

A cura di

Maria Miano

Architetto

Libero professionista

Autori

Maria Letizia Accorsi

Architetto

Ricercatore universitario (SSD Restauro) - Facoltà di Architettura, "Sapienza" Università di Roma

Sara Amoroso

Ingegnere, Ph.D.

Ricercatrice - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Dipartimento di Sismologia e Tettonofisica, sede dell'Aquila

Stefano Avola

Assegnista di Tecnica delle Costruzioni - Università degli Studi dell'Aquila

Marco Biffani

Geologo

Ex-imprenditore, consulente in materia di tecniche avanzate ed ecologiche di demolizione, autore del testo "Manuale della Demolizione Controllata" - EPC Libri Editore

Francesco Borgogni

Architetto

Libero professionista

Giovanni Carbonara

Architetto

Professore ordinario di Restauro architettonico - Facoltà di Architettura, "Sapienza" Università di Roma

Antonio Castellucci

Architetto

Libero professionista

Pier Paolo Derinaldis

Architetto

Libero professionista

Adriano De Sortis

Ingegnere

Dottore di ricerca - Dipartimento della Protezione Civile, Presidenza del Consiglio dei Ministri

Donatella Dominici

Ph.D.

Università degli Studi dell'Aquila

Lorenzo Fanale

Assegnista di Tecnica delle Costruzioni - Università degli Studi dell'Aquila

Dante Galeota

Ingegnere

Professore ordinario di Tecnica delle Costruzioni - Università degli Studi dell'Aquila

Vincenzo Gattulli

Ingegnere, Ph.D.

Professore associato di Scienza delle Costruzioni - Università degli Studi dell'Aquila

Amedeo Gregori

Ingegnere, Ph.D.

Ricercatore di Tecnica delle Costruzioni - Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile-Architettura ed Ambientale, Università degli Studi dell'Aquila

Alberto Lemme

Ingegnere

Libero professionista

Eros Mannino

Ingegnere

*già Comandante provinciale Vigili del Fuoco L'Aquila
Dirigente Ufficio per la sicurezza dei Beni Artistici e Storico-Culturali del Dipartimento dei Vigili del Fuoco*

Luciano Marchetti

Ingegnere

già Vice-Commissario delegato per la Tutela dei Beni Culturali a seguito del sisma del 6 aprile 2009 in Abruzzo

Paola Monaco

Ingegnere

Ricercatrice di Geotecnica - Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile-Architettura ed Ambientale, Università degli Studi dell'Aquila

Raimondo Quaresima

Ingegnere

Professore associato di Chimica, Tecnologia del Restauro e della Conservazione dei Materiali - Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile-Architettura ed Ambientale, Università degli Studi dell'Aquila

Ha collaborato con i gruppi normativi nazionali UNI Nor.Ma.L ed europei (CEN TC 346 "Conservation of Cultural Heritage")

Paolo Rocchi

Architetto

Professore ordinario di Consolidamento degli Edifici storici - Facoltà di Architettura, "Sapienza" Università di Roma

Lucia Simeoni

Ingegnere, Ph.D.

Ricercatrice di Geotecnica - Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile-Architettura ed Ambientale, Università degli Studi dell'Aquila

Francesco Scoppola

Architetto

Direttore Regionale ad interim per i Beni Culturali e Paesaggistici dell'Abruzzo

Gianfranco Totani

Ingegnere

Professore associato di Geotecnica - Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile-Architettura ed Ambientale, Università degli Studi dell'Aquila

Ferdinando Totani

Ingegnere

*Dottore di ricerca in Ingegneria Civile e del Territorio
Libero professionista*

Fabrizio Vestroni

Ingegnere

Professore ordinario e Preside - Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale, "Sapienza" Università di Roma

Indice

PRESENTAZIONE	20	A1. Le procedure	49
PREFAZIONE	22	A2. La consulenza tecnica	53
1. PRONTI INTERVENTI	25	A3. Il monitoraggio delle attività e la gestione dei dati	53
<i>Introduzione</i>	25	A4. Le soluzioni progettuali standardizzate	54
1.1 Obiettivi delle opere di messa in sicurezza	27	A4.1 Il "Vademecum STOP"	54
1.2 Tipologia degli interventi di messa in sicurezza	29	A4.2 Le schede STOP	55
1.2.1 Puntellamenti	29	A4.3 Filosofia di progetto delle schede STOP	57
1.2.2 Cerchiature (o fasciature)	30	A4.4 Criteri generali di progetto	59
1.2.3 Tirantature	31	Bibliografia	64
1.2.4 Interventi a contrasto tra strutture	32	2. RILIEVI	65
1.3 Processo decisionale	33	<i>Introduzione</i>	65
1.3.1 Il riconoscimento delle caratteristiche costruttive	34	2.1 Metodologie e strumentazioni di rilevamento	66
1.3.2 Analisi del danno e riconoscimento dei meccanismi attivati e attivabili	34	2.1.1 Fotogrammetria	69
1.3.3 Strategia e scelta degli interventi provvisoriali e definitivi	35	2.1.2 Stazione totale	76
1.4 Edifici ordinari ed edifici di culto	37	2.1.3 Scanner Laser 3D	83
1.5 Meccanismi di danno	38	2.2 Tipologie di rilievo	96
1.6 Meccanismi fuori dal piano	40	2.2.1 Rilievo geometrico	96
1.6.1 Edifici di culto	41	2.2.2 Rilievo architettonico	109
1.6.2 Edifici ordinari	42	2.2.3 Rilievo strutturale, dei dissesti e del degrado	120
1.6.3 Ribaltamento fuori piano in presenza di catene	43	2.3 Un caso esemplificativo: il rilievo del complesso archeologico della città di Mérida	127
1.6.4 Espulsione dell'angolata localizzato nella fascia di collegamento fra due pareti contigue	45	3. RICERCHE STORICO-ARCHIVISTICHE. DALLA CONOSCENZA ALLA COMPRESIONE DELL'OPERA	135
1.6.5 Ribaltamento del timpano: rotazione fuori piano a seguito di formazione di cerniera ad un asse orizzontale in corrispondenza del colmo	45	<i>Introduzione</i>	135
1.6.6 Ribaltamento del timpano: rotazione fuori piano a seguito di formazione di cerniere cilindriche con assi obliqui	46	3.1 La ricerca bibliografica	135
1.6.7 Edifici di culto	46	3.2 La ricerca archivistica	136
1.6.8 Edifici ordinari	48	3.3 I restauri condotti a San Clemente a Casauria dopo il terremoto del 13 gennaio 1915	139
APPENDICE		4. DIAGNOSTICA	153
<i>Il Nucleo per il Coordinamento delle Opere Provvisoriali dei Vigili del Fuoco (N.C.P.)</i>	49	4.1 Indagini per la valutazione della risposta sismica lo- cale e per la definizione del profilo geotecnico dei terreni di fondazione	153
		<i>Introduzione</i>	153

4.1.1 Definizione della profondità e morfologia della formazione rocciosa di base	157	5. MONITORAGGIO STRUTTURALE	271
4.1.2 Condizioni stratigrafiche	158	<i>Introduzione</i>	271
4.1.3 Modello geotecnico di sottosuolo e volume significativo	162	5.1 Principi ed applicazioni	271
4.1.4 Prove geotecniche di laboratorio	162	5.2 Strumentazione e modalità d'esecuzione	273
4.1.5 Prove geotecniche in sito	164	5.3 Esempi di applicazione	275
4.1.6 Regime delle pressioni interstiziali nel sottosuolo	187	5.4 Monitoraggio geomatico	278
4.1.7 Indagini sulle fondazioni	196	5.4.1 Monitoraggio e sistemi di controllo	279
4.2 Indagini per la valutazione della sicurezza nelle costruzioni esistenti	198	5.4.2 Progetto rete misure	280
<i>Introduzione</i>	198	5.4.3 Tecniche di misura	281
4.2.1 Pianificazione e predisposizione delle aree di prova	203	5.4.4 Analisi dei dati e modelli di deformazione	281
4.2.2 Termografia	204	5.4.5 Esempi di reti di monitoraggio su strutture e su versante in frana	282
4.2.3 Indagini endoscopiche	208	5.5 Conclusioni e prospettive	285
4.2.4 Prove soniche	211	<i>Bibliografia</i>	286
4.2.5 Prova a martinetto piatto singolo	216	6. MODELLI DI CALCOLO PER LE COSTRUZIONI IN MURATURA	287
4.2.6 Prova a martinetti piatti doppi	219	<i>Introduzione</i>	287
4.2.7 GPR o GEORADAR	223	6.1 Il materiale muratura	288
4.2.8 Lo studio e la caratterizzazione delle malte tra prassi e teoria	227	6.2 Metodi di analisi e modelli di calcolo	292
4.2.9 Tensione nelle catene	248	6.2.1 Analisi limite	295
4.3 Valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera	248	6.2.2 Elementi finiti	296
4.3.1 Metodi diretti: carotaggi	248	6.2.3 Metodi di analisi	300
4.3.2 Metodo indiretto per il rilievo dei dettagli strutturali: prove pacometriche	250	<i>Bibliografia</i>	302
4.3.3 Valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo in opera: metodi indiretti	252	7. INTERVENTI IN ALTEZZA CON L'IMPIEGO DI GRANDI GRU E PIATTAFORME AEREE	305
4.3.4 Valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo in opera: metodi indiretti combinati	258	<i>Premessa</i>	305
<i>Bibliografia</i>	261	7.1 Semplificazione, riduzione dei tempi ed economicità	305
		7.2 Sicurezza del personale	307
		7.3 Gru e piattaforme aeree	309
		7.3.1 Esempi di interventi condotti a L'Aquila	310
		8. PROVVIDENZE SU STRUTTURE MURARIE	317
		<i>Premessa</i>	317
		8.1 Diagnostica intuitiva	318

8.2 Interventi di messa in sicurezza	321	8a. CONSOLIDAMENTI STRUTTURE LIGNEE	411
8.2.1 Utilizzazione di bracci articolati semoventi	321	Premessa	411
8.2.2 Realizzazioni di percorsi sicuri	323	8a.1 Strutture lignee e azioni sismiche (cenni alla trattatistica)	412
8.2.3 Montaggio ponteggi con sistemi meccanizzati da zona sicura	325	8a.2 Dispositivi di consolidamento	416
8.2.4 Cestelli, coni e piramidi reticolari	326	8a.2.1 Consolidamento delle membrature	416
8.2.5 Ripristino provvisorio del corpo murario	328	8a.2.2 Consolidamento delle unità strutturali	424
8.2.6 Presidi di verifica dello stato di tensione dei puntellamenti	331	8a.2.3 Consolidamento dei sistemi strutturali	428
8.2.7 Barre inclinometriche	331	8a.2.4 Consolidamento dei collegamenti	432
8.3 Interventi specifici - Fondazioni	333	Bibliografia	438
8.3.1 Collegamento debole delle fondazioni	333	9. PROBLEMI DI REINTEGRAZIONE DELL'IMMAGINE	441
8.3.2 Travi-cordolo con precompressione del terreno	336	9.1 Restauro	441
8.4 Interventi specifici – Strutture in elevato	338	9.2 Recupero	448
8.4.1 Intasamento/risarcitura lesioni	338	9.3 Restauro, conservazione, ripristino	451
8.4.2 Iniezioni di miscele leganti	341	9.4 Alcuni esempi	454
8.4.3 Impregnazione sottovuoto	344	10. DEMOLIZIONI CONTROLLATE	465
8.4.4 Ricostruzione di setti murari mediante impiego di conglomerato gettato in opera	346	Introduzione	465
8.4.5 Cuciture armate	349	10.1 Forare, carotare e tagliare	466
8.4.6 Interventi con impiego di materiali compositi	351	10.1.1 Le carotatrici	466
8.4.7 Applicazione di intonaci coadiuvati	358	10.1.2 Le seghe da parete a disco (o “tagliapareti” o “tagliamuro”)	468
8.4.8 Cerchiatura con fasce metalliche	360	10.1.3 Le troncatrici manuali a disco (o ad anello) e le scanalatrici	469
8.4.9 Sistema a bandelle	364	10.1.4 Le seghe da pavimento a disco (o “tagliagiunti”, o “tagliapavimento”, o “tagliasfalto”)	470
8.4.10 Tirantature	367	10.1.5 Le seghe a catena	471
8.4.11 Rinforzo di bucatore	381	10.1.6 Le seghe a filo diamantato	473
8.5 Interventi specifici – Orizzontamenti	383	10.2 Spaccare, frantumare e demolire	476
8.5.1 Controvolte intradossali	383	10.2.1 Le pinze e cesoie idrauliche	476
8.5.2 Irrigidimento di piano mediante trave reticolare spaziale	384	10.2.2 Gli spaccarocchia chimici (o “cementi spaccarocchia” o “malte espansive”)	478
8.6 Esempi	386	10.2.3 Gli spaccarocchia meccanici	479
8.6.1 Cupola e tamburo della basilica di San Bernardino da Siena a L'Aquila	387	10.2.4 Gli spaccarocchia “a sparo”	481
8.6.2 Palazzo CARISPAQ a L'Aquila	404	Bibliografia	483
Bibliografia	408		

1. PRONTI INTERVENTI

*Luciano Marchetti
Eros Mannino
Antonio Castellucci
Alberto Lemme*

Introduzione

Gli interventi di messa in sicurezza eseguiti su immobili danneggiati dal sisma quali, parziali demolizioni, puntellamenti, posa in opera di tiranti, cerchiature, transennature ecc., vengono definiti *opere provvisoriali*. Sono interventi provvisori eseguiti nella fase di emergenza post-sisma, con l'obiettivo di preservare i beni da ulteriori danneggiamenti, consentire le operazioni di sgombero e ripristinare la viabilità in condizioni di sicurezza, in attesa degli interventi definitivi di riparazione. Si tratta pertanto di opere non definitive, che devono avere una durata limitata nel tempo, di veloce realizzazione e reversibili, aventi costi contenuti, con l'utilizzo di materiali facilmente reperibili sul mercato. Gli aspetti più complessi di queste opere, sono riconducibili alla scelta della più idonea tipologia d'intervento, alla corretta esecuzione e all'ottimizzazione dei costi.

Il terremoto dell'Aquila del 6 aprile 2009 ha provocato un'emergenza sui Beni Culturali senza precedenti nei recenti eventi in Italia; infatti ha colpito un territorio ricco di storia e di opere d'arte e un centro storico, quello del Comune dell'Aquila, tra i più importanti d'Italia.

Le attività messe in atto per la salvaguardia di quanto fosse stato risparmiato dal sisma sono state molteplici ed hanno visto, da una parte l'utilizzo ed il miglioramento di tecniche già sperimentate nei precedenti terremoti, dall'altra la necessità di sviluppare nuove metodologie che si adattassero al contesto.

La messa in sicurezza dei beni monumentali danneggiati dal sisma rappresenta un aspetto delicato nella gestione dell'emergenza, per le incertezze legate alla limitata conoscenza dei manufatti e alla loro stessa natura. Dopo il terremoto del 6 aprile

2009 è stato perfezionato un percorso, in parte già delineato a seguito degli eventi sismici che avevano colpito il territorio nazionale in precedenza, in particolare Umbria e Marche 1997 e Molise 2002, che prevede la collaborazione tra diverse componenti istituzionali (Comuni, Regione, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Dipartimento della Protezione Civile, Vigili del Fuoco, Università ed Enti di Ricerca).

Nell'ambito della Struttura del Vice Commissario per la Tutela dei Beni Culturali, un gruppo di lavoro, costituito da Enti di Ricerca e membri del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, ha provveduto a gestire i dati su base territoriale, creando liste di priorità, progettando e gestendo gli interventi su chiese ed alcuni edifici pubblici. I progetti sono stati poi discussi e definiti presso la sezione N.C.P. (Nucleo Coordinamento per le Opere Provvisorie) dei Vigili del Fuoco, che hanno provveduto alla direzione tecnica ed alla realizzazione degli interventi; in alcuni casi l'esecuzione è stata affidata ad imprese specializzate.

Gli interventi su palazzi vincolati, pubblici o privati, sono stati seguiti invece direttamente dai Comuni che, con la supervisione dell'Ufficio del Vice Commissario per la Tutela dei Beni Culturali, hanno approvato i progetti redatti da liberi professionisti.

Nella progettazione ed esecuzione degli interventi si è cercato di seguire linee di indirizzo ben precise, sviluppando quanto già appreso nella gestione dell'emergenza sismica degli ultimi precedenti terremoti. In particolare è risultato opportuno che gli interventi di messa in sicurezza fossero il più possibile rispettosi dei principi della conservazione, senza modificare il comportamento strutturale dell'edificio, che evitassero di realizzare sistemi eccessivamente invasivi sulle sedi stradali, che fossero di facile realizzazione, favorendo anche l'utilizzo di materiali più economici e più facilmente reperibili, e, non ultimo, che non fossero di impedimento alle successive operazioni per il definitivo recupero della struttura.

1.1 Obiettivi delle opere di messa in sicurezza

Obiettivo prioritario delle opere di messa in sicurezza è naturalmente la conservazione di quanto il terremoto ha preservato, ma è altresì necessario che gli interventi non vadano a modificare il comportamento strutturale dell'edificio e che non siano d'ostacolo o, in alcuni casi, siano addirittura propedeutici agli interventi di recupero definitivo.

Per la progettazione ed esecuzione di opere provvisorie occorre fare la distinzione tra opere provvisorie "a breve termine" e opere "a medio e lungo termine". Si fa ricorso alle opere a breve termine per rendere sicuro l'accesso ai beni e agli spazi pubblici e, non da ultimo, per preservare quelli gravemente danneggiati. Con le opere a medio e lungo termine, anche definitive, è possibile ripristinare gli edifici anche in condizioni di agibilità e di fruibilità. Tali opere diventano particolarmente efficaci se effettuate dopo un periodo più o meno lungo dall'evento sismico, quando è possibile operare in sicurezza maggiore. In Abruzzo, in alcuni casi, nelle operazioni di messa in sicurezza degli edifici di culto si è andati oltre l'ottica della sola salvaguardia, realizzando interventi che consentissero anche un riutilizzo a breve tempo del Bene. Ciò è avvenuto per importanti monumenti dell'Aquila, quali la Basilica di S. Maria di Collemaggio e la Chiesa delle Anime Sante, che pur avendo subito forti danneggiamenti, sono esempi di chiese rese utilizzabili nel centro della città.

La tipologia degli interventi va messa in relazione agli obiettivi delle opere provvisorie che, nella prima fase dell'emergenza, hanno lo scopo di facilitare le operazioni di soccorso, consentire l'accesso agli edifici e la percorribilità degli spazi pubblici, mentre in una fase successiva hanno soprattutto lo scopo di preservare i beni da un aggravamento del danno.

Rientrano tra gli interventi a breve termine, necessari per consentire l'accesso agli spazi pubblici agli addetti ai lavori e alla popolazione:

- la rimozione delle macerie dalle strade;
- la rimozione di elementi pericolanti in altezza (Fig. 1.1)

quali residui di crolli sulla sommità degli edifici, elementi fortemente lesionati e prossimi al crollo (cornicioni, sbalzi, tamponature, porzioni di intonaco, finestre);

- il transennamento delle aree a rischio;
- la costruzione di barriere protettive e di passaggi protetti (Fig. 1.2).

Le operazioni per la messa in sicurezza possono durare pochi giorni o protrarsi più a lungo, in funzione dell'estensione degli spazi e della complessità delle azioni da svolgere. È il caso della rimozione delle macerie da centri urbani interessati da crolli estesi, come avvenuto ad esempio ad Onna e a S. Gregorio, entrambi frazioni dell'Aquila, o nel Comune di Villa S. Angelo, o della messa in sicurezza di opere pubbliche di grandi dimensioni ed estensione, come le mura urbane della città dell'Aquila.

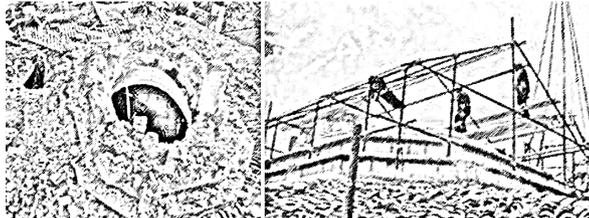


Fig. 1.1 Sgombero dai tetti di materiale crollato dalla lanterna del Teatro S. Agostino a L'Aquila

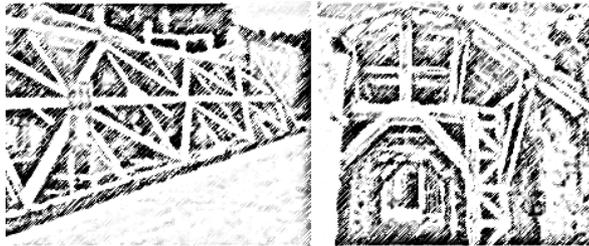


Fig. 1.2 Protezione di strade e varchi di passaggio

1.2 Tipologia degli interventi di messa in sicurezza

1.2.1 Puntellamenti

Si possono eseguire puntellature con funzione di ritegno, per contenere rotazioni o ribaltamenti di porzioni di elementi strutturali e di sostegno, per sorreggere i carichi verticali di strutture pericolanti o fortemente danneggiate. I puntelli di sostegno possono essere sia verticali che inclinati, mentre i puntelli di ritegno sono, di solito, inclinati. In casi eccezionali sono eseguiti anche gli interventi a contrasto tra edifici, anche se in linea di massima devono essere evitati.

Puntellamenti di sostegno

Sono puntellamenti di sostegno (Fig. 1.3):

- puntellatura di solai e di strutture a sbalzo realizzate con elementi singoli o composti (telai prefabbricati, reticoli di elementi in giunto-tubo) di media ed elevata portata eventualmente in acciaio o in legno collegati tra di loro e poggiati su tavole di ripartizione;
- centinatura di archi e volte con elementi in acciaio o in legno da realizzare quando è compromessa la capacità portante della struttura e sono presenti vistose deformazioni, e da dimensionare in funzione della resistenza residua; se progettate come controventature possono migliorare la capacità della struttura alle azioni orizzontali;
- strutture in acciaio, legno, materiale composito (pilastri reticolari, portali) progettate per sostituire e/o sorreggere porzioni di strutture pericolanti (ad esempio posa in opera di puntelli o reticoli in acciaio a contrasto con elementi trave per sostituire la funzione portante di pilastri fortemente lesionati);
- cerchiaggio di elementi a sviluppo monodimensionale fortemente lesionati (ad es. pilastri) con carpenterie in acciaio, elementi giunto-tubo, fasce in poliestere, elementi lignei e sistemi misti;
- sbadacchiature delle aperture con elementi lignei, metallici o con tamponatura in mattoni.

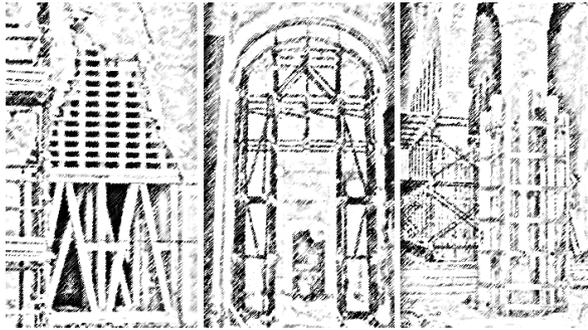


Fig. 1.3 Puntellatura di sostegno eseguita su finestre, archi e volte e cerchiatura di colonna

Puntellature di ritegno

Le puntellature di ritegno sono progettate per contrastare rotazioni fuori dal piano di elementi strutturali come pareti e pilastri o di porzioni di edifici. Sono realizzati con puntelli inclinati in carpenteria in acciaio, con sistemi giunto-tubo, con elementi lignei organizzati in reticoli e telai, con travi inclinate e con speroni, anche in muratura (Fig. 1.4).

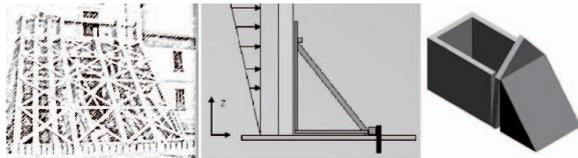
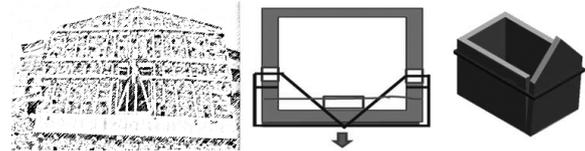


Fig. 1.4 Esempio di puntellatura di ritegno

1.2.2 Cerchiature (o fasciature)

Le cerchiature possono essere realizzate per contenere il ribaltamento di pareti perimetrali con l'utilizzo di funi e barre in acciaio, fasce in poliestere e in materiale composito. Le funi, le barre in acciaio e la fasce in poliestere vanno poste in opera su elementi lignei verticali ed orizzontali per distribuire il carico sulle pareti da cerchiare (Fig. 1.5).

Fig. 1.5 Esempio di cerchiatura della parte alta di una facciata con lo schema di riferimento per la realizzazione dell'opera



Le fasce in poliestere, di solito, sono utilizzate nelle fasi iniziali di gestione dell'emergenza, data la leggerezza e la estrema facilità di posa in opera, e necessitano di successive tesature con appositi cricchetti. Le funi in acciaio hanno una maggiore efficacia e durabilità, sono flessibili e di facile impiego. I cavi in acciaio sono utilizzati in alternativa alle fasce in poliestere, ma necessitano di particolari apparecchi metallici negli angoli (Fig. 1.6). Le fasce in materiale composito, applicate su apposito supporto epossidico, possono essere impiegate anche come intervento definitivo.

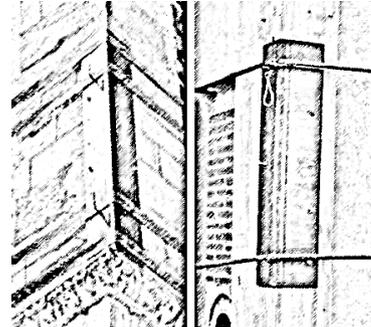


Fig. 1.6 Particolari dei presidi posti in opera con l'ausilio di angolari in acciaio e legno

1.2.3 Tirantature

Possono essere utilizzate sia come interventi provvisori che definitivi. Come interventi provvisori sono realizzate con funi o barre in acciaio a contrasto su ripartitori, posti in opera sulle pareti da contenere (Fig. 1.7). I ripartitori possono essere

realizzati con reticoli in elementi di acciaio ed hanno la funzione di distribuire l'azione sulla parete da contenere. Possono essere realizzati interventi semidefinitivi con profili in acciaio o materiale composito, applicati come tiranti-catene e/o come collegamenti di piano, ancorati sul perimetro delle pareti con perforazioni armate ad interasse costante e all'esterno con apparecchi di contrasto (piastre, bolzoni, ecc.).



Fig. 1.7 Esempio di tirantatura eseguita su un edificio e su una parete in ribaltamento

1.2.4 Interventi a contrasto tra strutture

La soluzione a contrasto tra strutture è praticata quando non è possibile la puntellatura inclinata a sperone per l'assenza di uno spazio antistante e, per motivi di sicurezza, non è possibile intervenire all'interno. La soluzione prevede il trasferimento di azioni da un edificio ad un altro che deve essere in grado di sopportare l'azione trasmessa (Fig. 1.8).

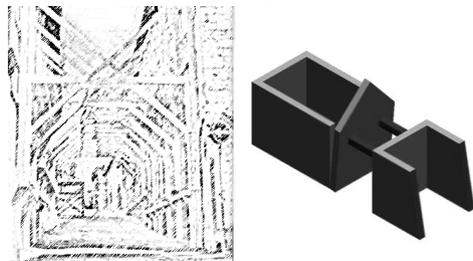


Fig. 1.8 Esempio di puntellatura a contrasto tra edifici

1.3 Processo decisionale

La scelta del tipo di intervento più idoneo e più efficace al caso in esame prevede un processo decisionale che non può prescindere dalla conoscenza della struttura su cui si interviene, sebbene in alcuni casi la necessità di agire con tempestività riduca il tempo disponibile per approfondire lo studio. In ogni caso, per non vanificare l'intervento o addirittura creare danni ulteriori agli edifici, la progettazione dell'intervento deve scaturire dall'osservazione delle strutture e, soprattutto, del modo che hanno di danneggiarsi. È importante dunque uno studio del comportamento sismico dell'edificio condotto attraverso il riconoscimento delle caratteristiche strutturali e di eventuali carenze costruttive che possano aver favorito il danneggiamento da sisma. Soltanto a seguito di un'analisi attenta è più facile la lettura del danno ed il riconoscimento dei meccanismi di collasso attivati ed attivabili ed è quindi possibile definire la strategia di intervento sia provvisoria che definitiva da attuare, tenendo conto di un adeguato rapporto costi-benefici.

Nel processo decisionale per la scelta del tipo di intervento da adottare bisogna tener presente, inoltre, alcuni principi fondamentali:

- le opere provvisorie devono ripristinare il livello di sicurezza preesistente l'evento sismico senza modificare il comportamento della struttura;
- in alcuni casi si può prevedere la posa in opera di presidi definitivi se ritenuti più convenienti (ad es. catene);
- la riduzione del rischio deve essere intesa nei riguardi delle condizioni statiche e di eventuali scosse di replica, non per le azioni sismiche di progetto come previsto dalla normativa vigente;
- il dimensionamento delle opere va effettuato considerando la resistenza residua delle strutture e l'ordine di attivazione dei meccanismi di collasso.

Molta cura va prestata alla lettura del danno; quindi le parti dell'edificio che hanno dato una risposta al sisma senza danneggiarsi non vanno puntellate.