quelli verticali. Ciò contribuisce in maniera sensibile a ridurre gli sforzi di trazione che dovessero interessare gli apparecchi murari in presenza di sollecitazioni di trazione come quelle, in particolare, generate dalle forze orizzontali espresse dai terremoti; tale intervento consente inoltre un significativo aumento della duttilità strutturale delle murature incatenate bi assialmente, venendo incrementata la resistenza al limite elastico e a rottura.

Le seguenti tipologie di incatenamenti tradizionali, o mutuati dalla tradizione, più comunemente adottate sono:

a.1 - catene metalliche (barre tonde o piatti) e relativi sistemi di ancoraggio alle testate delle pareti murarie; (*fig. 35*)

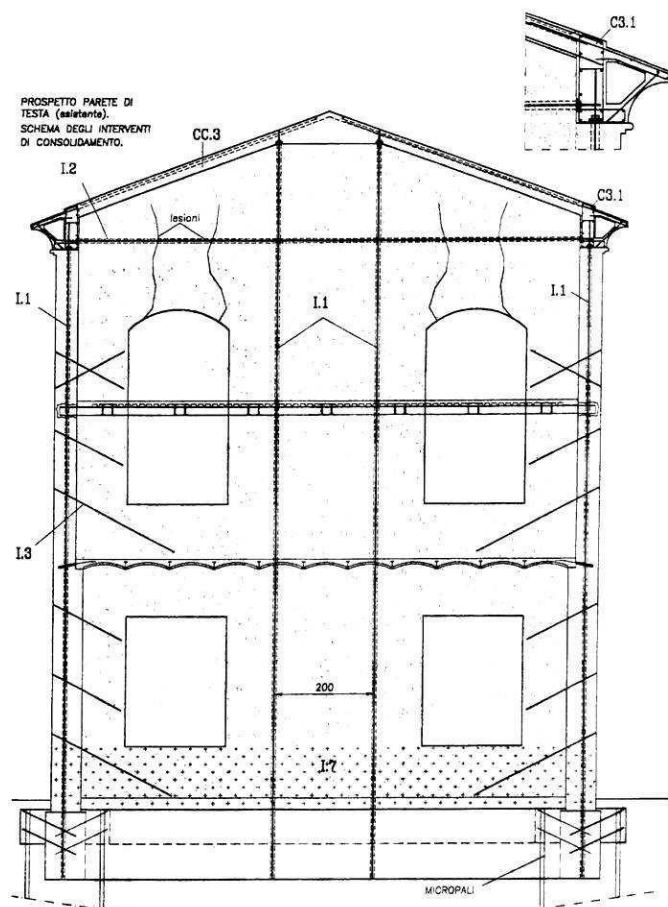


Fig. 35

a.2 - tiranti (barre post-tese in acciaio speciale; trefoli; cavi in acciaio armonico);

a.3 - travi in legno e/o metalliche costituenti gli elementi portanti degli orizzontamenti di piano (solai) e relativi sistemi (regge) di ancoraggio alle pareti murarie.

Il tiro delle catene (150-200 kg/cm²) può essere applicato secondo 'a caldo' o 'a freddo'; quest'ultima modalità è senza dubbio da preferirsi poiché consente di ristabilire nel tempo il giusto grado di tensionamento (ripristino per caduta di tensione). Manicotti-tenditori consentiranno di ristabilire il giusto grado di tensione nel momento in cui si verificasse una perdita di efficienza; l'adozione di manicotti consentirà inoltre di porre in opera tiranti che, a causa di una lunghezza eccessiva, rischierebbero di condurre un effetto ridotto per stiramento.

I capichiave, preferibilmente del tipo 'a piastra', vanno normalmente lasciati a vista; è infatti opportuno non indebolire la muratura occultando le tirantature orizzontali, ad esempio inserendole nel massetto del pavimento del solaio o allocandole in tasche di intaglio all'uopo realizzate nella muratura, successivamente mascherate con sovrapposizione di finti conci lapidei, opere a stucco o semplici inserti di intonaco. (fig. 36)

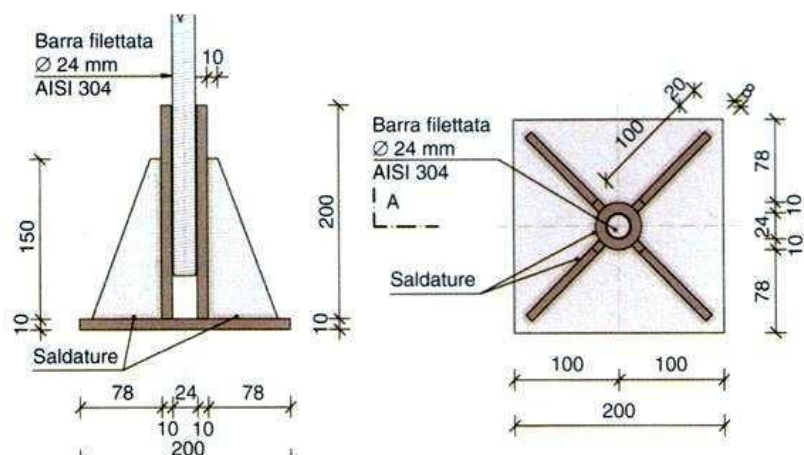


Fig. 36

Possono altresì adottarsi piastre in acciaio poste in sommità ed opportunamente rese solidali agli apparecchi murari mediante barre in acciaio (presidi passivi).

L'applicazione di nastri di consolidamento in materiale composito (fibre di carbonio con resine epossidiche) dovrebbe limitarsi alle strutture per le quali si preveda una successiva stesura di strato d'intonaco; altresì andrebbe preventivamente valutato con attenzione il grado di rigidità della struttura conseguente.

In tal caso vanno pure preventivamente osservate le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche della malta poiché queste si ripercuotono direttamente sul comportamento globale del manufatto architettonico: la porosità e la permeabilità dell'apparecchio murario influiscono infatti sia sui fenomeni di degrado della struttura sia sull'interazione con il materiale composito; la resistenza a rottura di un pannello murario rinforzato si riduce sensibilmente se il collegamento fra muro e rinforzo perde di efficacia, ad esempio in ragione di fenomeni di umidità di risalita.

I prodotti polimerici inoltre, soprattutto nella fase iniziale di applicazione, sono particolarmente vulnerabili all'umidità, subendo variazioni chimico-fisiche che possono compromettere l'efficacia dell'ancoraggio; per tanto si rende necessaria la preventiva riduzione del contenuto di acqua all'interno della muratura attraverso opportuni interventi di risanamento (fra gli altri, metodo Massari). Altresì, giacché l'efficacia dell'incollaggio di rinforzo può essere inficiata dalla presenza di una superficie degradata si raccomanda, al fine di evitare perniciose concentrazioni degli sforzi, di procedere con preventivi interventi di pulitura e consolidamento dell'area di contatto; la muratura deve risultare quindi priva di parti friabili o scarsamente coese, ovvero di scagliature.

Va rammentato che l'alto contenuto di umidità, combinato con valori elevati di temperatura, può favorire una riduzione delle proprietà meccaniche dell'apparecchio murario e del polimero; pertanto, ponendo l'attenzione ad evitare che il tessuto in FPR crei una barriera al vapore, le fasce, disposte in orizzontale e/o verticale, debbono disporsi a maglia larga in modo da permettere l'evaporazione dell'eccesso di umidità.

(b) COLLEGAMENTO DEI SOLAI ALLE PARETI IN MURATURA

I solai lignei, in linea generale, possono essere considerati come elementi strutturali funzionali al conseguimento del ricercato mutuo incatenamento delle pareti murarie; la realizzazione di un vincolo (generalmente realizzato per mezzo di ancoraggi e piastre in ferro) fra le travi in legno costituenti gli elementi portanti dei solai e le murature portanti parallele all'orditura consente di solidarizzare mutuamente l'impianto murario portante.

Più recentemente tale tecnica è stata sviluppata anche con utilizzo di tecnologie e materiali innovativi con l'adozione di ancoraggi (fiocchi) realizzati in materiali compositi (fibre in carbonio, fibre metalliche ad elevata resistenza meccanica) adesi con matrici epossidiche. (*figg. 37, 38, 39 e 40*)

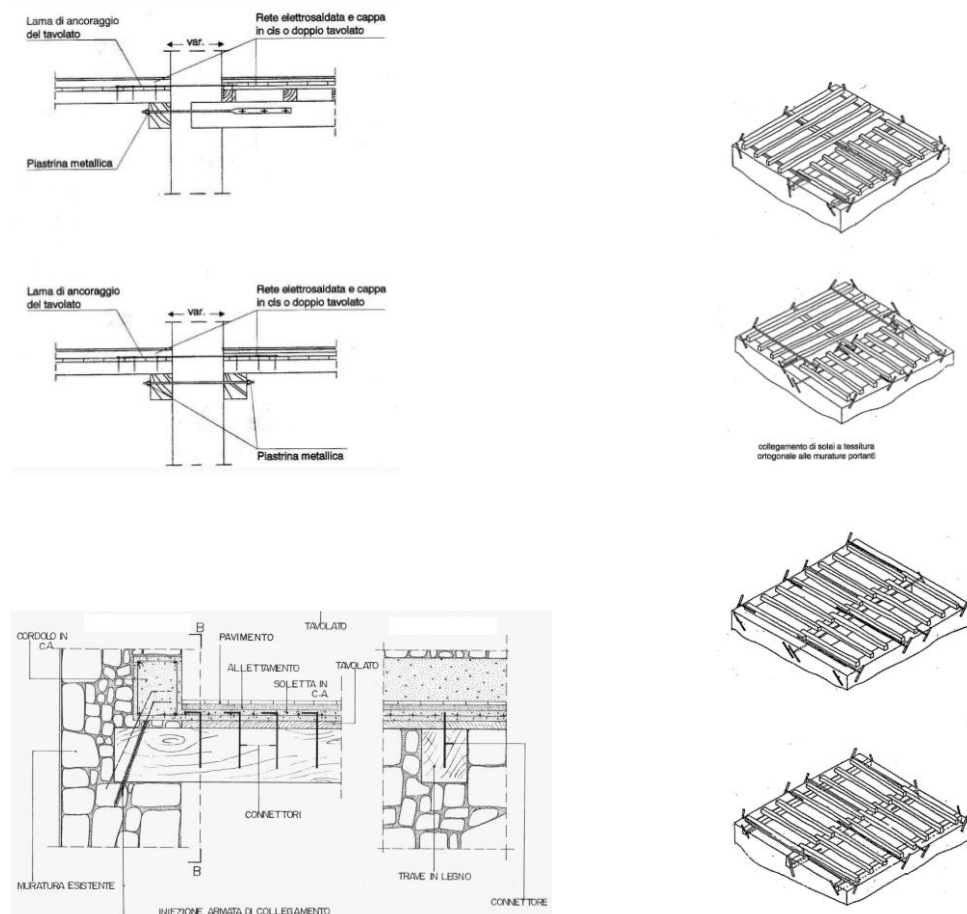


Fig. 37 - 40

Nei casi riscontrati di solai in latero-cemento e ferro-laterizio andrà realizzata una cordolatura, estesa all'intero perimetro dell'ambiente e opportunamente zancata agli apparecchi murari verticali, cui vincolare le teste delle travi. (figg. 41 e 42)

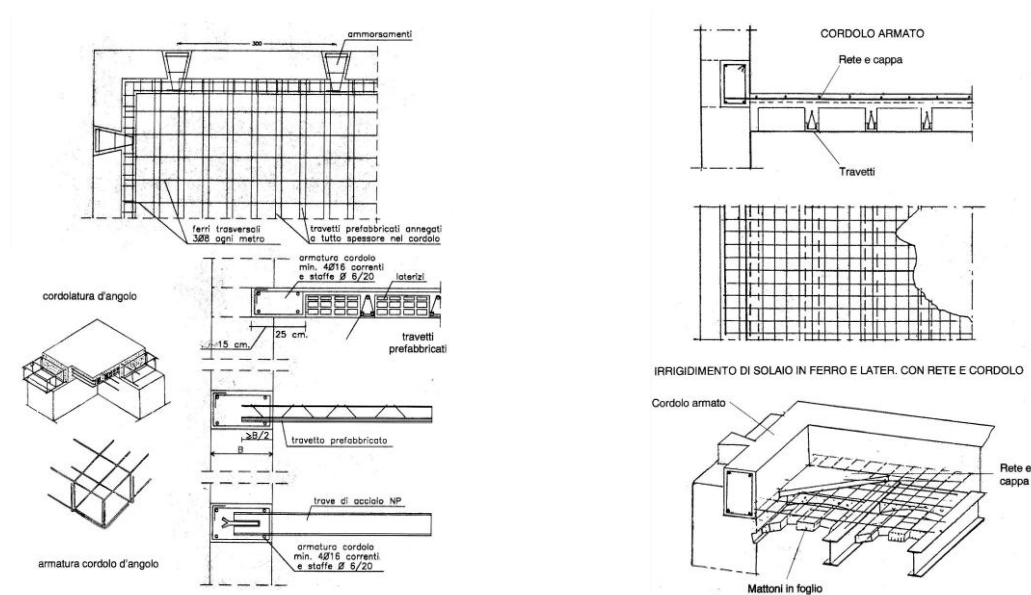


Fig. 41 e 42

(c) INTERVENTO DI 'SCUCI E CUCI'

Tale intervento di consolidamento puntuale sostitutivo consiste in una demolizione parziale dell'apparecchiatura muraria e nella successiva sua ricostruzione attraverso l'adozione di materiali con caratteristiche comportamentali e dimensionali scelte, previa realizzazione di opportune opere di presidio.

Si raccomanda l'utilizzo di malte compatibili, escludendo l'uso di prodotti a base cementizia. (*fig. 43*)

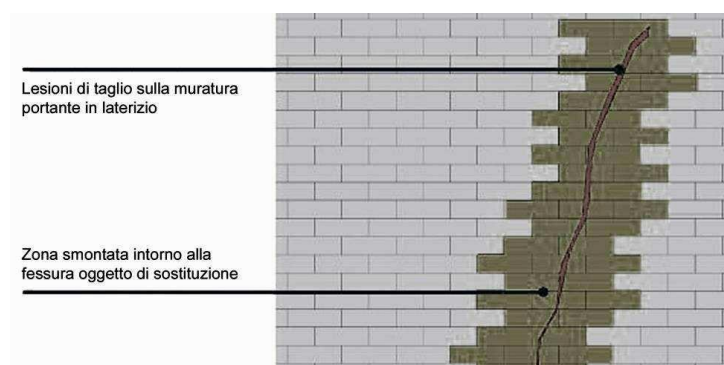


Fig. 43

(d) RISARCITURA DI LESIONI E INIEZIONI DI MALTA CONSOLIDANTE

La risarcitura di lesioni murarie può realizzarsi per mezzo dell'applicazione di rete di rinforzo, ovvero di una rete (griglia) a maglie quadrate in fibra di vetro messa in opera mediante l'utilizzo di una malta a base calce e pozzolana pozzolanica, rinforzata con l'aggiunta di fibre di vetro. Va precisato come nel caso di lesione passante per l'intero spessore della parete muraria, la fascia di rinforzo materiale composito dovrà essere posta in opera su entrambe le facce della parete.

Il consolidamento di un'apparecchiatura muraria oggetto di lesioni può avvenire anche per iniezioni, a saturazione: dopo la necessaria rimozione dell'intonaco decoeso e un'accurata scarnitura della lesione, vanno eseguiti i fori attraverso i quali iniettare la malta con utilizzo di utensile meccanico non battente; posizionamento degli ugelli o boccagli di iniezione in corrispondenza; iniezione, dal basso verso l'alto, della malta di calce idraulica fillerizzata esente da sali idrosolubili e inerti

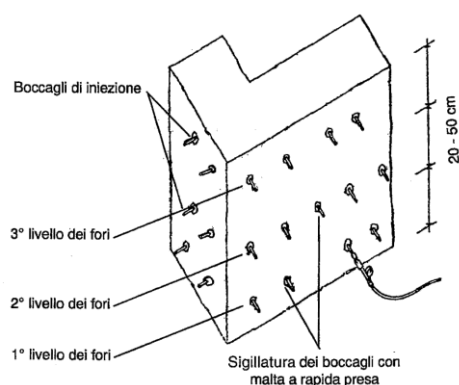
pozzolanici selezionati. L'uso di bassa pressione (minore di 2 atm) consente di evitare la formazione tensioni all'interno della massa muraria e le conseguenti coazioni con le cortine murarie esterne. E' fondamentale per l'efficacia dell'intervento che le miscele utilizzate posseggano i corretti requisiti reologici (1), elastici (2), chimici (3) e termici (4).

1. Malta sufficientemente fluida ma non tanto da indurre la segregazione dell'acqua (*bleeding*).
2. Onde garantire a restauro ultimato maggiore omogeneità nella sezione muraria occorre ridurre l'impegno statico dei paramenti esterni elevando il modulo elastico del calcestruzzo attraverso l'impiego di boiacche di medio-alta rigidità ovvero con un modulo elastico $\geq 15000 \text{ N/mm}^2$.
3. La presenza di solfati nelle murature impone boiacche leganti insensibili a questo sale (introdotto anche per capillarità) in quanto i leganti tradizionali (cemento Portland, calce idraulica) indurrebbero fenomeni di rigonfiamenti per effetto della reazione tra il solfato ed i prodotti di idratazione di tali leganti; pertanto sono consigliabili leganti privi di alcali ($\text{Na}_2\text{O} \leq 0,6\%$).
4. I gradienti termici che si generano all'interno di una muratura per effetto del calore generato dalla reazione acqua-legante possono determinare tensioni di trazione con conseguente soluzione di continuità. Le miscele con basso calore di idratazione sono quelle composte con boiacca di calce idraulica (o cemento d'altoforno).

È del resto provato quanto l'incremento della resistenza (sia statica quanto meccanica) di un apparecchio murario dovuta all'iniezione di malte consolidanti sia direttamente proporzionale alle caratteristiche della miscela. Va altresì sottolineato come in presenza di apparecchi murari che abbiano perduto una quota sensibile della originaria capacità resistente sarà necessario corroborare le iniezioni di malta consolidante (pur del tutto opportune a saturare efficacemente cavità e porosità intramurali) con altre tipologie di intervento. (*figg. 44 e 45*)

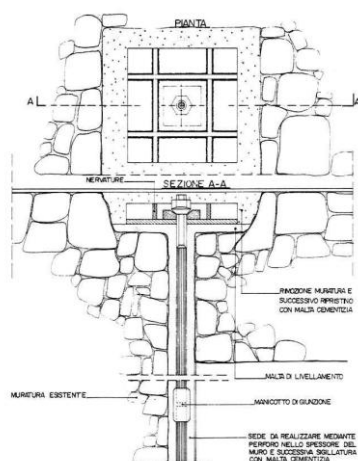
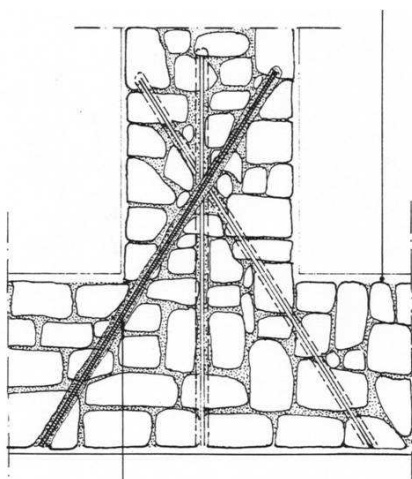


Figg. 44 e 45



(e) INIEZIONI ARMATE

Nelle iniezioni armate si inseriscono degli spezzoni di acciaio ad aderenza migliorata che vengono resi solidali alla muratura attraverso l'infiltrazione nei fori che portano le barre di miscele a base di resine epossidiche di tipo espansivo; rispetto alle iniezioni di malta cementizia consentono un sostanziale incremento di resistenza del setto murario poiché con tale metodologia operativa risulta considerevolmente aumentata la tenuta sia alle sollecitazioni di taglio come a quelle di trazione. (figg. 46 e 47)



Figg. 46 e 47

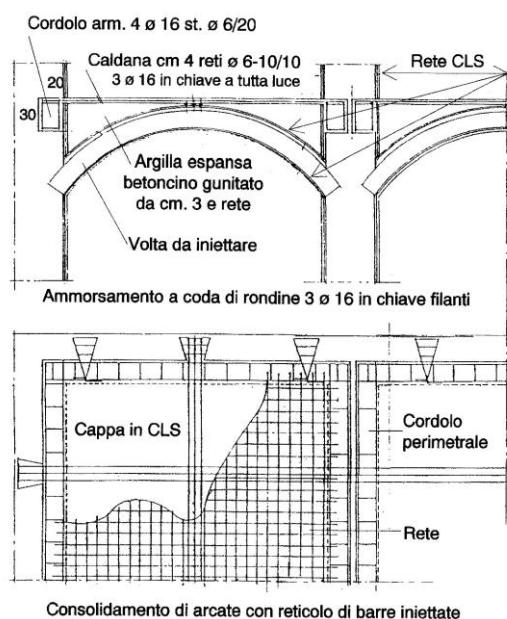
Le iniezioni armate sono indicate allorché si renda necessario il miglioramento della connessione (o si intenda realizzare una idonea ammorsatura) fra elementi murari adiacenti. Le iniezioni armate trovano inoltre applicazione nella stabilizzazione delle strutture voltate, sia quelle apparecchiate 'a conci' come quelle in laterizio (vedi sotto).

Affinché l'intervento con l'inserimento di iniezioni armate conduca all'incremento della resistenza complessiva degli apparecchi murari trattati è opportuno eseguire preventivamente infiltrazioni di miscele leganti così da preconsolidare il muro da rinforzare con le armature.

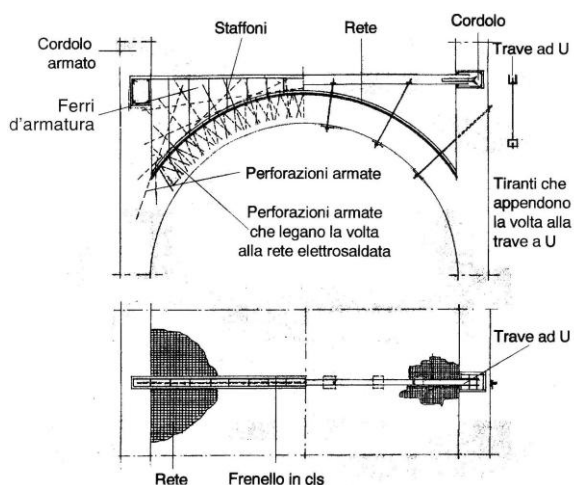
(f) CONSOLIDAMENTO DELLE VOLTE IN MURATURA

Il consolidamento delle volte in muratura tradizionale con compiti strutturali (in laterizio o in pietra da taglio), comunque apparecchiate, potrà eseguirsi realizzando in aderenza alla volta esistente una controvolta portante estradossale: dopo aver alleggerito la volta asportando i carichi sovrastanti, si procederà alla pulizia della superficie estradossale; la successiva sigillatura e incocciatura delle lesioni; la posa di rete elettrosaldata ancorata alla struttura originaria mediante perforazioni armate realizzate nello spessore. (fig. 48)

Qualora sull'estradosso della volta sia posto un piano di calpestio si potrà intervenire realizzando a cavallo della volta strutture di irrigidimento (dette 'frenelli'), in muratura o in legno lamellare, opportunamente solidarizzate alla struttura sottostante; al disopra verrà poi ricostruito il piano di calpestio. (fig. 49)



Figg. 48 e 49



Nei casi in cui la qualità nell'ammattionato non consentirà il suo disfacimento sarà consigliabile inserire alle reni della volta dei sistemi di contenimento delle sollecitazioni orizzontali (barre in acciaio, trefoli in carbonio, ...) sebbene ciò implicherà una evidente compromissione estetica all'intradosso. (fig. 50)

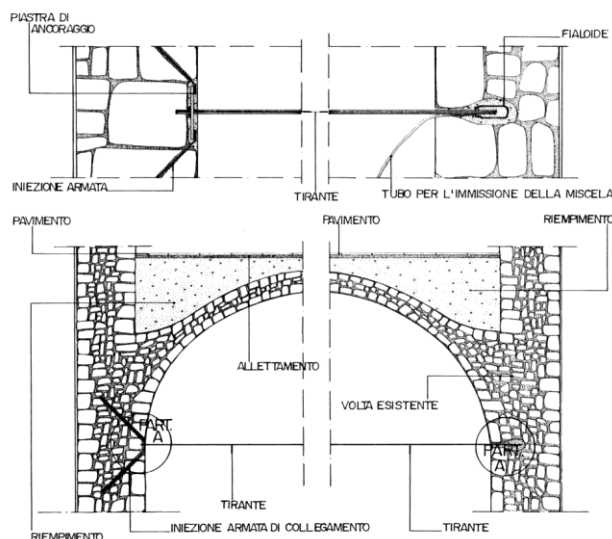


Fig. 50

In alternativa, particolarmente in presenza di strutture realizzate con laterizi disposti 'di piatto', il consolidamento delle volte potrà essere perseguito mediante l'applicazione all'estradosso di nastri di materiale composito posti a costituire una rete a maglia di circa 60 centimetri, badando a che questa venga fatta risvoltare sulla superficie muraria dei verticali, a costituire l'opportuna solidarizzazione. (fig. 51)

Il limite di tale metodologia risiede nel comportamento al fuoco: la temperatura di rammollimento delle malte in commercio si aggira intorno agli 80-100° il che ne sconsiglia l'uso su strutture adibite a forni o camini. Ulteriore rischio è rappresentato dal fenomeno della 'delaminazione' indotto da una non corretta disposizione dell'FPR; il fenomeno si manifesta quando il nastro o la lamina subiscono un cambio di curvatura che crea delle zone in cui le tensioni tangenziali si trasformano in radiali; in tal modo favorendone il distacco. Il problema è presente nelle volte e in genere nelle strutture ad arco, particolarmente in corrispondenza delle imposte. Risulta pertanto necessario impedire tale

meccanismo mediante il posizionamento di ancoraggi meccanici (come, ad es., profilati in acciaio) fissati sopra il rinforzo. (fig. 52)



Figg. 51 e 52

(g) CONSOLIDAMENTO DI TRAVI E SOLAI LIGNEI

In taluni casi potranno rendersi necessari interventi di rafforzamento di travi e solai in legno, almeno nel caso in cui essi mantengano una residua capacità resistente.

Tuttavia va ricordato come affinché i solai possano adempiere adeguatamente alle funzioni di rinforzo e ripartizione delle forze orizzontali devono essere molto rigidi nel piano; tale necessario irrigidimento si consegue con la posa in opera di opportuni sistemi di rinforzo: il miglioramento della loro capacità statica potrà, ad es., raggiungersi mediante l'inserimento di lamine all'interno di sedi opportunamente ricavate nella trave lignea per mezzo di fresatura.

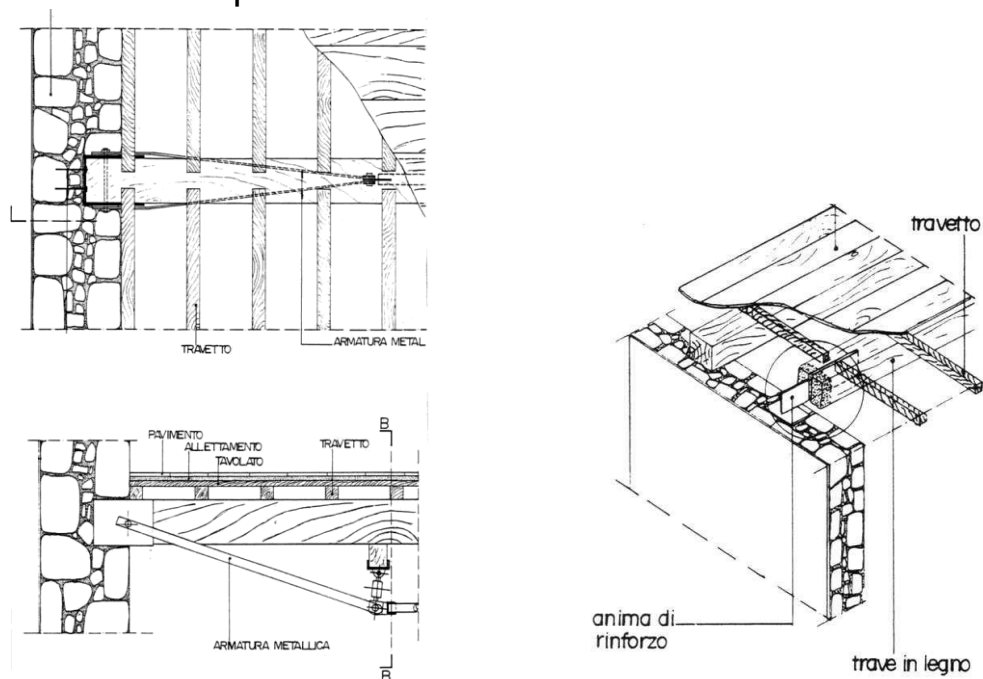
È peraltro fondamentale come, in un sistema strutturale 'scatolare' che si realizzi con l'obiettivo di aumentare le proprietà antisismiche di un'architettura storica, il solaio costituisca un diaframma orizzontale rigido opportunamente collegato con i setti murari portanti in maniera da trasmettere efficacemente, ed uniformemente, agli stessi le forze sismiche orizzontali. Risulteranno pertanto assai efficaci a tal fine cordolature realizzate per mezzo di iniezioni armate che interessino l'intero perimetro del solaio da rinforzare.

Preventivamente potranno richiedersi opere di consolidamento di porzioni di elementi strutturali in legno degradati da compiersi con impregnante epossidico di consistenza fluida in dispersione

acquosa; ovvero potrebbe essere necessario ricorrere all'integrazione di quelli ammalorati mediante rimozione della parte degradata della trave e successiva sostituzione con un elemento ligneo opportunamente sagomato e reso solidale alla porzione originale per mezzo di barre in fibra di vetro o incollaggi con resina.

Il rinforzo di elementi lignei finalizzato alla riduzione della freccia d'inflessione verrà condotto, previa adeguata pulizia del supporto ligneo che ne garantisca la migliore aderenza, attraverso l'applicazione di fasce in carbonio fatte aderire con resina epossidica sul lato delle fibre tese della trave in modo da migliorarne la capacità a flessione e ridurre la deformabilità. In alternativa potranno essere collocati sistemi catena-puntone in acciaio, ancorate a bicchieri 'in testa', al fine di incrementarne la capacità di carico. (figg. 53 e 54)

La solidarizzazione di nodi di capriata (puntone-monaci, puntoni-catene) potrà ottenersi mediante la realizzazione di opportuni elementi in piastra d'acciaio.



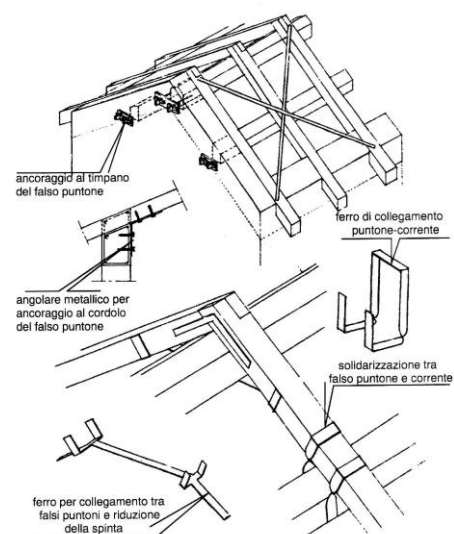
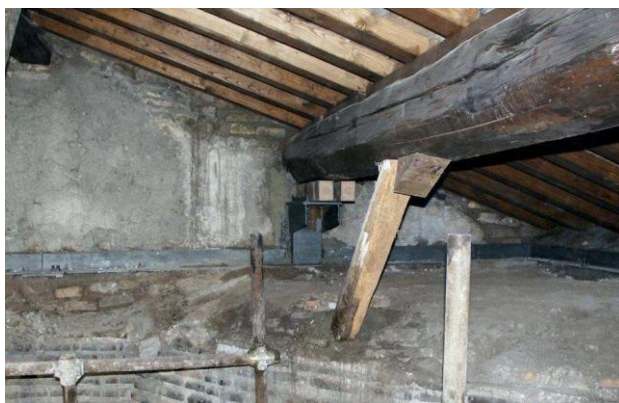
Figg. 53 e 54

(h) IL CONSOLIDAMENTO DEI TETTI

I principi informativi in merito al miglioramento delle caratteristiche di antisismicità dei tetti sono l'eliminazione delle

azioni spingenti che questi possono esercitare sui muri perimetrali e la mutua solidarizzazione mediante legatura degli elementi lignei che costituiscono il sistema di copertura. Conseguentemente gli interventi opportuni possono così sintetizzarsi:

1. Rafforzamento dei muri di sottotetto su cui posano gli elementi lignei principali della copertura attraverso la realizzazione di una cordonatura costituita da un profilato in acciaio ad 'L' solidale ai bicchieri di posa dei puntoni, opportunamente zancata per tramite di barre in acciaio alla sottostante muratura ed estesa a tutto il perimetro del fabbricato al fine di ripartire al meglio le sollecitazioni trasmesse agli apparecchi murari dal tetto. (fig. 55)
2. Rinforzo delle falde mediante incatenamento con lame metalliche disposte 'a croce di S. Andrea' al fine di vincolare le travi di ciascuna falda.
3. Contenimento delle spinte esercitate dagli elementi portanti del tetto sugli apparecchi murari che supportano la copertura mediante l'applicazione di tiranti che connettano, in prossimità degli appoggi, i puntoni contrapposti.
4. Aumento della solidarizzazione fra gli elementi lignei del tetto perseguita attraverso l'applicazione di regge di connessione in acciaio. (fig. 56)



Figg. 55 e 56

(i) INTERVENTI DIVERSI

Oltre all'adozione delle metodologie d'intervento sopra ricordate sarà necessario, nel consolidamento e miglioramento delle caratteristiche di antisismicità del costruito storico, seguire alcune regole relativamente ad interventi su strutture complementari, opere accessorie ed impianti:

1. Nell'installazione e posa di reti e impianti tecnici (cavi elettrici e di telefonia, tubature per l'adduzione di gas, sistemi di condizionamento, ...) sarà opportuno osservare particolare attenzione affinché questi non debbano in alcun modo inserirsi nello spessore delle murature, al fine di non ridurne la sezione resistente; sarà preferibile, ove non fosse realizzabile un condotto comune per le reti, la loro razionalizzazione e posa fuori-traccia (possibilmente e compatibilmente con la normativa, all'interno dei locali) in tal modo rendendosi pure facilmente ispezionabili (eventualmente facendo ricorso a 'pareti tecniche').
2. L'altezza libera esterna di camini e canne fumarie dovrà ridursi introducendo dei gomiti e portando l'uscita dei condotti in prossimità del colmo in modo da garantire comunque un efficace tiraggio.
3. Le cornici, i davanzali e le timpanature in pietra delle finestre, indipendentemente dallo stato di solidarietà mostrato al presente dovranno essere opportunamente ancorate alla muratura per tramite di zanche in acciaio inox o inserendovi barre in carbonio (ovvero per mezzo di incollaggi a resina); analogo intervento dovrà realizzarsi nei confronti di cornicioni, coronamenti particolarmente aggettanti, ringhiere e sporti.

(j) INTERVENTI SULLE SUPERFICI

Caratteri generali

Il tema delle coloriture delle superfici architettoniche in contesti storici, come nel caso di Castelli, non esula dalle riflessioni critiche condotte sul restauro negli ultimi decenni; non appaiono

infatti impropri ovvero inopportuni i richiami ad una preventiva interpretazione del palinsesto (avvalendosi, nel caso, di sezioni stratigrafiche di campioni significativi d'intonaco); alla possibilità offerta dal progetto di favorire la lettura del testo architettonico (favorendo il contesto all'architettura); ed infine, alla necessità di garantire la minima invasività, la reversibilità del trattamento, nonché, soprattutto, la massima compatibilità fra supporto e pellicola pittorica.

Intonaci e pitture a calce

Proprio in relazione a quest'ultimo punto va osservato come ogni legante (particolarmente se in formulazioni applicate all'esterno) dovrebbe essere stabile alle condizioni atmosferiche, vantare proprietà osmotiche e nel contempo moderata idrofobia, al fine di evitare il veicolare dell'acqua e, conseguentemente, patologie degenerative, sia di natura chimica che biologica. Esso dovrebbe possedere comunque una permeabilità al vapore, superiore a quella propria di qualsiasi prodotto di sintesi (acrilici, vinilici, silossanici), che gli permetta di evitare quelle forme di degrado che normalmente interessano coloriture realizzate con tali prodotti, come, fra gli altri, la subflorescenza di sali (fenomeni di perforazione dello strato di pellicola, sollevamento e distacco con formazioni di pelli e indebolimento dell'intonaco sottostante). La mancata traspirazione degli intonaci indotta da trattamenti a base di formulati acrilici determina altresì nel tempo la microfratturazione della pellicola e la formazione di cretti ed alveoli con conseguente proliferazione di microrganismi.

Andrebbe dunque senza dubbio preferito un formulato che utilizzi come legante la calce; ovvero una dispersione molto diluita di calce in acqua (latte di calce) cui vengano aggiunti pigmenti minerali e terre, caratterizzata da grande traspirabilità; il risultato cromatico leggermente disomogeneo che si raggiunge con l'uso di tali prodotti consente altresì di ottenere sulla superficie un effetto di 'vibrazione' particolarmente apprezzabile in un contesto storico.

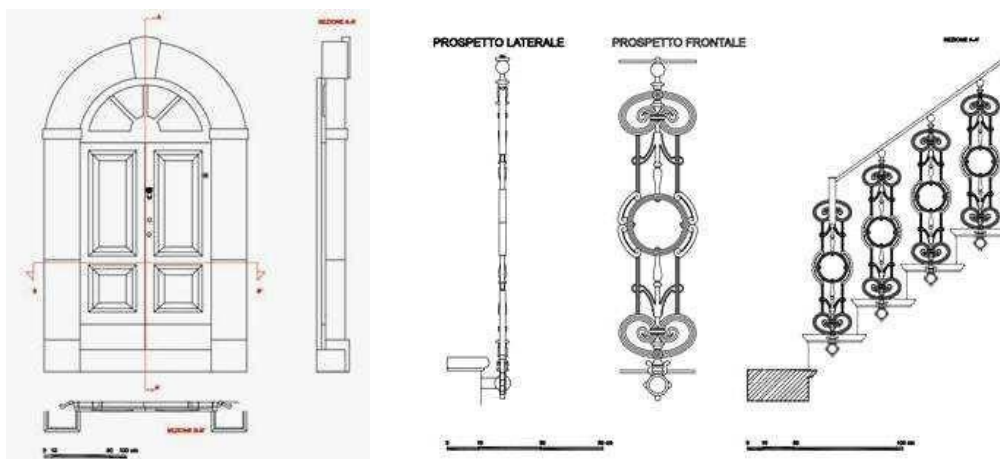
Una prima mano con latte di calce in maggiore percentuale consente di saturare le micro fessure e, in sostanza, 'preparare' la superficie; la concentrazione di colore sarà maggiore nella seconda mano. La terza deve essere infine data con acqua di calce e una piccola quantità di colore.

La scelta cromatica, ancorché riferirsi ad una tavola di riferimento, dovrà derivare, insieme, da indagini stratigrafiche condotte in situ (o in laboratorio) e dall'analisi critica del contesto; ciò consentirà di mantenere (ovvero, recuperare) una immagine delle superfici che potremmo definire 'storica', ricca di evocazioni particolari eppure con una prevalenza del valore d'insieme.

(k) INTERVENTI SUGLI ELEMENTI PRESENTI IN FACCIATA (INFISSI, RINGHIERE, SCALE, ...)

Se non trattando 'caso per caso' il tema in argomento non può essere risolto attraverso l'emanazione di dettami specifici ovvero neppure indicazioni puntuali, ch  l'essenza della questione rinvia pi  ad una esigenza di conservare i segni materiali tradizionalmente adottati nell'architettura castellana piuttosto che alla volont  di 'ricondere' tali caratteri ad un modello precostituito. Piuttosto, si intende qui richiamare l'attenzione a cogliere e conservare le specificit  in uso tradizionalmente, come i portali in pietra (*fig. 57*) (e, parimenti, quelli realizzati a simularne l'immagine, non meno importanti dal punto di vista dell'aspetto documentario) (*fig. 58*), le 'ordinate' delle facciate, la finitura a calce delle superfici murarie, le cornici e le modanature delle finestre (*figg. 59 e 60*), le trabeazioni di completamento (*fig. 61*), gli infissi in legno, le ringhiere in ferro battuto o ghisa (*fig. 62*), ...; nel contempo   parimenti importante che si sperimenti, negli interventi di consolidamento e ricostruzione del patrimonio edilizio danneggiato dal sisma, un esercizio di cantiere sensibile al recupero di talune caratteristiche formali che hanno costituito per secoli un imprescindibile valore testimoniale. (*fig. 63*)





Figg. 57 – 63

Sarà pertanto opportuno, come sopra richiamato, ripristinare l'uso della malta setacciata di calce per la stesura degli intonaci; prescrivere esclusivamente la posa di infissi in legno; eliminare le ringhiere vetrate nonché quelle che in ragione del materiale adottato o del disegno non siano riconducibili alla tradizione locale; eliminare le balaustre composte da candele e colonnotti in malta di cemento a favore di elementi in ferro che recuperino, necessariamente esemplificati, i profili di quelli originali. La necessaria sostituzione di canali di gronda e caditoie dovrà realizzarsi con l'adozione di elementi in rame brunito, opportunamente razionalizzati nella disposizione (preferibilmente al limite delle proprietà).

Dovranno infine eliminarsi le fasce basamentali; ché non trovano riscontro nella tradizione costruttiva abruzzese, almeno nell'edilizia storica.

Sarà, da ultimo, auspicabile un virtuoso processo di ibridazione (nonché di trasferimento di competenze) che coinvolga le competenze artistiche dei ceramisti, intese come portato materiale della cultura locale, negli interventi sulle superfici dell'architettura storica del borgo.

ALLEGATO. RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI

L. 5 agosto 1978, n. 457. Norme per l'edilizia residenziale

(omissis)

TITOLO IV

Norme generali per il recupero del patrimonio edilizio ed urbanistico esistente

Art. 27. *(Individuazione delle zone di recupero del patrimonio edilizio esistente).*

I comuni individuano, nell'ambito degli strumenti urbanistici generali, le zone ove, per le condizioni di degrado, si rende opportuno il recupero del patrimonio edilizio ed urbanistico esistente mediante interventi rivolti alla conservazione, al risanamento, alla ricostruzione e alla migliore utilizzazione del patrimonio stesso. Dette zone possono comprendere singoli immobili, complessi edilizi, isolati ed aree, nonché edifici da destinare ad attrezzature. Le zone sono individuate in sede di formazione dello strumento urbanistico generale ovvero, per i comuni che, alla data di entrata in vigore della presente legge, ne sono dotati, con deliberazione del consiglio comunale sottoposta al controllo di cui all'art.59 della legge 10 febbraio 1953, n. 62. Nell'ambito delle zone, con la deliberazione di cui al precedente comma o successivamente con le stesse modalità di approvazione, possono essere individuati gli immobili, i complessi edilizi, gli isolati e le aree per i quali il rilascio della concessione è subordinato alla formazione dei piani di recupero di cui al successivo art. 28.

Per le aree e gli immobili non assoggettati al piano di recupero e comunque non compresi in questo, si attuano gli interventi edilizi che non siano in contrasto con le previsioni degli strumenti urbanistici generali. Qualora tali strumenti subordinino il rilascio della concessione alla formazione del piano particolareggiato, sono consentiti, in assenza di questo, gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, nonché di restauro e di ristrutturazione edilizia che riguardino esclusivamente opere interne e singole unità immobiliari, con il mantenimento delle destinazioni d'uso residenziali.

Gli interventi di restauro e di ristrutturazione edilizia, qualora riguardino globalmente edifici costituiti da più alloggi, sono consentiti, con il mantenimento delle destinazioni d'uso residenziali, purché siano disciplinati da convenzione o da atto d'obbligo unilaterale, trascritto a cura del comune e a spese dell'interessato, mediante il quale il concessionario si impegna a praticare prezzi di vendita e canoni di locazione degli alloggi concordati con il comune ed a concorrere negli oneri di urbanizzazione, ai sensi della legge 28 gennaio 1977, n. 10.

Art. 28. *(Piani di recupero del patrimonio edilizio esistente).*

I piani di recupero prevedono la disciplina per il recupero degli immobili, dei complessi edilizi, degli isolati e delle aree di cui al terzo comma del precedente art. 27, anche attraverso interventi di ristrutturazione urbanistica, individuando le unità minime di intervento.

I piani di recupero sono approvati con la deliberazione del consiglio comunale con la quale vengono decise le opposizioni presentate al piano, ed

hanno efficacia dal momento in cui questa abbia riportato il visto di legittimità di cui all'art. 59 della legge 10 febbraio 1953, n. 62.

Ove la deliberazione del consiglio comunale di cui al comma precedente non sia assunta, per ciascun piano di recupero, entro tre anni dalla individuazione cui al terzo comma del precedente art. 27, ovvero non sia divenuta esecutiva entro il termine di un anno dalla predetta scadenza, l'individuazione stessa decade ad ogni effetto. In tal caso, sono consentiti gli interventi edilizi previsti dal quarto e quinto comma del precedente art. 27.

Per quanto non stabilito dal presente titolo si applicano ai piani di recupero le disposizioni previste per i piani particolareggiati dalla vigente legislazione regionale e, in mancanza, da quella statale.

I piani di recupero sono attuati:

- dai proprietari singoli o riuniti in consorzio;

- dai comuni, nei seguenti casi:

- a) per gli interventi che essi intendono eseguire direttamente per il recupero del patrimonio edilizio esistente di cui al precedente art. 1, lett. a), anche avvalendosi degli istituti autonomi per le case popolari, nonché, limitatamente agli interventi di rilevante e preminente interesse pubblico, con interventi diretti o mediante il convenzionamento con i privati;

- b) per l'adeguamento delle urbanizzazioni;

- c) per gli interventi da attuare, mediante esproprio od occupazione temporanea, previa diffida, nei confronti dei proprietari delle unità minime di intervento, in caso di inerzia dei medesimi.

L'esproprio può aver luogo dopo che il comune abbia diffidato i proprietari delle unità minime di intervento a dare corso alle opere previste dal piano di recupero, con inizio delle stesse in un termine non inferiore ad un anno.

Per i comuni che adottano, ai sensi dell'art. 13 della legge 28 gennaio 1977, n. 10, i programmi pluriennali di attuazione, la diffida di cui al comma precedente può effettuarsi soltanto una volta decorso il termine di scadenza del programma pluriennale di attuazione nel quale ciascun piano di recupero approvato viene incluso.

I comuni, sempre previa diffida, possono provvedere alla esecuzione delle opere previste dal piano di recupero anche mediante occupazione temporanea, con diritto di rivalsa, nei confronti dei proprietari, delle spese sostenute.

I comuni possono affidare la realizzazione delle opere di urbanizzazione primaria e secondaria ai proprietari singoli o riuniti in consorzio che eseguono gli interventi previsti dal piano di recupero.

O.P.C.M. n. 3779/2009, art. 1, comma 1

Gli obiettivi fondamentali da conseguire con gli interventi per i quali è prevista la copertura economica ai sensi del decreto-legge 28 aprile 2009, n.39, convertito con modificazioni dalla legge 24 giugno 2009, n. 77 ed i limiti di applicazione dei presenti indirizzi sono definiti nell'art. 1 comma 1 dell'O.P.C.M. n. 3779/09: *"Al fine di favorire il rapido rientro nelle unità immobiliari ubicate nei territori dei comuni individuati ai sensi dell'articolo 1 del decreto legge 39/2009, che hanno riportato danni tali da renderle temporaneamente inagibili, totalmente o parzialmente, (con esito di tipo B)*

e che possono essere oggetto di recupero dell'agibilità con misure di pronto intervento, ovvero che risultano parzialmente inagibili (con esito di tipo C), è riconosciuto un contributo diretto per la copertura degli oneri relativi agli interventi di riparazione degli elementi non strutturali e degli impianti, nonché la riparazione o gli interventi locali su singoli elementi strutturali o parti di essi, comunque idonei ad assicurare migliori condizioni di sicurezza ai sensi delle Norme tecniche delle costruzioni approvate con decreto del Ministro delle Infrastrutture del 14 gennaio 2008 e della relativa circolare applicativa n. 617 del 2 febbraio 2009".

Altri riferimenti normativi:

- D. MINISTERO LL. P P. 2 LUGLIO 1981 Normativa per le riparazioni ed il rafforzamento degli edifici danneggiati dal sisma nelle regioni Basilicata, Campania e Puglia.
- CIRCOLARE MINISTERO LL.PP. n.21745 (30.07.1981) Legge 14 maggio 1981, n. 219 - art. 10. Istruzioni relative alla normativa tecnica per la riparazione ed il rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma.
- Circolare 10 aprile 1997, n. 65 - Istruzioni per l'applicazione del D.M. 16 gennaio 1996 sulle costruzioni in zona sismica, Ministero dei Lavori Pubblici, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 97 del 28/04/1997.
- D. Lgs. n. 42 del 22 gennaio 2004 'Codice dei beni culturali e del paesaggio', (modificato dal D. Lgs. 24 marzo 2006, n. 156 e D. Lgs. 24 marzo 2006, n. 157 nonché dal D. Lgs. 26 marzo 2008, n. 62 e D. Lgs. 26 marzo 2008, n. 63)
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 47 del 26 febbraio 2009 - Suppl. Ordinario n. 27.
- CNR-DT200/2004, Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamenti di Intervento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati., Consiglio Nazionale delle Ricerche.
- Linee guida per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Collaudo di Interventi di Rinforzo di strutture di c.a., c.a.p. e murarie mediante FRP, approvate il 24 luglio 2009 dall'assemblea Generale Consiglio Superiore LL. PP.
- Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, DM 14 gennaio 2008, Ministero delle Infrastrutture, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008 – Suppl. Ordinario n. 30.
- Ordinanza Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3779 del 6 giugno 2009, Ulteriori interventi urgenti diretti a fronteggiare gli eventi sismici verificatisi nella regione Abruzzo il giorno 6 aprile 2009 e altre disposizioni urgenti di protezione civile, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 132 del 10 giugno 2009.