

Il restauro architettonico in zona sismica

Una più matura riflessione sui criteri fino ad ora adottati nelle operazioni di restauro condotte in zona sismica, sia al fine di rimarginare le ferite prodotte dagli eventi tellurici, sia con l'obiettivo di prevenire ulteriori danni con interventi di consolidamento, ha posto in luce come molti degli interventi finora realizzati a cura degli operatori pubblici e privati si siano tradotti in fatti distruttivi, in alterazioni alle caratteristiche formali e strutturali degli edifici, in violazioni di varia natura ai principi del restauro architettonico. Ne è nata una ridefinizione dei criteri che dovrebbero essere seguiti nei restauri in zona sismica (e il Friuli lo è in gran parte) e più in generale nelle operazioni di consolidamento.

Tali principi hanno trovato alcune definizioni formali in documenti elaborati dal Comitato Nazionale per la Prevenzione del Patrimonio Culturale dal Rischio Sismico costituito per iniziativa del Ministero per i Beni Culturali e Ambientali e del Ministero per la Protezione Civile. Ci pare utile presentare ai consorziati e ai loro tecnici e più in generale agli amministratori locali ed agli operatori culturali e professionali un testo fondamentale approvato dal Comitato e dovuto soprattutto al contributo di un esperto del restauro come il Prof. Romeo Ballardini della Facoltà di Architettura di Venezia e Presidente del Comitato e di uno strutturalista noto come il Prof. C. Gavarini dell'Università di Roma. Il testo è ripreso dal volume BALLARDINI, R., CAPELLARO, M.R., MATTIUSSI, D., *Il restauro architettonico nella ricostruzione del Friuli, Arti Grafiche Friulane, Udine 1990*, la cui lettura va raccomandata a tutti coloro che hanno responsabilità di conservazione del nostro patrimonio architettonico.

DIRETTIVE PER LA REDAZIONE ED ESECUZIONE DI PROGETTI DI RESTAURO COMPREDENTI INTERVENTI DI «MIGLIORAMENTO» ANTISISMICO E «MANUTENZIONE», NEI COMPLESSI ARCHITETTONICI DI VALORE STORICO - ARTISTICO IN ZONA SISMICA

Premessa

COMMENTO

Il presente documento fa seguito alle «Raccomandazioni relative agli interventi sul patrimonio monumentale a tipologia specialistica in zone sismiche», emanate dal Ministero dei Beni Culturali ed Ambientali nel 1986; da quel documento si riporta qui la prima parte, che rappresenta una illustrazione delle difficoltà e degli inconvenienti che si vorrebbero rimuovere:

«I numerosi interventi su edifici monumentali siti in zone sismiche, effettuati nel corso degli ultimi anni (e tuttora in corso), in particolare a seguito degli eventi sismici distruttivi del Friuli e della Campania Basilicata, nonché di altri eventi meno violenti, ma pur sempre dannosi per le costruzioni, sono caratterizzati da difficoltà spesso notevoli, legate a vari ordini di fattori:

- la intrinseca delicatezza connessa alla natura e all'età degli organismi interessati;
- la complessa esigenza di approccio interdisciplinare che si richiede;

— la poca chiarezza normativa circa gli aspetti tecnici degli interventi, peggiorata dalla tendenza ad applicare in maniera impropria norme tecniche, quali il DT2 del Friuli, la norma tecnica regionale per la Valnerina, il DM 2-7-1981 per la Campania Basilicata, norme che sono state scritte per l'edilizia ordinaria e non per gli edifici monumentali a tipologia specialistica quali ad esempio le chiese ed i palazzi comprendenti generalmente grandi ambienti, coperture a volta, parti e orizzontamenti affrescati o di materiali pregiati;

— il conflitto tra le esigenze di conservazione e restauro, da un lato, e la protezione dal rischio sismico della costruzione e delle vite umane dall'altro lato, con le connesse assunzioni di responsabilità che vengono attribuite ai professionisti coinvolti dagli interventi ed ai loro colleghi operanti negli organi di controllo;

— la poca chiarezza tecnica, tecnologica e persino concettuale o culturale, che vi è intorno all'impiego dei moderni materiali nelle costruzioni antiche;

— l'assenza di modelli di calcolo e verifica riconosciuti validi per le tipologie speciali, assenza troppo spesso colmata in maniera del tutto impropria dall'adozione di modelli validi soltanto entro precisi limiti (si pensi ad esempio all'applicazione indiscriminata di metodi tipo POR).

Così, gli interventi sui complessi monumentali sono stati spesso concepiti come ristrutturazione statica attuata con una serie di massicci interventi che riprendono con criteri largamente estensivi la cultura dei nuovi materiali, in particolare dell'acciaio e del calcestruzzo armato, sviluppando così una strategia di restauro strutturale che cerca di rimodellare le an-



tiche fabbriche secondo gli schemi resistenti propri dei materiali moderni.

I risultati di tale stato di fatto si traducono molto spesso in:

- interventi inutilmente «pesanti» (se non talvolta controproducenti), che spesso snaturano il monumento dal punto di vista della sua identità e valore;
- interventi eccessivamente costosi, ai quali si contrappongono i non interventi in altri organismi architettonici, per esaurimento dei fondi disponibili;
- garanzie di sicurezza spesso del tutto illusorie, essendo basate su modelli di calcolo inattendibili;
- diffusa incapacità, sostanziale e formale, di controllare l'efficacia degli interventi effettuati (si pensi alle iniezioni armate, le iniezioni di malte e resine, ecc.).

Come esemplificazione dei fenomeni citati si elencano alcune posizioni progettuali tanto diffuse quanto dannose:

- progetti elaborati senza alcun elemento oggettivo di conoscenza circa la struttura e i terreni di fondazione;
- uso sistematico di pali trivellati di piccolo diametro (micropali) quasi sempre rivelatisi superflui ad un più attento esame geotecnico;
- ancoraggi di massicce strutture con tiranti in acciaio armonico iniettati nel terreno;
- inserimento di nuove strutture cui viene affidata completamente la funzione statica, riservando così all'antica struttura la sola funzione di elemento formale;
- inserimento di elementi strutturali che assolvono funzioni statiche ritenute dal progettista non compatibili con l'antico organismo; in tal caso, oltre ad originare un ibrido comportamento meccanico, possono essere introdotte particolari incertezze dovute all'interazione di schemi strutturali e materiali diversi;
- tentativo di conseguire mediante interventi, un comportamento modellabile con schemi propri delle nuove costruzioni;
- uso ingustificato, rispetto al quadro fessurativo presente ed alla originaria concezione strutturale del monumento, di «cuciture» ed «iniezioni»;
- uso non meditato di nuovi materiali specie con riferimento alla durabilità ed alla interazione con i materiali originari.

TESTO

Ricorrenti difficoltà di interpretazione di Leggi e Norme affliggono, da molti anni, in primo luogo le Sovrintendenze, nonché gli Enti territoriali, nei problemi di intervento sul patrimonio architettonico soggetto a tutela, con particolare riferimento a quello situato in zone dichiarate sismiche. Tale situazione ha suggerito la redazione del presente documento, che ha lo scopo di:

- fornire chiarimenti circa il rapporto tra Norme tecniche, in particolare Legge «sismica» 2-2-74 n. 64 con relativo decreto attuativo vigente, DM 24-1-86, e Leggi di tutela 1-6-39 n. 1089 e 29-6-39 n. 1497 (punto 1);
- in particolare definire il *miglioramento* antisismico quale naturale tipologia di intervento per il patrimonio monumentale (punti 1, 3, 4);

— stabilire un rapporto diretto tra *miglioramento e manutenzione* (punto 2);

— dettare direttive per la conduzione delle operazioni progettuali e di cantiere (punti 5 e seguenti).

1. Miglioramento e adeguamento

COMMENTO

Per quanto riguarda il punto b) di cui al citato DM si precisa che vanno attentamente valutati i parametri in base ai quali si riconosce che un intervento determina una «variazione di destinazione» e un «incremento dei carichi originari superiore al 20%».

La «variazione di destinazione» non va tanto intesa secondo l'ordinaria definizione desumibile dalla legislazione urbanistica, ma deve essere ricondotta a valutazioni che tengano maggiormente conto della «storia delle destinazioni» propria nel tempo di ciascun manufatto, verificando più la compatibilità reale tra nuova destinazione ipotizzata ed edificio antico che non l'analogia formale tra le vecchia e la nuova destinazione; la compatibilità reale è accertata simulando l'insieme di trasformazioni fisiche, architettoniche e simboliche che la destinazione di progetto comporterebbe all'edificio. Si può infatti verificare il caso di una destinazione inadeguata già presente che andrebbe opportunamente variata; oppure di manufatti che, per ragioni di ordine storico, hanno perso la propria funzione senza acquisirne una nuova (es. edifici abbandonati, conventi,...) ed in cui qualsiasi uso anche opportuno e limitato non può che variare il precedente.

Per quanto riguarda la valutazione dei carichi, è opportuno, ove possibile, realizzare una «storia dei carichi» parallela alla «storia delle destinazioni», che consenta almeno di ipotizzare l'entità e le condizioni di carico più sfavorevoli subite nel tempo dall'edificio, da utilizzarsi come riferimento anche per valutare se si verifichi o meno un incremento del 20%.

Si ritiene in linea generale opportuno e preferibile sostituire ad una attribuzione generica di carico accidentale, così come si può desumere dal prospetto 3.1 della Circolare 18591 del 9-11-78 del Min.LL.PP., la valutazione analitica dei carichi stessi, da tradurre in norme d'uso proprie di ciascuna parte dell'edificio e strettamente legate sia alle risorse di resistenza già presenti sia al grado di compatibilità di eventuali interventi volti ad aumentarle.

Le condizioni e limitazioni d'uso conseguenti al rapporto che si istituirà tra destinazioni interne e capacità di carico delle parti dovranno essere espresse in ciascun ambiente, analogamente a quanto già praticato per le norme di prevenzione incendi.

TESTO

In primo luogo le presenti istruzioni intendono fornire chiarimenti e indicazioni per la corretta applicazione, nei complessi edilizi di valore storico-artistico, dei concetti di intervento di *miglioramento* e di *adeguamento* antisismico secondo il dettato del D.M. 24-1-86 al punto C. 9. Ove il termine, corretta applicazione, si intende riferito alla esigenza fondamentale di salvaguardare la identità estetica e

storica del complesso edilizio, ovvero non introdurre, con le operazioni volte a conseguire un maggiore grado di sicurezza alle azioni sismiche, elementi estranei alla configurazione storico-architettonica del complesso; una esigenza che la stessa «legge sismica», 2-2-74 n. 64, riconosce all'art. 16, rinviando alle disposizioni delle leggi di tutela 1-6-39 n. 1089 e 29-6-39 n. 1497.

Ai sensi del citato D.M. si intende per intervento di *miglioramento antisismico* «l'esecuzione di una o più opere riguardanti i singoli elementi strutturali dell'edificio con lo scopo di conseguire un maggiore grado di sicurezza senza peraltro modificarne in maniera sostanziale il comportamento globale».

Si definisce invece intervento di *adeguamento antisismico* «l'esecuzione di un complesso di opere che risultino necessarie per rendere l'edificio atto a resistere alle azioni sismiche così come definite al punto C. 9.5.3.» del D.M. stesso.

Il *miglioramento* non richiede verifiche formali del livello di sicurezza, mentre l'*adeguamento* comporta calcoli di verifica sismica, i quali si avvalgono, necessariamente, di modelli analitici a carattere schematico che a tutt'oggi risultano scarsamente adatti a rappresentare l'effettivo comportamento delle antiche fabbriche murarie.

Dall'altra parte, mentre il D.M. impone il *miglioramento* a chiunque intenda effettuare interventi locali, volti a rimuovere o sostituire elementi strutturali dell'edificio, prescrive l'*adeguamento* soltanto a chi intenda:

- a) «sopraelevare o ampliare l'edificio»;
- b) «apportare variazioni di destinazione che comportino, nelle strutture interessate dall'intervento, incrementi dei carichi originari» «superiori al 20%»;
- c) «effettuare interventi strutturali rivolti a trasformare l'edificio mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un organismo edilizio diverso dal precedente»;
- d) «effettuare interventi strutturali rivolti ad eseguire opere e modifiche per rinnovare e sostituire parti strutturali dell'edificio, allorché detti interventi implicino sostanziali alterazioni del comportamento globale dell'edificio stesso»;
- e) «effettuare interventi strutturali rivolti a reintegrare l'organismo edilizio esistente nella sua funzionalità strutturale mediante un insieme sistematico di opere».

Gli interventi a), c), d), sono in generale indirizzati ad una modifica dei caratteri di cultura figurativa e materiale del manufatto, per cui non sono ammissibili per il patrimonio storico-architettonico in base alle esigenze ed ai requisiti della Tutela ai sensi della legislazione vigente.

Gli interventi di tipo b) possono essere ammessi purché l'adeguamento che la Normativa richiede non comporti la sopradetta modifica dei caratteri di cultura figurativa e materiale del manufatto.

Gli interventi di tipo e) possono essere ammessi solo in quanto l'operazione definita di «reintegrazione» avvenga impiegando materiali e magisteri tradizionali. L'impiego di nuovi magisteri può essere ammesso purché non siano invasivi e stravolgenti rispetto alle strutture esistenti.

Particolare delicatezza riveste comunque l'adozione degli interventi di tipo b) ed e), in quanto la

verifica sismica richiesta dall'*adeguamento*, per i motivi sopra ricordati, presenta, allo stato delle conoscenze, oggettive difficoltà ed incertezze che spesso spingono a dare risposte con soluzioni stravolgenti, dettate unicamente dalla esigenza della verifica formale.

2. Miglioramento e manutenzione

COMMENTO

Molti dei problemi che affliggono i monumenti, e che eventi sismici anche modesti hanno recentemente concorso ad evidenziare, sono legati all'abbandono e al conseguente degrado o comunque all'incuria nei confronti del «vecchio».

In buona parte, l'esigenza fondamentale, per il patrimonio monumentale come per il territorio più in generale, è quella di acquisire a pieno titolo il concetto e la prassi della manutenzione, che diventa il presupposto primario della conservazione.

Ove circostanze di varia natura conducano a prendere in considerazione l'intervento di adeguamento, occorre essere pienamente consapevoli che tale operazione, se da un lato può dare il conforto di una aumentata sicurezza (purché non sia puramente formale, come si spiega al successivo punto C. 4), dall'altro può attivare una serie di conseguenze negative in tema di identità del monumento, conseguenze che debbono essere oggetto di attento esame pluridisciplinare.

TESTO

In secondo luogo, le presenti istruzioni intendono stabilire un rapporto diretto fra *miglioramento e manutenzione*; si che le operazioni tecniche conseguenti al primo non possano essere realizzate senza tenere conto dell'insieme delle operazioni tecniche relative al secondo termine, così come la globalità delle operazioni tecniche di *manutenzione* non possa non coinvolgere e ritrovarsi nelle operazioni tecniche di *miglioramento* nelle zone sismiche.

Tenuto conto di quanto esposto, gli interventi di *miglioramento* si configurano come le naturali operazioni tecniche da prevedere per intervenire nei complessi di valore storico-artistico in zona sismica.

3. Miglioramento e comportamento statico

COMMENTO

Una maggiore attenzione per lo studio, anche storico, del comportamento statico si ritrova in passato; in particolare merita di essere segnalato il lucido contributo di Gustavo Giovannoni in «Il restauro dei monumenti», Cremonese Roma, p. 45 e seg.: «Il concetto di limitare i lavori di rinforzo al minimo necessario porta ad utilizzare gli «schemi di risorsa» formati nella statica dell'edificio senza alterarli, trattasi di stati di equilibrio, con cui la fabbrica si è spontaneamente difesa, ma che durano da secoli per il contrasto e la solidarietà delle strutture murarie; il

turbarli e l'avviare un diverso sistema di azioni porta talvolta alla necessità di rifare tutto.

Talvolta, ad esempio, con apparente paradosso, il diminuire del peso dell'ultimo piano, ha portato, come nel palazzo Carpegna a Roma, al dissesto dei pilastri del piano terreno, che hanno dovuto essere urgentemente ricostruiti.

Un analogo ordine di idee vale per l'impiego dei calcoli di stabilità per i vecchi edifici.

Applicare tali calcoli della Scienza delle Costruzioni come se si trattasse di una fabbrica nuova vuol dire non comprendere il presupposto di tali calcoli e non tenere conto del collaudo compiuto dal tempo.

Le teorie di resistenza infatti sono per gli edifici che saranno e non per quelli che già esistono, e tengono conto prudentialmente di eventualità di cattiva costruzione, di discontinuità, di disgregamento delle strutture che in questo caso sono già scontate. Così, ad esempio, tra i carichi di sicurezza ed i carichi di rottura c'è un margine enorme, che è necessario non invadere negli edifici nuovi, ma che lo è spesso negli edifici antichi, i quali entro quel margine vivono.

Pertanto per vecchi edifici, e non soltanto per monumenti, è prevalentemente da seguire, nei riguardi dei perturbamenti statici, il metodo empirico sperimentale».

TESTO

Il sistema delle operazioni tecniche necessarie al miglioramento deve essere concepito e definito dopo che sia stato individuato il comportamento statico originario del complesso edilizio nonché quello acquisito nel tempo.

Peraltro i due comportamenti statici non possono essere rigidamente disgiunti poiché fanno parte di un unico processo di trasformazione.

Si dovranno così trovare le linee di modificazione del complesso edilizio nel tempo e quindi introdurre correzioni indirizzate di volta in volta a:

- ripristinare comportamenti strutturali preesistenti ora alterati da fattori diversi;
- integrare il funzionamento statico attuale intervenendo sulle debolezze riscontrate.

In ogni caso l'intervento di *miglioramento* può prevedere solo la conservazione degli elementi edilizi la cui consecuzione è ritrovabile nel comportamento che si assume come risultante del processo di trasformazione, dall'originario a quello acquisito.

4. Modalità del miglioramento

COMMENTO

Il concetto secondo il quale la sicurezza è garantita da una serie di verifiche formali di tipo numerico è parziale, come la stessa attenta lettura delle norme tecniche dimostra chiaramente (vedasi la Legge 5-11-71, n. 1086, che detta «Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica», la citata Legge «sismica» 2-2-74 n. 64, il DM 20-11-87 che reca «Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento»). In particolare è notevole l'at-

tenzione che la 1086 rivolge alle questioni riguardanti le competenze, le responsabilità, i controlli.

L'osservazione diventa ancora più essenziale nel caso di intervento su costruzioni esistenti anziché nuove, e diventa determinante nel caso del patrimonio monumentale: limitare le proprie considerazioni a calcoli aventi valore formale, oltretutto istituiti, allo stato attuale, pensando a materiali, tecnologie e tipologie moderni, è largamente riduttivo, fallace, scarsamente cautelativo, ampiamente lesivo per l'identità del monumento. La questione è stata trattata nel documento «Osservazioni sulle Norme tecniche per il consolidamento degli edifici in muratura di cui al DM LL.PP. 20-11-87, Titolo II, in ordine al loro utilizzo per gli interventi sul patrimonio edilizio storico artistico», prodotto dal Comitato Nazionale per la Prevenzione del Patrimonio Culturale dal Rischio Sismico nel 1988, nel quale si legge in merito quanto qui appresso riportato:

«Alle suddette osservazioni puntuali si può aggiungere una fondamentale considerazione, riguardante la stessa considerazione della sicurezza; infatti, le costruzioni afferenti al patrimonio culturale presentano dal punto di vista dei livelli di rischio, una problematica più articolata di quella che caratterizza l'edilizia cosiddetta corrente: alle componenti di rischio che riguardano le vite umane, le perdite economiche, le varie ricadute sociali, se ne aggiunge un'altra, particolare e fondamentale: la perdita di valori culturali. Si tratta di un rischio la cui specificità è evidente e che presenta aspetti di grande delicatezza soprattutto perché gli interventi finalizzati a mitigare le possibili alterazioni indotte dalle azioni esterne costituiscono essi stessi alterazioni.

La ricerca di un punto di equilibrio fra le diverse istanze sollevate dalla cultura del restauro da un lato, dalla protezione di vite umane dall'altro, entrambe poste a confronto con la severità delle azioni esterne e con la vulnerabilità delle costruzioni, deve necessariamente tendere verso una definizione autonoma dei livelli di rischio accettabili per il patrimonio culturale e per gli utenti, una definizione cioè distinta da quella che viene comunemente accettata con riferimento alle nuove costruzioni, e conseguentemente trasferita in normativa, in modo più o meno esplicito e consapevole.

Infatti, l'entità di livello massimo di rischio ritenuta, da ciascuna società, accettabile, è fissata in modo del tutto convenzionale attraverso un processo di scontro e armonizzazione tra componenti le più diverse, che vanno dalla pratica costruttiva alla cultura progettuale.

Ogni edificio rispetta, più o meno fedelmente, il livello massimo di rischio accettato dall'epoca che lo ha prodotto e lo rispetta nelle sue caratteristiche più intime che vanno dalla concezione progettuale, alla scelta dei materiali, al dimensionamento dei diversi elementi costruttivi, al modo nel quale tali elementi sono tra loro collegati. La pretesa di modificare tale livello massimo, peraltro valutato convenzionalmente, è tanto mistificante, e poi non sufficientemente garantista, stante il modo nel quale il rischio viene attualmente valutato.

Occorre dunque modificare in maniera radicale il modo di procedere relativamente alle valutazioni di rischio ed alle conseguenti strategie di intervento, scegliendo per le costruzioni esistenti aventi valore storico-artistico, una impostazione nettamente distinta da quella, rivolta alle nuove costruzioni, proposta dall'attuale Normativa.

Tale impostazione si fonda sull'indagine storico-specialistica, appoggiata ad accurate rilevazioni metrico-descrittive e critico-stratigrafici, che può fornire validi elementi conoscitivi, a carattere sperimentale, sul livello di rischio della costruzione.

Infatti l'età della costruzione, le sue trasformazioni, le azioni estreme sopportate, in particolare quelle sismiche, le conseguenze subite, costituiscono elementi di valutazione dei due parametri pericolosità e vulnerabilità».

TESTO

Nello specifico la applicazione del *miglioramento* al complesso edilizio va definita soprattutto nei «modi» e nella «entità massima» delle operazioni tecniche da prevedere.

Per quanto detto sopra:

- i «modi» sono quelli compatibili rispetto:
 - ai materiali costitutivi ed ai sistemi di collegamento;
 - alla conformazione e concezione architettonico-strutturale del complesso edilizio, nonché all'insieme degli adattamenti subiti e/o apportati al complesso edilizio stesso nel tempo;
 - la «entità massima»:
 - è quella raggiungibile con i modi compatibili;
 - non va commisurata con livelli di sicurezza desunti da parametri esterni al complesso edilizio, impostazione questa propria dell'*adeguamento*.
- In definitiva il *miglioramento* configura una concezione che si traduce in un sistema coordinato di operazioni tecniche ritenute necessarie per consentire un comportamento di fronte alle azioni simili che più favorevole di quello attuale, senza peraltro che ciò snaturi la identità culturale del manufatto.

5. Operazioni progettuali

COMMENTO

La corretta impostazione e conduzione delle operazioni progettuali, con ampiezza rapportata al problema allo studio, e con disponibilità delle competenze necessarie, è fondamentale per assicurare:

- il raggiungimento dei migliori risultati possibili in termini di conoscenza e conservazione;
- la definizione della priorità di intervento, nel caso assai frequente che le risorse finanziarie non siano disponibili in unica soluzione;
- la suddivisione in stralci organici di intervento, tra loro coordinati;
- la ottimizzazione nell'impiego delle risorse, sia per il singolo progetto, sia per l'insieme degli interventi pertinenti ad una Soprintendenza.

TESTO

In terzo luogo il presente documento intende fornire prescrizioni per la organizzazione e la conduzione delle operazioni progettuali e di cantiere.

La progettazione del restauro viene configurata come momento del processo di conservazione del complesso edilizio. Essa si articola in ambiti di studio in rapporto alla specificità della disciplina del restauro e alle fasi della programmazione degli interventi.

Gli ambiti di studio, così come previsto anche dalla Circolare Ministeriale n. 1257/002/G del 30-6-82, del Ministero Beni Culturali ed Ambientali sono i seguenti:

A) Pre progetto:

che include, da un lato, le indagini e le ricerche volte ad analizzare il problema da affrontare e, dall'altro, acquisisce tutti gli elementi idonei ad impostarlo correttamente, sviluppando al massimo i contributi intersettoriali, ciò al fine di definire uno studio di fattibilità che offra gli elementi di giudizio per le scelte di priorità, per i tipi ed i metodi di intervento, allo scopo di approntare il progetto generale.

B) Progetto generale:

che traduce in termini operativi le conclusioni della fase precedente, quindi con le fasi di intervento, le priorità, le operazioni tecniche necessarie ed il preventivo di massima.

C) Progetti esecutivi:

relativi a ciascuno dei momenti di realizzazione del progetto generale.

D) Consultivo scientifico/contabile:

relativo ai lavori compiuti, pubblicazione e divulgazione dei risultati ottenuti.

La estensione e la specificità delle singole operazioni progettuali dipendono in larga misura:

- dalla importanza, natura, stato di conservazione, destinazione del monumento;
- dai risultati della o delle operazioni precedenti.

Tuttavia la suddetta dipendenza non incide sulla distinzione tra le operazioni, che deve comunque sussistere, dando luogo ad incarichi affidati a professionisti dotati delle specifiche competenze necessarie, operanti in forma collegiale o quantomeno coordinata.

6. Pre-progetto

COMMENTO

Il concetto di «giusta misura» nella estensione delle indagini è molto importante e delicato: spesso volte si fanno indagini insufficienti, ma altre volte si fanno indagini eccessive e costose, che poi rimangono inutilizzate, o perché del tutto inutili, o perché poco significative, o perché di difficile interpretazione.

Va tenuto presente che lo scopo principale degli studi preliminari consiste:

- 1) nel ricercare, porre in luce e descrivere la patologia propria dell'edificio esaminato;
- 2) nel valutare se la patologia posta in luce ed il suo possibile aggravamento, indichino come «non necessario», come «opportuno» oppure come «urgente ed indifferibile» un intervento;
- 3) nel valutare, ancora, il grado di sistematicità, la completezza e l'entità dell'intervento necessario e sufficiente per dare una risposta adeguata ai problemi emersi, pur se parziale e limitata nel tempo, ossia con la consapevolezza di non poter essere definitiva.

Si tratta in sostanza, una volta identificati i problemi, di delineare in prima approssimazione il tipo e la complessità del progetto necessario a dominarli nell'edificio esaminato.

Ad esempio: il degrado marcato di una parte di copertura in una costruzione che non presenta altri sintomi evidenti di degrado indica come «urgente ed indifferibile» l'intervento e, in genere, pone allo stesso tempo al massimo grado di semplicità il progetto degli interventi sufficienti ad eliminare tale carenza, ma non ad eliminare eventuali altri danni da questo già provocati, ad esempio a decorazioni sottostanti.

Per contro, la presenza di un degrado più lieve ma diffuso all'intera costruzione, e del quale non siano con facilità riconoscibili le cause, soprattutto in edifici complessi e frutto di travagliate vicende storiche, se può non porre problemi di priorità assoluta, indica la necessità di uno sviluppo progettuale assai più complesso, in grado di capire le reali esigenze, ossia le cause delle carenze più evidenti, ma anche l'eventuale presenza di patologie latenti, ossia le varie forme di vulnerabilità.

Nelle attività quotidiana delle Soprintendenze un complesso di difficoltà conduce assai spesso alla rinuncia allo studio preliminare, con effettuazione diretta di «perizie di spesa» che sostituiscono tanto la fase conoscitiva che l'elaborazione progettuale vera e propria. Tale procedura appare legittimamente applicabile ai soli casi di assoluta urgenza e limitatamente all'arresto di gravi fenomeni di degrado in progresso, per i quali anche il tempo necessario per l'elaborazione del progetto può rivelarsi dannoso.

In tutti gli altri casi, come pure nella prosecuzione degli interventi avviati con urgenza, appare non sostituibile un iter conoscitivo e progettuale più articolato, commisurato alla patologia e alle caratteristiche dell'edificio.

TESTO

Le operazioni preliminari, rivolte alla acquisizione della conoscenza del monumento nella situazione attuale, assumono importanza decisiva ai fini delle valutazioni sul da farsi; esse debbono avvalorarsi di svariati apporti disciplinari, con un livello di specializzazione che dipende dalla importanza del problema e dalle singole situazioni. Il rilievo dello stato di fatto deve poi essere seguito da una valutazione a carattere pluridisciplinare nel corso della quale la constatazione di eventuali situazioni carenziali si accompagna alla formulazione e all'esame collettivo delle possibili ipotesi di intervento.

Lo studio si può dividere in cinque settori principali, i quali corrispondono anche, seppure con

qualche sovrapposizione, ad ambiti disciplinari distinti:

- rilievo architettonico;
- analisi storica;
- analisi del comportamento strutturale;
- apporti di altre discipline;
- diagnostica sul campo e in laboratorio.

Non è possibile stabilire in modo tassativo l'estensione del rilievo da fare caso per caso; il concetto guida sta nell'esigenza di acquisire gli elementi per le valutazioni, nella giusta misura.

6.1 Rilievo architettonico

COMMENTO

Il rilievo architettonico consiste in una operazione complessa di conoscenza, le cui finalità e contenuti sono ampiamente trattati nella pubblicistica scientifica, articolata con una propria metodologia e comprendente fasi di studio collegate fra loro.

Specialmente il rilievo «critico» presenta una maggiore complessità e richiede il confronto tra l'osservazione del manufatto, intesa come fonte diretta, e le conoscenze storiche desunte dalle analisi di cui al paragrafo seguente.

La storia del processo di trasformazione del manufatto fornisce utili indicazioni per localizzare le zone interessabili da eventuali rilievi particolareggiati e/o sondaggi.

TESTO

Il rilievo architettonico può essere articolato in due elaborazioni distinte e complementari.

Il rilievo morfologico-descrittivo, che è indirizzato alla determinazione geometrica del manufatto, svolta attraverso operazioni di rilevamento, generali e di dettaglio, finalizzate alla sua conoscenza morfologica.

Il rilievo critico, che è indirizzato a fornire un quadro dei «caratteri» presenti nel manufatto, al fine di costituire la base conoscitiva per la progettazione dell'intervento di restauro. Esso viene svolto attraverso operazioni di rilevamento, eventualmente unite all'esecuzione di sondaggi nei punti significativi per riconoscere le trasformazioni avvenute.

Il rilievo critico è uno strumento che tende a realizzare un saldatura fra la ricerca con metodi archeologici, l'analisi dei dati di cultura materiale presenti e stratificati nel testo edilizio e ricerche tipologiche ed architettoniche sui dati di conformazione e configurazione, osservati nella loro processualità.

6.2 Analisi storica

COMMENTO

Per la definizione di interventi di miglioramento antismico l'analisi storica deve essere indirizzata verso almeno tre aspetti fondamentali della vita dell'edificio:

- valutare l'evoluzione nel tempo dell'organismo edilizio, ponendo in evidenza:
- le parti costruite in tempi successivi;
- i collegamenti realizzati tra tali parti;
- le differenze dei materiali utilizzati;
- analizzare i vari magisteri costruttivi evidenziando:
- luoghi di prelievo dei materiali;
- modalità di preparazione dei materiali;
- modalità di posa in opera;
- organizzazione della muratura;
- rilevare i danni subiti nel tempo ad opera dei terremoti e le eventuali riparazioni effettuate evidenziando, nella misura del possibile:
- localizzazione dei danni e delle riparazioni;
- entità dei danni.

Da questa serie di dati si può ricavare già una indicazione sul comportamento globale dell'edificio, considerando i fenomeni che si sono succeduti nel tempo come una sperimentazione diretta al vero, assai indicativa e probante, soprattutto se gli eventi sismici subiti sono stati significativi.

TESTO

L'analisi storica dell'edificio assume un ruolo di importanza fondamentale da un doppio punto di vista:

- identificazione ai fini della conservazione;
- identificazione ai fini della comprensione del comportamento strutturale e della sua evoluzione nel tempo, come già evidenziato al punto 3; da questo punto di vista è essenziale la conoscenza della «storia sismica» del monumento, in termini sia di caratteristiche degli eventi subiti nel tempo che di risposta agli stessi (quadri di danno) e di eventuali interventi di riparazione effettuati.

6.3 Analisi del comportamento strutturale

COMMENTO

Occorre molta attenzione e non bisogna dar nulla per scontato; infatti accade non di rado, negli edifici antichi, che vi siano ad esempio spostamenti in quelli che si ritengono fli fissi, con conseguenti fuori piombo (che non costituiscono necessariamente fatti negativi, ma che debbono comunque essere rilevati e valutati); oppure elementi portanti sono stati asportati per esigenze funzionali successive; spesso tali situazioni sono denunciate da quadri fessurativi, la cui analisi può pertanto essere molto utile.

Accade anche spesso che l'edificio attuale risulti da una stratificazione di costruzioni le più disparate, realizzate in tempi successivi senza troppa attenzione per la ricerca di una logica strutturale: in casi siffatti la comprensione della situazione statica può risultare assai difficile e delicata.

TESTO

Il rilievo geometrico delle parti in elevazione deve essere accompagnato:

- dalla annotazione di tutti gli elementi pertinenti al comportamento strutturale, quali natura meccanica e fisico-chimica dei materiali, stato di conservazione, collegamenti tra elementi contigui ed in genere aspetti concernenti le condizioni di vincolo tra elementi strutturali adiacenti, onde consentire la identificazione della struttura resistente alle azioni esterne, in particolare sismiche;
- dal rilievo completo del quadro fessurativo ed ampiezza delle lesioni.

Se si ritiene che il quadro fessurativo, possa essere in evoluzione, occorre predisporre apposito monitoraggio, con indagini estensimetriche e deformometriche.

Il rilievo di natura geometrica si integra con l'indagine diagnostica.

È inoltre necessaria la ricognizione della natura e dello stato delle fondazioni, nonché del terreno di fondazione, a mezzo di opportune indagini.

Nei casi ove si riveli necessario, ad esempio per la presenza di pendii potenzialmente instabili, di pareti rocciose sovraincumbenti con rischio di distacchi e crolli, cavità sotterranee, fenomeni di subsidenza o altro, lo studio del sottosuolo sarà esteso ad area più ampia ed opportunamente orientato. Nel caso contrario, verrà fatta esplicita menzione dell'assenza di fattori di questo tipo.

6.4 Apporti di altre ricerche disciplinari

COMMENTO

Gli apporti delle altre ricerche disciplinari non sono da considerare in modo subalterno, bensì in quanto partecipanti ad un «modello scientifico» orientato alla conoscenza del manufatto di valore storico-artistico, in vista della sua conservazione.

Quindi la condizione interna del modello ed i fabbisogni delle varie ricerche sono da configurare in ragione delle complessità dei temi della conservazione e del grado di interdipendenza delle ricerche stesse fra di loro.

TESTO

Gli apporti delle altre ricerche disciplinari nella fase di preprogetto debbono essere considerati per rispondere all'esigenza di condurre la elaborazione multidisciplinare illustrata precedentemente.

Si tratta di questione concettuale ed operativa complessa con statuti disciplinari in via di precisazione, collegamento ed organizzazione, ma che richiede, con sempre maggiore evidenza, una specifica considerazione nelle operazioni preliminari della progettazione.

Nello specifico occorre che le altre ricerche disciplinari partecipino alla conoscenza dei caratteri di base e tipologia degli insediamenti nei quali è inserito il manufatto considerato. Esse sono di vario tipo ed afferanza e vanno attivate in ragione della complessità dei temi posti dall'intervento.

Di tali ricerche si propone un elenco indicativo, e quindi non necessariamente esaustivo:



- ricerche di tipologia edilizia e morfologia urbana;
- ricerche archeologiche e di storia della cultura materiale;
- ricerche di stratigrafia strutturale muraria;
- ricerche sul cantiere edilizio attraverso le fonti scritte;
- ricerche storiche ed osservazioni sulle trasformazioni degli insediamenti e manufatti in relazione agli eventi sismici;
- ricerche sulla concezione strutturale e tecnologica dei manufatti antichi.

6.5 Diagnostica sul campo e in laboratorio

COMMENTO

Nei casi in cui l'estensione della costruzione, nello spazio e nei tempi di realizzazione, si accompagna all'impiego di materiali poco omogenei nelle loro caratteristiche fisico-chimiche, il ricorso a tecniche diagnostiche non distruttive e di rapida esecuzione, atte a segnalare le disuniformità, può essere particolarmente opportuno.

Per quanto riguarda le fondazioni, mentre si possono incontrare situazioni di dissesto, spesso indipendenti dagli eventi sismici e talvolta dovute a cause recenti di origine antropica, che richiedono evidentemente provvedimenti specifici, accade viceversa assai spesso di trovarsi di fronte a situazioni consolidate che non richiedono interventi, come prevede appunto il DM al punto C. 9. 3. Nei casi del primo tipo, che sono di regola evidenziati da quadri fessurativi di facile lettura, occorrono accertamenti diagnostici di opportuna estensione, mentre nei casi del secondo tipo sono sufficienti saggi di controllo.

TESTO

In generale la diagnostica si rivolge alla determinazione delle caratteristiche meccaniche (resistenza, deformabilità,...) e fisico-chimiche dei materiali presenti nel monumento. Nella ottica del miglioramento il valore assoluti di tali caratteristiche, pur conservando un'utilità nei casi dubbi, tali da destare preoccupazioni, passa in secondo piano rispetto alla verifica delle condizioni di degrado, eventuali manomissioni, danni non riparati, cedimenti di fondazione, eventuali aumenti di carico; pertanto le prove andranno concepite nell'ottica suddetta, ovvero dovranno prendere come riferimento le condizioni originarie, al ripristino delle quali l'intervento sarà essenzialmente mirato.

Nella diagnostica dovranno rientrare, ove la situazione lo richieda, indagini sui terreni e sulle fondazioni. La questione è trattata dal punto C. 9. 3. 3. del DM 24/1/86.

7. Valutazione dello stato di fatto e delle ipotesi di intervento

COMMENTO

Si possono configurare situazioni del tipo seguenti:

- Caso A:**
- il monumento non dà garanzie di sicurezza per le persone;
 - gli interventi che appaiono necessari per rimediare alla situazione suddetta vengono giudicati incompatibili con le esigenze di tutela;
 - la decisione è quella di precludere o limitare opportunamente (ad esempio evitando affollamenti) l'accesso di pubblico.
- Caso B:**
- si è ipotizzata una variazione d'uso del monumento (antico edificio che diventa sede di Banca, Biblioteca, Museo,...);
 - la eventuale nuova destinazione comporta interventi, volti a portare maggiori carichi, a garantire la incolumità delle persone, ad inserire servizi, ad assicurare la sicurezza incendio, che appaiono incompatibili con le esigenze di tutela;
 - la decisione è quella:
 - o di rinunciare all'ipotesi d'uso fatta;
 - o, in via alternativa, di studiare le modalità d'uso che possano ridurre l'eccessivo impatto sul monumento.

Si tratta cioè di mettere in conto ben tre esigenze che possono essere conflittuali:

- la destinazione d'uso;
- la tutela;
- la sicurezza.

Le soluzioni si trovano:

- con l'approccio integrale al problema, fin dalle prime fasi propositive;
- con l'impiego sistematico del processo iterativo: ipotesi progettuali, analisi degli impatti, correzione delle ipotesi;
- con l'ottimizzazione globale delle decisioni finali.

Ove gli orientamenti circa la destinazione d'uso di uno o più manufatti si intendano assumere in sede di pianificazione urbanistica, si dovranno contestualmente assolvere le verifiche di compatibilità necessarie; oppure, in via subordinata, si dovranno prevedere rigorosi meccanismi normativi di rinvio che consentano di modificare la destinazione prevista in caso di esito negativo della successiva verifica di compatibilità a livello edilizio.

TESTO

L'insieme dei dati di rilievo va soggetto ad interpretazioni, prima in ambito disciplinare poi multidisciplinare; in sede collegiale le valutazioni vanno poste a confronto e semmai approfondite, stante la diversità, talvolta anche molto grande, che può sussistere tra i criteri di giudizio.

A grandi linee si possono configurare due situazioni estreme:

- lo stato di fatto è più o meno soddisfacente in relazione al solo degrado, oppure a manomissioni che si concorda di rimuovere;
- lo stato di fatto presenta carenze originarie, o sopravvenute, legate in alternativa:

- a errori costruttivi;
- ad una scarsa attitudine a sopportare eventi sismici che la eventuale «giovanità» età della costruzione non ha consentito di evidenziare attraverso la summenzionata «storia sismica»;

- a trasformazioni successive ritenute ormai irrinunciabili;
- a patologie gravi da eventi sismici precedenti;
- a problemi di fondazione.

Nel primo caso si rientra con naturalezza, come già detto, nel concetto di miglioramento.

Nel secondo caso il conflitto ed i dubbi sussistono legittimamente per cui occorre:

- approfondire le singole valutazioni;
- rendere più serrato il confronto multidisciplinare;
- valutare l'opportunità di passare all'intervento di adeguamento oppure, in alternativa;
- valutare attentamente l'incidenza delle modalità d'uso del monumento sulle esigenze di sicurezza e considerare l'eventualità di modificarle.

8. Progetto generale

COMMENTO

Secondo l'idea guida sopra introdotta di manutenzione continua del patrimonio come politica ordinaria nella quale si inquadrano gli interventi via via necessari, si deve tendere, per ogni complesso edilizio a carattere monumentale, alla effettuazione dei Progetti e dei Programmi generali, in modo da costituire la base per programmi generali di intervento, comprensivi di priorità e ottimizzazione delle risorse.

TESTO

Il progetto generale:

- riguarda l'intero complesso edilizio anche se, come spesso avviene, la non immediata disponibilità di finanziamenti porterà ad un frazionamento dell'intervento;
- ha il carattere di progetto di massima;
- si basa sulla valutazione dello stato di fatto e delle ipotesi preliminari di intervento, con particolare riguardo alla questione dei possibili conflitti tra esigenze di pubblica incolumità e di tutela del monumento;
- si avvale di tutti gli apporti disciplinati necessari, in relazione alla problematica ed alla importanza dell'opera;
- si avvale di analisi e decisioni collegiali a carattere multidisciplinare.

9. Progetto esecutivo

COMMENTO

Laddove i preprogetti redatti indicano l'opportunità se non l'urgenza di intervenire, compatibilmente con le risorse finanziarie rese disponibili, e seguendo opportuni criteri di priorità, si procederà, nel quadro delineato dai progetti generali, alla redazione dei progetti esecutivi.

Gli approfondimenti d'indagine sono spesso necessari in quanto la fase di studio preliminare non può e non deve svuotarsi tutte le questioni: in quella fase le indagini vanno limitate a quanto basta ad inqua-

drare i problemi, evidenziare le patologie, fornire indicazioni metaprogettuali. Al momento dell'intervento, e con cantiere aperto, si possono portare fino in fondo le singole analisi, in particolare diagnostiche, nonché sperimentare «in vivo», ove necessario, singole operazioni tecniche di intervento, eventualmente in alternativa tra di loro.

TESTO

Il progetto esecutivo:

- definisce in modo compiuto le singole operazioni tecniche di intervento, riguardanti singole parti del complesso;
- prescrive le modalità esecutive delle operazioni tecniche;
- indica i controlli da effettuare in cantiere;
- definisce eventuali sperimentazioni preliminari di possibili modalità di intervento, da realizzare in cantiere nel corso della prima fase dei lavori;
- può essere redatto per stralci successivi di intervento, entro il quadro tracciato dal progetto generale;
- può, in molto casi deve, avvalersi di approfondimenti di indagine rispetto allo studio generale dello stato di fatto.

Nel caso di complessi edilizi privi di giunti tra gli edifici vale senza aggiunte e commenti quanto indicato al punto C. 9.10 del DM 24/1/86.

10. Consultivo scientifico/contabile

COMMENTO

Si tratta di fase quasi sempre obliterata nella pratica. La sua assenza comporta una carenza fondamentale nel processo di restauro. Infatti riduce la sistematicità nella raccolta dei dati, non consente ricadute sulle questioni generali di teoria e tecnica dei restauri e riduce la possibilità della costruzione di una storia del manufatto.

TESTO

Si tratta dell'ultima fase dei programmi di intervento ed è elaborazione peculiare del progetto di restauro. Mentre si configura come ultimo atto è insieme la prima parte del futuro programma all'interno della processualità del restauro. Suo compito è quello di tracciare un quadro di confronto critico e contabile fra programma ed esecuzione dei lavori, seguito da pubblicazione e divulgazione dei risultati.

11. Operazioni tecniche di intervento

COMMENTO

A titolo di esemplificazione si danno qui alcune indicazioni relative alle parti principali nelle quali si divide un organismo edilizio.



TESTO

Le operazioni tecniche di intervento:

— sono di regola rivolte a singole parti dell'edificio, sia pure nel quadro di una visione d'insieme del complesso di tutte le operazioni;

— sono di regola rivolte al reintegro di funzioni statiche venute meno nel tempo, ovvero alla cura di patologie riscontrate;

— in alcuni casi possono consistere nell'inserimento di parti nuove, purché nei limiti e con le modalità fissati dalle Carte del Restauro.

Per ogni debolezza o patologia le possibili soluzioni sono generalmente più d'una, con caratteristiche diverse in termini di: efficacia, invasività, reversibilità, durevolezza, modalità e tempi di esecuzione, costo. La scelta della soluzione deve necessariamente avvenire caso per caso, dopo attento esame dei caratteri suddetti, delle condizioni operative, delle conseguenze. Si tratta in sostanza di condurre una vera e propria analisi costi-benefici, nella quale però i costi si misurano con metro del tutto diverso dal solito: infatti, nella logica dell'intervento di miglioramento antisismico, i benefici si misurano come di consueto in termini di incremento della sicurezza (peraltro non valutati a mezzo di verifiche formali, come già detto), mentre i costi si misurano in termini di alterazioni dei caratteri storico-architettonici dell'edificio. La suddetta profonda diversità rende spesso delicate e difficili le scelte, imponendo quale metodo obbligato l'esame multidisciplinare e la decisione collegiale.

C. 11.1 Fondazioni

COMMENTO

In linea generale gli interventi in fondazione sono da escludere nell'ambito del miglioramento in quanto, in assenza di significative variazioni dei carichi e dello schema di funzionamento statico del manufatto, non se ne pone la necessità, come espressamente previsto dal DM al punto C. 9.3.3.

Sono tuttavia possibili situazioni che presentino «piccoli» problemi di carattere locale, spesso dovuti a manomissioni quali scavi o a problemi di instabilità di cavità sotterranee. In tali casi appare appropriato intervenire con provvedimenti locali, tali appunto da innalzare il grado di sicurezza «senza peraltro modificare in maniera sostanziale il comportamento dell'edificio».

Questi provvedimenti dovranno essere concepiti sulla base di una esauriente conoscenza delle opere di fondazione e di un'adeguata caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati. Si avrà cura di realizzare la massima uniformità nelle condizioni di appoggio; a tal fine sono da privilegiare interventi di sottomuratura rispetto al ricorso a micropali.

Questi ultimi potranno essere adottati solo ove non esistano valide alternative, e dopo averne dimostrato la necessità con analisi quantitative.

Molto efficaci sono generalmente gli interventi tendenti a ripristinare o a potenziare i collegamenti orizzontali.

C. 11.2 Pareti

In linea di massima si dovrà intervenire utilizzando materiali con caratteristiche fisico-chimiche il più possibile omogenee a quelle dei materiali originali.

Con tali materiali si procederà a seconda dei casi;

— a riparazioni localizzate;

— a risanamento di parti lesionate;

— a ripristino rispetto a manomissioni esistenti (cavità, vani armadio, vani porta, vani finestra, vani parete), apportate al fabbricato in fasi successive e ritenute inopportune in sede di progetto di restauro.

In ogni caso è essenziale che la parete oggetto dell'intervento recuperi la piena omogeneità di tessuto murario, uniformità nella resistenza e continuità nella rigidità, e si realizzi, qualora mancanti, gli opportuni ammassamenti.

L'intervento con materiali diversi dalla muratura, in particolare l'inserimento di elementi in conglomerato cementizio, potrà eccezionalmente essere ammesso, raddoppiando le cautele sopra menzionate in termini di valutazione dell'impatto dell'intervento sul comportamento strutturale nonché, come è scontato, sugli aspetti riguardanti l'identità architettonica.

Nei casi di pareti con caratteristiche meccaniche particolarmente scadenti si potrà ricorrere alle tecniche di iniezione di miscele leganti, da provare in sede preventiva in termini di fattibilità ed efficacia.

Le perforazioni armate sono di regola da evitare, sia per il loro palese carattere di irreversibilità, sia per i legittimi dubbi sulla loro durabilità, sia per le incognite sulla loro efficacia. Eventuali proposte di adozione di questa tecnica dovranno essere del tutto eccezionali, localizzate, dimostrate nella loro necessità e nel loro impatto.

Il caso delle pareti affrescate riveste evidente carattere di delicatezza, escludendo la quasi totalità degli interventi sopra menzionati. Esso va quindi affrontato avvalendosi degli opportuni interventi specialistici.

C. 11.3 Pilastri e colonne

Si deve preliminarmente osservare che pilastri e colonne sono essenzialmente destinati a sopportare carichi verticali con modeste eccentricità; qualsiasi azione che turbi tale quadro statico può avere effetti negativi sulla resistenza e/o la stabilità dell'elemento strutturale. Azioni di questa natura sono prevalentemente dovute a spinte di archi, volte e coperture ovvero ad eventi sismici.

Alla luce di quanto sopra, e nell'ottica del miglioramento, gli interventi su pilastri e colonne si configurano nel modo seguente:

— ripristinare, ove necessario, la originaria resistenza a sforzo normale a mezzo di provvedimenti quali cerchiature e tassellature;

— eliminare, o comunque contenere, le spinte orizzontali mediante provvedimenti quali apposizione di catene ad archi, volte e coperture e realizzazione o ripristino di contrafforti;

— ripristinare, eventualmente, i collegamenti atti a trasmettere le azioni orizzontali ad elementi più rigidi e resistenti.

Sono invece da evitare interventi volti a conferire a colonne e pilastri resistenza a flessione e taglio, quali perforazioni armate, precompressione, inserimento di anime metalliche. Infatti tali interventi, oltre a risultare invasivi e non reversibili, sono generalmente poco efficaci e spesso dannosi perché modificano drasticamente il comportamento d'insieme della struttura.

Situazioni di non verticalità vanno analizzate con attenzione, individuandone cause ed effetti e valutando di conseguenza l'opportunità di correggerle o di mantenerle.

Per quanto applicabili, restano inoltre valide le considerazioni svolte al punto precedente per le pareti.

C. 11.4 Incatenamenti

L'antica pratica di inserire «catene», in atto da secoli sugli edifici in muratura, va rivalutata e adottata sistematicamente, laddove opportuno, specie per gli interventi in zona sismica.

Sono da preferire le catene costituite da barre tonde di acciaio a bassa resistenza e (quindi) elevata rigidità, con «capichave» atti a riportare la pressione conseguente al tiro su ampie zone della muratura; tali capichave potranno essere esterni alla parete (soluzione preferibile dal punto di vista strettamente tecnico) oppure incassati, con profondità d'incasso ridotta al minimo indispensabile. Scopo delle catene è quello di conferire all'edificio il cosiddetto «effetto scatola», cioè la capacità di funzionare strutturalmente quale unico organismo (laddove opportuno). A tali fini le catene verranno perlopiù disposte in corrispondenza di muri maestri, ad ogni piano, con preferenza per le soluzioni con doppia catena ai fianchi dei muri stessi. Nel caso di muri esterni si adatterà di regola la catena singola all'interno.

Nei casi per i quali sia indispensabile forare la parete in direzione longitudinale (casi che si cercherà il più possibile di evitare), si dovrà di regola dare la preferenza a catene inguainate non iniettate, il che consente la reversibilità dell'intervento, l'eventuale ripresa di tesatura, la non insorgenza di sollecitazioni anomale e nocive.

Per quanto riguarda la tesatura si dovranno adottare valori modesti, tali da inserire nelle murature tensioni di compressione largamente al di sotto dei valori ritenuti ammissibili.

Le catene saranno di norma orizzontali. In alcuni casi si potrà valutare l'eventualità di disporre tiranti verticali.

In ogni caso l'apposizione di tiranti va sempre assoggettata al controllo che le azioni indotte nella muratura siano da questa sopportate con ampi margini di sicurezza.

C. 11.5 Archi e volte

Le strutture ad arco e volta, ossia spingenti sono una caratteristica di molti edifici murari. Contrariamente ad una opinione purtroppo assai diffusa, con-

seguenze negative per la conservazione dei caratteri di buona parte della edilizia tradizionale «seppur» «minore», a seguito dei più recenti eventi sismici in Italia, il comportamento di archi a volte durante i terremoti è assai migliore di quanto si creda, come è testimoniato dall'esame dei danni riscontrati. La questione non si riduce a condannare come inadatta in zona sismica la struttura spingente, ma consiste nel porsi il problema di assicurare l'esistenza di «vincoli» o elementi attivi a sopportare la spinta stessa.

Il tema merita ancora molti studi. Nel frattempo il giudizio ricorso alle catene, del tipo sopra descritto con riferimento all'incatenamento generale delle pareti, potrà risolvere la maggior parte dei problemi. Di regola dette catene andranno poste alle «reni» di archi e volte; qualora vi siano ragioni che ostano a tale soluzione si potrà prendere in esame l'ipotesi di incatenamento a livelli diversi (in particolare poco sopra alla chiave), purché tale intervento costituisca comunque, grazie alla presenza di altri elementi strutturali, di resistenza e (soprattutto) di rigidità adeguata, una soluzione effettiva del problema.

Per quanto riguarda gli altri aspetti, gli archi e le volte potranno essere oggetto di interventi locali integrativi analoghi a quelli sopra descritti per le pareti, con l'avvertenza che alcune lesioni sono da ritenersi non opportuno riparare: ciò vale in particolare per lesioni in chiave e alle reni, ove (s'intende) la resistenza alla spinta sia assicurata.

In alcuni casi si potrà accettare il ricorso a tecniche di «placcaggio» con una contro volta resistente costruita aldisopra ed aggancio tra le due a mezzo di opportune grappe. Tuttavia si tratta di un intervento al quale ricorrere il meno possibile.

C. 11.6 Solai

In presenza di azioni sismiche i solai, ordinariamente destinati soltanto a portare carichi verticali, assumono un ruolo molto importante di collegamento tra pareti murarie, concorrendo in maniera determinante al prima citato «effetto scatola». A tal fine è essenziale che i solai siano ben collegati alle murature portanti e possiedano una adeguata rigidità nel proprio piano.

Ciò premesso le linee preferenziali di intervento saranno le seguenti:

- di norma i solai di legno debbono essere conservati;
- ove necessario si adatteranno le note tecniche di irrigidimento del tavolato, con particolare attenzione alle modalità di ammassamento nei muri laterali;
- nei casi in cui un solaio in legno non possa essere conservato a causa di degrado irreversibile è preferibile sostituirlo con un nuovo solaio ancora in legno;
- l'inserimento di cordoli «in breccia», che comportano tagli continui sulle murature, è da evitare, dando la preferenza ad incatenamenti e collegamenti perimetrali puntuali;
- per i solai a patrelle e voltine o tavelloni è consigliabile provvedere all'irrigidimento, mediante una soletta armata resa solidale ai profilati, incatenamento, collegamenti, protezione dalla corrosione.



C. 11.7 Tetti

I tetti presentano spesso l'inconveniente di essere spingenti, una caratteristica che in zona sismica va eliminata. Risolto il problema della spinta, nulla osta al mantenimento dei tetti in legno.

Vanno evitati gli interventi che comportano aumento delle masse all'ultimo piano, fatto particolarmente negativo in zona sismica.

In generale occorre poi prestare attenzione al fatto che cambiamenti rispetto alla situazione esistente in termini di collegamenti, sollecitazioni trasmesse, rigidezze, eventualmente apportati con buoni propositi, possono viceversa avere effetti negativi sul comportamento strutturale dell'edificio.

C. 11.8 Altri interventi

Oltre ai problemi connessi ai singoli elementi strutturali, possono presentarsi problemi più difficili, talvolta risolvibili, nello spirito del miglioramento, con interventi di tipo tradizionale, spesso adottati nelle antiche fabbriche.

Ad esempio si può riscontrare la presenza di pareti molto grandi in relazione al loro spessore, con distanze che appaiono eccessive tra muri maestri (pareti troppo lunghe) o tra orizzontamenti (pareti troppo alte); in tali circostanze l'effetto scatola può essere compromesso e la parete in oggetti appare vulnerabile per azioni trasversali al suo piano medio. Non potendo inserire né solai né muri maestri intermedi (che potrebbero risolvere il problema) il rimedio appare difficile e le perplessità appaiono legittime. Ancora una volta la possibilità di conoscere la storia sismica dell'edificio potrà dare qualche chiarimento in proposito; ove tale chiarimento non giunga si potrà prendere in considerazione l'ipotesi di inserimento di contrafforti o setti.

C. 11.9 Interventi in ambito archeologico

Gli interventi in ambito archeologico presentano aspetti particolari che spesso li distinguono dagli interventi sul patrimonio storico-architettonico.

Preliminarmente si rileva che in generale i livelli di esposizione che comportano rischio per le persone sono assai più ridotti.

Ciò che più preoccupa è il degrado dei materiali edilizi, sia naturali che artificiali, indotto da carenze di manutenzione. Pertanto la protezione dal degrado di origine atmosferica e dall'aggressione biologica rappresenta la prima priorità, anche con riferimento alla vulnerabilità sismica.

Con più specifico riferimento alle opere di consolidamento (più che mai da intendere esclusivamente quale miglioramento) si osserva:

a) per quanto riguarda la conservazione delle colonne e più in particolare delle colonne a rocchi, vale quanto detto al punto C. 10.3 circa il mantenimento della configurazione statica originaria, con esclusio-

ne di perforazioni ed ancoraggi, mai reversibili, e preferenza per provvedimenti limitati quali tassellature, cerchiature e simili. Ciò anche nella consapevolezza che persino il crollo di una colonna a rocchi è preferibile alla irreversibile frantumazione alla quale può andare incontro se resa monolitica. Infatti nel primo caso risulterebbe ancora possibile l'anastilosi, procedimento valido per colonne non portanti, ed ancora preferibile anche nel caso di colonne con trabeazione.

b) Con riferimento alla conservazione delle opere in muratura, oltre a quanto detto al punto C. 10.2 circa la esclusione delle perforazioni armate, occorre assumere un atteggiamento più critico anche nei confronti dell'uso delle miscele cementizie, senz'altro da sconsigliare, preferendo il ricorso a leganti in tutto simili a quelli antichi. Nei casi più gravi si potrà fare ricorso a smontaggi parziali. Nei casi di perdita di efficacia di un'ammorsatura tra muri originariamente esistenti, il collegamento potrà essere ripristinato attraverso una ritessitura della muratura stessa, evitando l'irrigidimento con cuciture armate. Infine è da segnalare che i fuori piombo sono spesso dovuti a processi di assestamento molto antichi per cui risulta il più delle volte preferibile non turbare l'equilibrio raggiunto.

c) Per le strutture di fondazione vale quanto detto al punto C. 10.1; semmai la maggiore età della costruzione accentua ancora la natura di equilibrio ormai consolidato nella zona, sempreché non vi siano mutamenti e/o manomissioni di origine antropica nei confronti dei quali si dovrà di regola agire sulle cause di disturbo anziché sull'opera; si può aggiungere che il ricorso a micropali, già fortemente sconsigliato al punto C. 10.1, diventa da escludere del tutto in campo archeologico.

d) In ogni caso, di fronte a situazioni ritenute eccezionali così da suggerire provvedimenti di particolare impegno, il più volte menzionato approccio multidisciplinare e la pratica delle valutazioni e decisioni collegiali potranno consentire la individuazione di soluzioni soddisfacenti dai vari punti di vista.

12. Verifiche statiche

COMMENTO

Le modellazioni numeriche, libere da obblighi formali di verifica, possono fornire utilissimi elementi di raffronto e indicazioni sull'efficacia di un intervento progettato.

Ad esempio la verifica di un muro soggetto a pressione eccentrica, con il contributo della spinta di una volta, potrebbe dare esito poco soddisfacente, se non preoccupante; l'apposizione di tiranti che eliminino la spinta potrebbe dar luogo ad una centratura di carichi, con grande sollievo della muratura; indipendentemente dai valori numerici assoluti, il miglioramento sarebbe evidente.

L'analisi agli elementi finiti di una parete dotata di molte aperture, soggetta a forze orizzontali simulanti azioni sismiche, condotta in campo elastico, pur con i limiti di un calcolo statico anziché dinamico e non

spinto in campo non lineare, con forze convenzionali difficili da calibrare perché poco nota è la duttilità della struttura, può fornire indicazioni preziose sulle concentrazioni di tensioni che si producono, evidenziando le zone deboli da assoggettare ad eventuali rinforzi localizzati.

Il quadro fessurativo rilevato può suggerire modelli di calcolo volti a verificare parti della costruzione che hanno trovato nuovi equilibri, e tali verifiche possono evidenziare la eventuale natura «fisiologica» di alcune delle fessure.

TESTO

Nell'ottica del miglioramento non sono previste verifiche globali; possono tuttavia essere opportune ed utili verifiche locali connesse agli interventi previsti.

In ogni caso le verifiche fatte, specie se fossero globali, non hanno il significato di verifiche assolute, per le quali mancano generalmente, come già illustrato in precedenza, i presupposti; possono invece essere utili verifiche di confronto, che dimostrano l'avvenuto *miglioramento*, e costituiscono elementi di valutazione qualitativa accanto agli altri disponibili.

13. Approvazione dei progetti - Conduzione dei lavori - Controlli - Collaudo

COMMENTO

Il significato dei soli controlli «a tavolino», già palesemente parziale per le nuove costruzioni, diventa molto ridotto nell'intervento sull'esistente, quasi nullo sull'esistente monumentale. Si evidenzia quindi un ruolo particolarmente importante per la Direzione Lavori.

Quanto al collaudo, va inteso nei due sensi: verso le esigenze di sicurezza, ma anche verso quelle di tutela del monumento; con tale ottica si può pensare ad un collaudatore (o Commissione di collaudo) che non autorizza la riapertura al pubblico di una costruzione per mancanza di sicurezza, ma gli sarà difficile chiedere l'annullamento di operazioni invasive irversibili ormai eseguite: perciò l'esigenza del collaudo in corso d'opera è «bilaterale».

TESTO

La conduzione dei lavori deve essere quella tipica del restauro conservativo, con le avvertenze contenute nel punto 9.

Per quanto riguarda i controlli ed il collaudo, essenziale è il concetto di controllo in corso d'opera, come del resto è indicato al punto C. 9.4 del DM 24/1/86, al quale si rinvia.

NOTE

Le Istruzioni sono state approvate all'unanimità dal Comitato Nazionale per la Prevenzione del Patrimonio Culturale dal Rischio Sismico nella seduta del 12/12/1986.

Le Raccomandazioni sono state approvate all'unanimità dal Comitato Nazionale per la Prevenzione del Patrimonio Culturale dal Rischio Sismico nella seduta del 17/6/1986.

I Comitati Congiunti del Ministero Beni Culturali e Ambientali hanno espresso parere favorevole nella seduta del 10/9/1986. In tale data i «Comitati esprimono il loro particolare apprezzamento ed il parere favorevole alle Raccomandazioni e chiedono all'on. Ministro di mettere a disposizione risorse e strutture per far fronte agli obiettivi proposti».

Le Raccomandazioni sono state successivamente trasformate in Circolare del Ministero Beni Culturali e Ambientali.

Le Direttive sono state approvate all'unanimità dal Comitato Nazionale per la Prevenzione del Patrimonio Culturale dal Rischio Sismico nella seduta del 14/7/1989.

Il testo delle Direttive nella formulazione originaria elaborata dal Comitato viene riportato nella prima parte della pubblicazione assieme agli Indirizzi e alle Raccomandazioni poiché questi tre documenti nel loro insieme vengono a costituire un quadro organico di riflessioni e di orientamenti nel settore. Tale quadro è utile per un riferimento e un riscontro complessivo all'esperienza della ricostruzione dei Friuli e per stimolare le future iniziative coordinate da intraprendere da parte del Ministero per i Beni Culturali e Ambientali e della Protezione Civile nello specifico settore riguardante gli interventi per il Patrimonio Culturale in zona sismica.

Per un quadro completo della attività del Comitato Nazionale per la Prevenzione del Patrimonio Culturale dal Rischio Sismico, vedi gli atti del 1° Seminario di Studi, «La protezione del patrimonio culturale - La questione sismica - Istituzioni e ricerca universitaria», a cura del Dipartimento di Scienza e Tecnologia del Restauro dell'Istituto Universitario di Architettura di Venezia, Volume a cura di Giustina Strovich, il Ventaglio, 1988.