



Allegato B

Raccomandazioni per la realizzazione di Opere Provvisionali

Premessa

Le operazioni di pronto intervento volte a mettere in sicurezza le strutture danneggiate dal sisma richiedono l'esecuzione di opere provvisorie finalizzate ad evitare il crollo di parti della costruzione (pareti, architravi, conci di archi, etc.) e/o dell'intero organismo strutturale. Questo obiettivo viene fondamentalmente riferito alle semplici azioni di gravità, eventualmente congiunte a minime vibrazioni ambientali prodotte dal traffico, dal vento o da lievi scosse.

La classificazione delle opere provvisionali, tradizionalmente, è basata sulla definizione delle tipologie di presidi, indipendentemente dal tipo di collasso che impediscono, potendosi utilizzare, per la stessa tipologia di danno, differenti tipi di opere provvisionali. Ai fini di una corretta ed efficiente progettazione, è però utile correlare il tipo e le modalità di danneggiamento con le tipologie di opere provvisionali da adottare per contrastare l'evoluzione del danno, nell'ambito di un processo progettuale che dovrebbe procedere con i seguenti passi:

- 1) Riconoscimento della tipologia edilizia;
- 2) Valutazione dell'entità del danno;
- 3) Riconoscimento del meccanismo di danno;
- 4) Valutazione della necessità dell'intervento provvisorio, sulla base di 1) e 2)
- 5) Individuazione della tipologia d'intervento (demolizione, parziale o completa, di parti strutturali o non strutturali, realizzazione di opere provvisionali di sostegno dei carichi verticali e/o di ritegno rispetto ad azioni orizzontali, etc.) e della tecnologia più adatta alla situazione particolare;
- 6) Progetto dell'opera provvisoria.

Nel seguito, fermo restando l'opportunità di fare riferimento alla opportuna manualistica (Manuale OPUS - *Opere Provvisionali Urgenti post-Sisma*) del Dipartimento Nazionale della Protezione Civile e (Vademecum e Manuale *STOP – Schede Tecniche Opere Provvisionali*) del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, si forniscono alcune indicazioni circa le modalità con le quali procedere alla scelta degli interventi.

Problematiche ed indirizzi generali

Le tecniche per la realizzazione di opere provvisionali finalizzate al consolidamento temporaneo delle strutture danneggiate dal sisma sono molteplici e classificabili fondamentalmente in puntellamenti, tirantature e cerchiature. Nel seguito si sintetizzano le peculiarità di ciascuna tipologia, indicando, per quanto possibile le problematiche generali dell'argomento.

Un aspetto particolarmente delicato è la durata temporale delle opere provvisionali, con mantenimento della loro piena efficacia. L'esperienza di passati terremoti ha, purtroppo, mostrato come molte opere provvisionali abbiano avuto un carattere quasi "definitivo", perché gli interventi di ristrutturazione hanno avuto tempi non brevi di completamento, finendo col divenire l'unico presidio di strutture sempre più fatiscenti. Soprattutto per opere provvisionali in legno accade che, con il passare degli anni, i cittadini dimentichino la loro funzione statica, modificandone l'apparecchio costruttivo, in relazione alle esigenze di fruizione dei luoghi, così da renderle inefficaci.

Anche per le opere provvisionali potrebbe essere previsto un piano di manutenzione, così come andrebbe fatto per tutte le strutture. In tal modo, si potrebbe garantire l'efficienza del presidio per il



Allegato B

tempo necessario alla realizzazione degli interventi definitivi. Tale discorso, però, ha un suo fondamento quando il costo della manutenzione è limitato, rispetto al valore dell'opera presidiata. Per edifici di dimensioni modeste, con danni significativi, un programma di manutenzione diviene irrealizzabile. In tali casi è ancora più importante che le opere provvisorie garantiscano la loro efficienza per periodi anche lunghi.

I maggiori problemi sono determinati dalla messa in opera di presidi in legno, il materiale più sensibile all'azione del tempo. Le possibili soluzioni si realizzano attraverso un'accurata manutenzione dell'opera provvisoria, controllando e migliorando, ove necessario, la sua messa in carico, oppure, se la tipologia di intervento lo permette, attraverso la sostituzione e/o integrazione di presidi in legno, posti in opera nell'immediato post-terremoto, con altri presidi più duraturi. L'alternativa, è fornita da soluzioni non tradizionali, che godano contemporaneamente dei tre requisiti fondamentali: facilità e rapidità di posa in opera, durabilità ed economicità. Ovviamente il presidio più efficiente, anche dal punto di vista economico, è quello che, in una fase successiva all'emergenza, riesce ad integrarsi con la ristrutturazione, entrando a far parte di un più complesso progetto di rinforzo o rappresentando esso stesso l'opera definitiva.

Le tirantature metalliche, più spesso utilizzate per opere di consolidamento permanente, ma assolutamente adeguate per gli interventi provvisori, rappresentano l'intervento di riferimento da adottare in alternativa ai puntelli di ritegno. Trovano un largo impiego, sia per la neutralizzazione delle spinte delle volte e degli archi, sia per bloccare meccanismi di apertura della scatola muraria (dovuti all'azione sismica e al cattivo ammorsamento dei muri in corrispondenza degli incroci, e/o all'assenza di un cordolo all'altezza del solaio, e/o alla presenza di un tetto spingente). I vantaggi per i quali, in genere, sono preferibili i tiranti ai puntelli, sono i seguenti:

- Maggiore efficacia rispetto alle azioni vibratorie indotte dal sisma;
- Concordanza di segno degli effetti di dilatazione e contrazione per variazioni termiche sulla struttura e sui tiranti, con riduzione delle conseguenze negative;
- Minor costo, in relazione alle minori quantità di materiale, ai ridotti ingombri, alla possibilità di utilizzare gli stessi tiranti per interventi definitivi;
- Minori disagi sociali, dato che con i tiranti si evita qualsiasi interferenza con la viabilità e si riduce l'impressione di dissesto grave, distruzione e precarietà che l'adozione dei puntelli determina.

E' opportuno sottolineare che questi validi strumenti di consolidamento devono essere utilizzati in maniera accorta, ed effettuando le necessarie verifiche di resistenza, onde evitare che l'azione localizzata dei loro ancoraggi vada a danneggiare la muratura.

Anche gli interventi di cerchiatura, così come si è visto per i tiranti, possono rappresentare un consolidamento di tipo provvisorio oppure permanente. Questo tipo di opera risulta indicato per elementi sollecitati e danneggiati da sforzi eccessivi di compressione, specialmente nel caso di muratura a sacco, e/o di taglio sugli elementi strutturali.

Interventi di questo tipo sono di rapida attuazione e di sicura efficacia, ancor più se si riesce ad esercitare sulla muratura un'azione di precompressione laterale all'atto della realizzazione dell'intervento. Di particolare facilità di esecuzione, inoltre, risultano gli interventi realizzati utilizzando fasce in poliestere, con relativi tenditori, che consentono una estrema flessibilità di impiego ed una facilità di regolazione della tensione anche successivamente all'intervento.

I fattori che dovrebbero influenzare la scelta dell'intervento di messa in sicurezza, e che rappresentano il percorso metodologico per la scelta "ottimizzata" dell'intervento più idoneo al singolo caso da progettare con regole elementari, sono:



Allegato B

- tipologia della costruzione (edifici ordinari in muratura, in c.a., edifici monumentali, palazzi, chiese, etc.);
- tipo e livello di danno, nonché meccanismo di collasso associato (distacco di facciate, cedimenti di archi, etc.);
- tipo (carichi verticali, terremoti, cedimenti di fondazione, etc.) e livello dell'azione (intensità degli aftershocks, entità dei cedimenti, etc.) rispetto ai quali l'intervento deve garantire la sicurezza;
- vita utile attesa dell'intervento (giorni, mesi, anni);
- condizioni ambientali al contorno (vicinanza di altre costruzioni, viabilità, umidità, variazioni termiche, etc.).

Puntelli

Spesso le opere provvisorie vengono generalmente definite come puntellamenti, benché con tale termine ci si riferisca ad una ben precisa categoria di intervento. In particolare, si definiscono puntellamenti quelli in cui si individuano degli elementi di presidio costituiti da aste operanti esclusivamente o prevalentemente a compressione. Essi possono, a loro volta, essere distinti in ritegni e/o sostegni. I ritegni hanno lo scopo di contenere eventuali cedimenti che possono manifestarsi con rotazioni o ribaltamenti di parti strutturali, i sostegni provvedono invece a sorreggere il carico. In funzione della loro disposizione, inoltre, è possibile effettuare un'ulteriore distinzione: puntelli verticali e inclinati.

I puntelli di sostegno trovano efficace applicazione negli edifici in muratura, per sostenere solai, travi portanti, architravi ed altri elementi secondari dissestati e per coadiuvare l'azione, operando in parallelo, di colonne o pareti che manifestano perdite della loro capacità portante. Un'evoluzione dei puntelli di sostegno per archi e volte murari è costituita dai sistemi di centinatura degli stessi. Negli edifici in c.a. i puntelli di sostegno trovano efficace applicazione ancora nel sostegno delle strutture orizzontali danneggiate (solai, travi) o nell'affiancamento di pilastri danneggiati, che hanno perso in parte o in toto la loro capacità portante.

I puntelli di ritegno sono generalmente puntelli inclinati finalizzati a contrastare meccanismi di ribaltamento di pareti e, più in generale, di meccanismi di collasso globale dell'intera struttura o di parti significative. Alternative più o meno valide, soprattutto negli edifici in muratura, sono costituite da tiranti, catene o cerchiaggi globali o ancora da speroni e contrafforti.

La complessità della soluzione è legata all'entità e, soprattutto, al meccanismo di collasso che il sistema di puntellamento deve contrastare, nonché all'opera oggetto dell'intervento, passando dal puntello singolo sino alla realizzazione di vere e proprie strutture reticolari, queste ultime rese necessarie dalla limitazione della luce libera di inflessione dei puntoni. La tipologia più utilizzata per questo tipo di intervento è senza dubbio quella in legno, generalmente preferita per ragioni di praticità, montaggio e costo, alle tipologie in acciaio. Il ricorso a queste ultime è in genere riservato alle situazioni più impegnative. I puntellamenti in legno sono di antica origine e derivano dall'esperienza pratica anche da parte di persone non specializzate, sebbene spesso siano stati applicati in maniera errata e curando poco alcuni dettagli (collegamento alla struttura, contrasto a terra, controventamento, etc.), essenziali all'efficacia dell'intervento.

Frequente è l'utilizzazione di puntelli di contrasto, disposti tra l'immobile danneggiato e l'immobile ad esso prospiciente, contando sulla capacità di quest'ultimo di assorbire le spinte statiche determinate dal meccanismo di collasso attivato nell'immobile danneggiato e quelle dinamiche prodotte da scosse sismiche successive. Se da un lato questo tipo di puntellazione può offrire



Allegato B

vantaggi notevoli in termini di ingombro sul piano strada, dall'altro è evidente la precarietà di tale tipo di presidio, accettabile solo in una primissima fase di intervento, per operare in maggior sicurezza nella messa in opera di un presidio più efficace e, possibilmente, indipendente dal contributo di strutture limitrofe.

Catene e cerchiature

Catene e tiranti sono tra i più antichi interventi sulle murature esistenti, per contenere i dissesti di archi e volte, migliorare i collegamenti tra diversi elementi strutturali (pareti ortogonali, solai e pareti), e realizzare un comportamento dell'edificio in muratura quanto più vicino possibile a quello scatolare, oltre che per scongiurare meccanismi di danneggiamento fuori dal piano. Tali interventi sono stati spesso utilizzati come interventi definitivi e, utilizzati come opere provvisoriale, possono concorrere alla definitiva soluzione di problematiche di dissesto insorte successivamente alla costruzione dell'edificio.

In una logica di opera provvisoriale, l'intervento immediato più semplice, ove praticabile, e con minimi rischi operativi consiste nell'applicazione di tiranti perimetrali esterni in forma di cerchiatura complessiva della struttura in esame. Tale intervento risulta più agevole, efficace e spesso esaustivo se applicato a manufatti di dimensioni contenute, quali ad esempio i campanili, mentre può rappresentare solo una prima fase di messa in sicurezza, da completare con successivi inserimenti di tiranti all'interno dell'edificio, per immobili di maggiore estensione in pianta.

A differenza di un intervento di ristrutturazione, le catene e le cerchiature globali, realizzate come opere di primo intervento, spesso non vengono "integrate" nel contesto murario, per facilitare e velocizzare l'operazione di posa in opera.