

7. LE ANOMALIE

7.1 IL RECUPERO DELLA CULTURA SISMICA LOCALE COME AZIONE DI PREVENZIONE SISMICA.

I terremoti costituiscono dei test efficacissimi di tecniche e materiali e determinano, perciò, innovazioni che segnano la evoluzione della conoscenza. Se ricorrenza e intensità sono quelle "giuste", man mano si viene formando quella che è stata definita la "cultura sismica" delle comunità. Se invece la ricorrenza è bassa, c'è un incremento di conoscenze subito dopo un terremoto importante, poi, poco a poco, l'oblio progressivo del terremoto fa perdere coscienza della funzione antisismica di taluni provvedimenti. Questi passano nella pratica edilizia corrente, diventano linguaggio architettonico, decorazione.

E' un processo fisiologico, che accade ovunque. In passato ha favorito il solido radicarsi della cultura sismica, perché la trasformazione della funzione di un dato elemento, da protettiva a decorativa, ne ha prolungato l'uso, anche quando si era ormai persa coscienza della sua utilità. Ma, oggi, rende più difficile riconoscere gli elementi antisismici presenti nell'edificato antico, perché molti esperti e la gente comune percepiscono ormai tali elementi come puramente decorativi.

Per sviluppare un intervento di recupero della Cultura Sismica Locale (CSL) è dunque fondamentale conoscere a fondo la tecnologia, l'origine, l'evoluzione del costruito antico. Ma non è sufficiente. E' importante conoscere anche il contesto economico, sociale e culturale in cui l'edificato è stato costruito, riparato, modificato. Soprattutto, è importante non limitare l'analisi all'edificato monumentale. In fondo, gli elementi costruttivi antisismici costituiscono un elemento particolare del linguaggio architettonico localmente consolidato, la cosiddetta "architettura vernacola". Ma questa altro non è che il prodotto dell'azione intrapresa dalla comunità per soddisfare i propri bisogni, utilizzando le risorse disponibili ed applicando la cultura (tecnica, ma non solo) corrente all'epoca. E' quindi evidente che proprio nell'ambito di tali architetture potranno ritrovarsi le tecniche antisismiche tradizionali.

Purtroppo, gli studi sulle architetture vernacole sono non molto frequenti, in genere hanno diffusione quasi esclusivamente locale. Non solo è quindi impossibile fornire la documentazione sulle tecniche costruttive e sul linguaggio architettonico locali a chi interviene dall'esterno in situazioni di emergenza, è anche molto difficile disporre di tali materiali utilizzabili per la corrente azione di prevenzione. Inoltre, quasi mai tali studi sono condotti con approccio sistemico. Gli specialisti dei centri antichi che svolgono le analisi storiche, stilistiche, economiche - che pure sono quasi sempre molto raffinate ed approfondite - raramente adottano metodi di incrocio interdisciplinare¹. Ma l'ambiente - anche l'ambiente edificato - è un sistema complesso, in cui ogni modifica provoca conseguenze che si ripercuotono ben al di là del settore specifico di intervento. Un "rafforzamento" non compatibile con le tecniche con cui l'edificio è stato costruito rischia di far aumentare la vulnerabilità del manufatto che si voleva proteggere. D'altra parte non è possibile controllare la miriade degli interventi minuti che la gente opera sull'edificato storico corrente (di solito non protetto da vincoli di legge). Oggi, come all'epoca della sua costruzione, l'edificato antico non vincolato può essere protetto solo se esiste una conoscenza diffusa delle buone regole di intervento.

¹ Ad esempio quelli che permettono agli archeologi di raccontare la storia di comunità ormai scomparse analizzando gli stili delle differenti scuole di ceramisti, integrando le analisi stilistiche con raffinati test sui reperti in laboratori di chimica o mineralogia, confrontandole con la cronologia delle epigrafi e le notizie sui commerci, ecc.

Da tali considerazioni derivano due indicazioni. Innanzitutto, il recupero della CSL è una tipica azione di prevenzione, che aiuta a ridurre la vulnerabilità dell'edificato antico, ma può anche contribuire a mitigare gli effetti di un terremoto e a meglio gestire la fase di emergenza (cfr. Introduzione). Inoltre, affinché il recupero della CSL risulti efficace, cioè determini una effettiva riduzione di vulnerabilità dell'edificato, l'azione non può essere che globale e deve investire l'intera comunità.

Un intervento che si prefigga l'obiettivo di ridurre la vulnerabilità del sistema (prima, durante e dopo un terremoto) attraverso il recupero della CSL deve quindi necessariamente coinvolgere esperti (locali ed esterni), popolazione locale ed istituzioni in un processo che porti l'insieme dei decisori a:

- (ri)conoscere e padroneggiare le tecniche locali che hanno - e/o possono ancora avere - valenza antisismica,
- adottare comportamenti "spontanei" (cioè non condizionati da prescrizioni di leggi o regolamenti, dalla presenza di équipes di tecnici esterni, ecc.) che risultino coerenti con le conoscenze acquisite.

Per recuperare la PADRONANZA DELLE TECNICHE TRADIZIONALI, la comunità deve riappropriarsi delle "sue" tecniche costruttive, quelle testate "al vero", e favorevolmente, da tutti i terremoti che l'edificato locale ha subito. Riappropriarsi di tali tecniche implica censirne gli elementi, riconoscerne la funzione antisismica, valutarne l'efficacia, migliorarla se del caso. Solo così si eviterà di eliminare elementi costruttivi che hanno avuto (e certamente hanno ancora) efficacia antisismica, oppure di effettuare interventi di trasformazione che alterano sensibilmente il comportamento dinamico e la resistenza al sisma dell'edificio. In breve, riappropriarsi della tecnologia antisismica presente nell'edificato antico è condizione necessaria per modificarli senza rischio, per conservarne la originaria resistenza, quella che ha permesso agli edifici di superare tutti i terremoti passati.

Ma la manutenzione permanente ed appropriata degli edifici antichi in zona sismica è, in fondo, un aspetto particolare dell'azione della comunità per adattare progressivamente il territorio ai propri bisogni in evoluzione. Non è solo questione di conoscenze tecniche, dipende anche, talvolta soprattutto, dai **COMPORTEMENTI** di tutti gli attori coinvolti (proprietari, tecnici, amministratori, imprenditori, maestranze). Conoscere la efficacia antisismica di una volta serve a poco se poi la si elimina per aumentare l'altezza del piano e realizzare un soppalco. Sapere che le bucatore in prossimità degli spigoli sono pericolose in caso di terremoto non impedisce di aprire una finestra quasi all'angolo dell'edificio per dare luce ad un bagno. Un proprietario sa bene che l'intonaco degradato non protegge a sufficienza la muratura dall'umidità, ne accelera l'invecchiamento e, di conseguenza, ne fa diminuire rapidamente la resistenza, ma lo rifarà solo se e quando penserà che nuoce *all'aspetto* dell'edificio.

Le esperienze di terreno svolte durante tutto l'arco della ricerca hanno mostrato che per indurre dei comportamenti dei vari attori che riducano (o che non facciano aumentare) la vulnerabilità dell'edificato, è utile stimolare la comunità a riappropriarsi delle tecniche antisismiche locali attraverso un approccio pluridisciplinare e sistemico basato su:

- ⇒ l'analisi delle tecniche costruttive locali e delle "anomalie" riconoscibili negli edifici antichi, per identificarne l'epoca, le origini, le eventuali finalità antisismiche (**lettura archeologica dell'edificato**);

- ⇒ l'analisi storica delle forme di adattamento del territorio, di utilizzazione delle risorse disponibili, delle conoscenze tecniche, dei flussi commerciali, per riconoscere eventuali finalità diverse dalla protezione antisismica (**lettura ecostorica del territorio, edificato e non**);
- ⇒ l'analisi della sismicità locale e dei terremoti storici che hanno colpito il centro in questione, per stabilirne l'eventuale correlazione con l'apparire o il modificarsi di talune tecniche costruttive (**sismicità storica locale**);
- ⇒ l'analisi del comportamento dinamico degli edifici (anzi, dell'intero isolato), ragionando più sugli effetti globali che sui valori puntuali delle sollecitazioni, con l'obiettivo (i) di definire criteri di rafforzamento rigorosi ma, al tempo stesso, adatti a situazioni nelle quali svolgere analisi numeriche attendibili risulta impossibile o difficile (utilizzando i **codici di pratica**) e (ii) di ripristinare l'attività di manutenzione permanente dell'edificato antico, adottando tecniche di intervento prossime a quelle originarie (**manutenzione sistemica**).

Che si tratti di una azione di prevenzione o di un intervento nella fase dell'emergenza, i problemi che si incontrano di solito sono prevalentemente di ordine metodologico. In particolare, nell'azione di prevenzione le questioni da porsi sono:

- come condurre un'azione di recupero della CSL con la partecipazione attiva della comunità
- come produrre, all'interno di tale azione, le monografie tecniche locali che permettano poi di trasformare il recupero della CSL in un intervento concreto che riduca la vulnerabilità dell'edificato antico (il catalogo delle tecniche antisismiche tradizionali, la lista dei fornitori di materiali, l'elenco degli artigiani che conoscono determinate tecniche, ecc.)

Nell'intervento in fase di emergenza, invece, la questione principale è:

- come rendere efficace l'apporto di tecnici esterni nelle prime 72 h, (cioè come sostenere le comunità locali in una azione fondata sulla ricerca di eventuali tecniche antisismiche tradizionali, che protegga il sistema locale dall'introduzione di tecnologie estranee o poco controllabili dagli indigeni, che avvii una ricostruzione capace di valorizzare le risorse locali)

Di seguito vengono sviluppate alcune indicazioni operative che permettono di utilizzare l'approccio CSL come azione di prevenzione.

Come si è più volte ricordato, le basi teoriche e le prime acquisizioni operative dell'approccio CSL sono frutto di appassionati dibattiti interdisciplinari e esperienze di terreno. Gli uni hanno talvolta messo in evidenza errori ed approssimazioni, le altre non sempre hanno potuto essere svolte completamente. Le conferme sono state numerose ed esaltanti, ma i ripensamenti non sono mancati. Tutta la ricerca è ancora in pieno divenire. D'altra parte, non c'è miglior occasione di arricchimento di una ricerca che sottoporre i primi risultati coerenti al dibattito della comunità scientifica. Del resto uno degli obiettivi del bilancio di questi dieci anni è quello di sistematizzare esperienze e formulazioni, in modo da permettere ad altri di testare in altri sistemi l'efficacia dell'approccio.

Può essere quindi non inutile premettere alcune note metodologiche alle indicazioni operative. Sarà così più facile comprendere l'origine e valutare il fondamento di taluni suggerimenti e, certamente, aiuterà a definirli meglio.

7.2 IL RECUPERO DELLA CSL: QUESTIONI METODOLOGICHE

Per degli esperti di ingegneria sismica o di architettura vernacola delle aree sismiche è abbastanza facile riconoscere nei monumenti e nell'edificato tradizionale gli elementi che hanno una chiara funzione antisismica. Altrettanto ovvio è che, a partire da tale analisi, possano poi proporre degli interventi che tutelino e valorizzino tali elementi e che, al tempo stesso, riducano la vulnerabilità degli edifici. Ma coinvolgere una intera comunità locale in una azione che le permetta

di ritrovare la sua “cultura sismica” - intesa come la combinazione di una “padronanza delle tecniche tradizionali” e dei “comportamenti coerenti che ne derivano” - solleva problemi di metodo non secondari.

A) Ritrovare le tecniche “vantaggiose”

Affinché una migliore *conoscenza* dell'edificato possa influire sul *comportamento* della comunità (e quindi, combinandosi, diventare "cultura sismica") è necessario stimolare la comunità a riappropriarsi delle "sue" regole d'uso dell'edificato, prime tra tutte quelle antisismiche. Ma tale obiettivo può raggiungersi solo se il recupero delle "regole" - tecniche e non - determina anche "vantaggi" concreti per tutti gli attori locali. Come appunto avveniva quando la comunità ha costruito, o modificato, l'edificato che oggi definiamo “storico”.

Nelle esperienze finora svolte è stata verificata l'efficacia di una procedura standard, che ha permesso alla comunità locale prima di riconoscere le **tecniche antisismiche specifiche** presenti nell'edificato antico (*cultura sismica della prevenzione*), poi di metterle in relazione con le risorse all'epoca disponibili e con le esigenze che allora dovevano soddisfare, infine di aggiornarle sulla base delle esigenze e delle risorse attuali. In pratica la procedura ha consentito di riconoscere come quella comunità, in quel contesto ha saputo, nel tempo, coniugare i vantaggi immediati (l'aumento del comfort) con quelli futuri (la minore vulnerabilità sismica). E' diventato allora "naturale" recuperare, ovviamente in maniera critica, le tecniche tradizionali, convenienti oggi, come lo erano state allora.

I TERREMOTI COME ACCELERATORI DI SVILUPPO (MA NON SEMPRE...)

I terremoti sono spesso l'occasione per introdurre nuove tecniche costruttive. Ma non di rado le nuove tecniche si affermano per ragioni che nulla hanno a che vedere con la loro efficacia. Dopo il sisma del 1980 in Irpinia, in luogo degli interventi tradizionali, consistenti nella ripresa della muratura e nella sarcitura delle lesioni, per rafforzare i muri si è fatto largo uso di iniezioni di cemento e di camicie di cemento armato (beton jacket). Dietro questa scelta non c'erano tanto delle motivazioni tecniche, quanto economiche. Era infatti accaduto che, subito dopo il sisma, l'associazione nazionale dei costruttori aveva concordato con gli organismi governativi preposti alla ricostruzione un prezzo altamente remunerativo per iniezioni e camicie, ma non aveva neppure aggiornato quello delle riparazioni tradizionali. Poiché i lavori venivano svolti sulla base dei prezzi ufficiali, le imprese spesso si sono rifiutate di adottare le tecniche tradizionali, anche quando i tecnici le proponevano.

Le esperienze hanno anche fornito due precise indicazioni metodologiche. La prima, che l'azione dei tecnici viene assai facilitata se anche gli altri decisori (politici, proprietari, imprese di costruzione) partecipano all'azione che punta a riconoscere gli elementi a valenza antisismica presenti nel lessico architettonico locale. La seconda, che la comunità può meglio riappropriarsi delle tecniche antisismiche tradizionali se l'analisi del "suo" edificato muove da osservazioni semplici e stimolanti, che siano alla portata anche dei non tecnici e che permettano di risalire ai motivi per le quali si erano affermate.

Anche per ritrovare le **riparazioni tradizionali** (*cultura sismica della riparazione*) le esperienze finora condotte hanno fornite delle utili indicazioni di metodo. Portare la gente a riconoscere la funzione antisismica degli elementi dell'edificato locale è più facile se prima si ragiona sugli elementi la cui funzione rafforzativa è univoca e facilmente riconoscibile e si passa solo in un secondo momento ad analizzare quelli che hanno una funzione multipla, più complessa. E' apparso infatti evidente che la comunità aveva ed ha ancora una sufficiente conoscenza del valore antisismico degli elementi ad esclusiva funzione di rafforzamento, anche se considera gli interventi di rafforzamento tradizionali superati dalle tecniche "moderne". Per contro, quasi mai vengono percepiti come pericolosi in caso di terremoto gli interventi che permettono di migliorare del comfort abitativo (ad esempio, una sopraelevazione, l'allargamento di un portone per realizzare un garage o un negozio).

E' invece totalmente scomparsa la coscienza dell'efficacia antisismica degli elementi che assolvono una doppia funzione. Tutt'al più sono considerati "elementi caratteristici del paese". D'altra parte la funzione antisismica di tali elementi non sempre è riconoscibile con certezza e, in ogni caso, riesce difficile per un profano percepirla al di sotto di una evidente utilità funzionale.

Ma ritrovare e recuperare all'uso corrente quegli elementi costruttivi che, oltre a produrre un miglioramento del comfort, o ad avere carattere decorativo, hanno anche una efficace azione di rafforzamento antisismico è difficile non solo per

questioni tecniche. Le esperienze hanno mostrato che le tecniche antisismiche antiche possono essere recuperate alla cultura attuale della comunità solo se si riesce a mostrare che, oggi come allora, sono vantaggiose, contemporaneamente per la stabilità dell'edificio e per il comfort della gente. E' dunque innanzitutto una questione di metodo.

LA POLIVALENZA DELLE RIPARAZIONI ANTICHE

Nell'architettura vernacola dei paesi mediterranei molto spesso le case sono state ampliate gettando una volta tra una casa e l'altra, al di sopra della strada, e costruendovi sopra delle stanze. Si consegue così un doppio vantaggio. Le volte esercitano una spinta dall'esterno verso l'interno, molto efficace per contrastare le pericolose spinte orizzontali generate dalla scossa sismica, e si incrementa la superficie abitabile. Un altro degli elementi tipici del linguaggio vernacolo, le scale esterne, sono certamente necessarie per accedere ai piani superiori e permettono di economizzare superficie abitabile, ma costituiscono anche un efficace elemento di contrasto che protegge la facciata dal ribaltamento

B) Stimolare un comportamento coerente con le conoscenze tecniche

Affinché una comunità recuperi la "sua" cultura sismica, non basta che un'équipe esterna riconosca le tecniche antisismiche locali eventualmente presenti. E neppure è sufficiente che, ad esempio, gli esperti producano un catalogo o una monografia, e poi lo diffondano. Cataloghi e campagne di sensibilizzazione sono certamente strumenti utili, ma non bastano.

Gli interventi di modifica che da sempre sono stati realizzati sull'edificato antico, avevano un obiettivo prioritario: consentire agli abitanti di vivere meglio. In certi casi migliorando il comfort, talvolta la sicurezza. E, finché la comunità ha mantenuto la locale cultura del rischio, il miglioramento del comfort non è mai avvenuto a scapito delle sicurezza. Semmai, è avvenuto il contrario. Oggi, invece, la cultura del rischio non è più un sapere diffuso, è patrimonio degli specialisti, e neppure di tutti. E questi tendono a presentare gli interventi tesi a migliorare la sicurezza come alternativi al miglioramento del comfort. Non c'è dunque da meravigliarsi se, per adattare gli edifici alle esigenze attuali, la gente richiede interventi non sempre compatibili con le caratteristiche degli edifici antichi. Certo, si potrebbe pensare di emanare dei regolamenti specifici, di definire norme particolari per l'edificato antico, più precise e vincolanti. Ma l'esperienza mostra che talvolta le normative eccessivamente restrittive sono controproducenti. Non solo non proteggono l'edificato antico, spesso finiscono per farne aumentare la vulnerabilità.

Questo aspetto, messo in luce dall'approccio sistemico fondato sull'analisi del comportamento della comunità, merita una analisi più dettagliata.

Tranne che nelle città cosiddette "di fondazione", l'edificato storico *corrente* (cioè quello non *classificato* monumentale) è frutto di interventi succedutisi nel tempo, realizzati per adattare gli edifici e la città ai bisogni via emergenti. L'organizzazione delle cellule di abitazione, il rapporto con la strada, la presenza o meno di negozi al piano terra, costituiscono altrettanti caratteri distintivi dell'edificato (la "tipologia"). Le cellule antiche, quasi sempre organizzate in verticale, rispondevano egregiamente alle esigenze di una volta. La stalla al piano seminterrato, la cucina al piano rialzato, i letti al piano superiore costituivano una sequenza che rifletteva la organizzazione produttiva della comunità e consentiva evidenti economie energetiche (le attività svolgentesi in un piano fornivano calore a quello superiore). E' dunque comprensibile che i piani urbanistici di tutela ne imponessero spesso la conservazione. Ma la tipologia storica consolidata non è adatta alle esigenze abitative attuali. La gente vorrebbe modificare le abitazioni per adeguarle alle nuove esigenze. Ma non può

farlo, a causa delle nuove “regole”. Poco a poco, i vincoli urbanistici finalizzati a preservare la tipologia storica generano in tutti i decisori coinvolti (abitanti, tecnici, politici) il convincimento che il rispetto dell'habitat antico impedisca il miglioramento del comfort (o che, in ogni caso, lo renda più oneroso).

La conseguenza, paradossale, è che delle norme emanate non solo per proteggere l'edificato antico, ma anche per aiutare la comunità a conservare la sua "identità", vengono percepite come "estrane" alla cultura locale. E non solo.

Il bisogno di adattare dell'habitat alle nuove esigenze resta insoddisfatto, generando una sorta di "tensione di trasformazione". In condizioni ordinarie, la tensione resta latente, ma non è senza effetti. Le norme che impediscono la trasformazione degli edifici antichi (ad esempio, quelle che vietano di allargare le finestre, anche quando le condizioni di illuminazione degli ambienti sono insoddisfacenti) sono in contrasto plateale con quelle che vengono prescritte “per assicurare il benessere” nelle case di nuova costruzione (dove le finestre debbono essere sempre superiori ad una certa misura). Non c'è quindi da meravigliarsi che le norme protettive vengano considerate illogiche, anzi “ingiuste”. La gente reagisce allora con due comportamenti opposti. O abbandona l'edificato antico (a meno che questo non abbia grande attrazione turistica o elevato valore immobiliare) o realizza abusivamente la trasformazione. Nel primo caso, si ha un calo dei valori immobiliari, che scoraggia gli investimenti, anche di quelli che restano, e abbassa il livello globale di manutenzione. Il degrado aumenta, la resistenza globale delle strutture diminuisce. Nel secondo caso l'intervento, che viene fatto al di fuori delle regole urbanistiche, rischia di essere bloccato in ogni momento. Deve essere realizzato velocemente, e con il minimo costo. Difficilmente verrà realizzato nel rispetto delle regole antisismiche.

Si ha un'altra conseguenza paradossale. Nell'uno e nell'altro caso una norma finalizzata alla protezione dell'edificato induce nella comunità dei comportamenti che ne provocano un aumento della vulnerabilità.

In caso di catastrofe, ad esempio un terremoto, il bisogno a lungo insoddisfatto si combina con l'allentamento dei controlli. La comunità ne approfitta per demolire rapidamente - o per modificare radicalmente - edifici pregiati, di solito sostituendo le tecniche tradizionali con altre, magari estranee alla cultura locale, ma ritenute più sicure. Insomma, la “tensione di trasformazione”, indotta da norme che impediscono l'adattamento progressivo dell'habitat alle esigenze in evoluzione della gente che lo usa, finisce per alterare profondamente il comportamento del sistema, determinando un aumento della vulnerabilità dell'edificato ed aggravando le conseguenze del sisma².

Anche in questo caso la norma di protezione genera effetti opposti a quelli che perseguiva.

Definire delle norme di protezione dell'edificato antico - sia quelle che ne tutelano il valore documentale che quelle finalizzate a ridurre la vulnerabilità - è dunque problema complesso, che ha implicazioni sociali, economiche e culturali non meno importanti di quelle tecniche.

Intanto, non ha molto fondamento storico pretendere di cristallizzare oggi - anche a rischio di non soddisfare le modificate esigenze abitative - forme e tipi edilizi la cui tutela viene giustificata proprio perché costituiscono il documento vivo dell'azione di adattamento continuo e progressivo degli edifici alle esigenze via via prevalenti. Che senso ha impedire la trasformazione futura per conservare il documento di quella passata? Quale fondamento scientifico ha considerare il miglioramento del comfort abitativo come alternativo alla conservazione degli elementi costruttivi che documentano il miglioramento apportato in passato?

² Tipici sono gli esempi di Kalamata, in Grecia, e quello della Campania-Basilicata, in Italia.

Inoltre, non bisogna dimenticare che l'edificato antico non monumentale è costituito da una miriade di unità immobiliari, proprietà di numerose persone. Gli interventi di cui sono oggetto sono, in genere, di piccola entità. Non sono appetibili per i tecnici affermati, quelli che hanno esperienza. Soprattutto nei centri non vincolati, sono appunto i piccoli interventi di ristrutturazione quelli che più frequentemente vengono affidati ai tecnici freschi di laurea. Se si vuole evitare che gli interventi di ristrutturazione necessari ad adeguare le abitazioni alle esigenze attuali facciano aumentare la vulnerabilità globale del sistema, è necessario promuovere la conoscenza diffusa dell'efficacia delle tecnologie locali e dei problemi tecnici che si pongono per recuperarle criticamente e migliorarle.

Del resto, i casi di studio e le ricerche svolte in questi dieci anni hanno mostrato che:

- affinché una comunità si riappropri delle “sue” tecniche antisismiche, non basta che degli esperti le mettano in evidenza e che poi ne diffondano la conoscenza. E' necessario che la comunità intera sia implicata - fin dall'inizio, e in maniera attiva - nell'azione di riscoperta
- affinché l'attività di ricerca produca un'effettiva riduzione della vulnerabilità del sistema sarebbe necessario che tutti gli esperti che intervengono sull'edificato antico (architetti, ingegneri, geometri, muratori) acquisissero una competenza in materia di tecniche antisismiche antiche
- poiché è impossibile formare direttamente tutti coloro che interverranno sull'edificato antico, è importante formare dei professionisti che sappiano poi animare una azione di terreno che coinvolga l'intera comunità locale (proprietari, tecnico, esecutori) nel recupero della “sua” cultura sismica.

Muovendo da tali considerazioni, la ricerca condotta dal Centro di Ravello ha mirato a sistematizzare le esperienze man mano che venivano realizzate, prestando sempre grande attenzione agli aspetti metodologici degli interventi, sforzandosi di produrre *strumenti operativi* da utilizzare sia nella diffusione delle acquisizioni che nell'attività di formazione degli *animatori*. Sono stati quindi messe a punto delle **tracce metodologiche**, utilizzate e testate nell'arco di dieci anni, che forniscono indicazioni operative su alcuni dei problemi emersi con maggiore frequenza nelle esperienze di terreno:

- ⇒ come stimolare la PARTECIPAZIONE di tutti gli attori coinvolti;
- ⇒ come produrre le MONOGRAFIE sulle TECNICHE A ANTISISMICHE LOCALI;
- ⇒ quali SUGGERIMENTI PRATICI si possono dare a tecnici di livello medio-basso per metterli in condizione di riconoscere facilmente le tecniche e le riparazioni anti/post-sismiche presenti nell'edificato antico locale;
- ⇒ come organizzare un corso intensivo per FORMARE DEI FORMATORI capaci di animare una azione di terreno che punti a ridurre la vulnerabilità dell'edificato antico attraverso il recupero della Cultura Sismica Locale.

Si è già visto che una tecnologia antisismica può radicarsi solo se la intensità dei terremoti è alta ma non distruttiva. Se, poi, la ricorrenza è tale da colpire il sistema almeno due volte per generazione, si mettono a punto delle tecniche costruttive, che vengono utilizzate correntemente, anche molto tempo dopo un terremoto. Quindi, prima di quello successivo. In tal caso possiamo parlare di una **cultura sismica della prevenzione**. Se invece la ricorrenza è meno frequente, la gente dimentica progressivamente la funzione antisismica di taluni accorgimenti costruttivi. Le tecniche vengono abbandonate. Il terremoto successivo danneggia gli edifici, la comunità è costretta a ripararli. Si forma così quella che è stata definita una **cultura sismica della riparazione**.

Ma il radicarsi delle tecniche - sia di costruzione che di riparazione - non dipende solo dalla frequenza dei terremoti. La disponibilità di materiali, il sapere di maestranze provenienti da altri contesti, o, al limite, delle semplici mode, possono condizionare sensibilmente l'architettura locale e

l'uso del suolo. E' ben noto, ad esempio, che l'apertura di nuove correnti di commercio ha determinato spesso il rapido propagarsi di alcune tecniche ben al di là dell'area d'origine.

Per riconoscere la tecnologia antisismica locale è dunque opportuno svolgere prima uno studio preliminare che definisca l'evoluzione globale del sistema locale in rapporto ai terremoti significativi, poi condurre, con il coinvolgimento attivo della comunità locale (d'ora in avanti CL), analisi incrociate sulle tecniche e le riparazioni reperibili nel sistema in questione, infine confrontarle con quelle esistenti in sistemi vicini (o che hanno avuto le stesse vicissitudini).

La procedura dettagliata può essere così descritta.

7.3 IL RECUPERO DELLA CSL COME AZIONE DI PREVENZIONE: PROCEDURE E STRUMENTI

Si è già visto che un'azione di recupero della cultura sismica locale deve stimolare la comunità non solo a ritrovare le tecniche antisismiche locali ancora oggi efficaci, e ad attualizzarle. L'azione deve anche indurre un comportamento che sia poi coerente con le conoscenze tecniche.

Una efficace procedura operativa per il recupero della CSL deve quindi dare risposta a molti interrogativi:

- come ritrovare le tecniche antisismiche tradizionali in un edificio alterato da secoli d'uso?
- come riconoscere e valutare l'efficacia antisismica di elementi costruttivi che sono diventati sempre più "decorativi", man mano che l'oblio del terremoto ha fatto sfumare nella cultura locale la coscienza della funzione originaria?
- come conciliare le tecniche antiche con le esigenze attuali? come selezionare quelle ancora valide?
- e poi, quando le tecniche siano state recuperate, come stimolare la comunità locale ad applicarle, per giunta in maniera necessariamente critica?

Le esperienze hanno mostrato che anche quando dei tecnici hanno riconosciuto e messo in evidenza le qualità antisismiche delle tecnologie locali, è stato poi difficile trasferire il "nuovo" sapere nella comunità locale. Innanzitutto, perché la divulgazione delle conoscenze tecniche è sempre lenta, poi perché l'assorbimento di nuove tecniche è minimo se la gente non può associarle a "vantaggi" concreti ed immediati.

Nel trasferire a livello operativo le indicazioni scientifiche e metodologiche, l'ordine degli interrogativi sopra elencati va quindi invertito. Per recuperare la CSL - e perché il recupero riduca la vulnerabilità del sistema locale - è necessario porsi preliminarmente la domanda:

- come coinvolgere la Comunità Locale in una azione che le permetta di ritrovare le "sue" tecniche, di valutarne l'efficacia, di adeguarle alle esigenze attuali, di renderne "conveniente" e corrente l'applicazione?

e poi, all'interno di tale azione, affrontare il quesito su:

- come produrre le monografie sulle tecniche antisismiche tradizionali, come riconoscerle, valutarle, selezionarle, attualizzarle.

Il recupero della CSL è dunque parte di una più complessa azione di preparazione alle emergenze. Alla luce delle esperienze di terreno si può affermare che un'azione di recupero della CSL si basa su alcune specifiche attività, variamente articolate nella successione e nelle reciproche relazioni:

- A) ATTIVARE L'AZIONE CON LA PARTECIPAZIONE DELLA COMUNITÀ
- B) ACQUISIRE INFORMAZIONI SULLA STORIA SISMICA LOCALE
- C) PRODURRE LA MONOGRAFIA SULLE TECNICHE ANTISISMICHE LOCALI ANCORA EFFICACI

D) AVVIARE LA REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI RICONOSCIUTI NECESSARI PER RIDURRE LA VULNERABILITÀ

I problemi che si sono presentati nel corso delle varie esperienze sono stati molto spesso gli stessi. Le dinamiche si sono riprodotte con notevole ricorrenza. Poco a poco, nelle azioni partecipative mirate al recupero della CSL si è andato delineando una sorta di “percorso standard”, in larga misura indipendente dalle caratteristiche dell’azione e del sistema in cui si sviluppava. Ed è a partire dalle difficoltà ricorrenti, dai percorsi che si sono rivelati più efficaci che sono state estratte le indicazioni operative che seguono. Non hanno la pretesa di essere il “protocollo” con cui vanno condotte azioni di recupero della CSL. Tuttavia, traducono in forma essenziale le conferme scientifiche e di metodo fornite dai test di terreno. Soprattutto, tengono conto dei numerosi errori che hanno marcato il cammino della ricerca. Possono quindi aiutare altri ad evitarli.

A) COME ATTIVARE L'AZIONE PARTECIPATA PER IL RECUPERO DELLA CSL

I casi di studio svolti dal CUEBC nell’arco di dieci anni sono stati sempre realizzati in collaborazione con le amministrazioni locali, di solito con i Comuni. Le esperienze di interventi partecipativi sul territorio, che sono all’origine dei metodi adottati per il recupero della CSL, sono state invece realizzate anche nell’ambito di programmi di cooperazione allo sviluppo ed in collaborazione con i servizi nazionali di Protezione Civile. Nell’uno e nell’altro caso i conflitti innescati da un intervento partecipativo sono stati numerosi e, spesso, hanno messo in forse l’avanzamento dell’azione (come del resto è inevitabile quando si valorizzano le risorse locali contro i gruppi esterni, si riduce il potere discrezionale di vari decisori, ecc..). Nel sistematizzare le indicazioni operative ricavabili dalle esperienze, è apparso quindi opportuno da una parte fondere l’insieme delle acquisizioni, per estrarne indicazioni di validità generale, utili a riprodurre le esperienze anche in altri contesti; dall’altra, fornire tutti i suggerimenti utili a prevenire/gestire/superare i prevedibili conflitti.

Un intervento per il recupero della CSL dovrebbe iniziare con contatti preliminari con i responsabili nazionali (o, comunque, che rappresentano il livello decisionale centrale) della Protezione Civile, dei programmi di sviluppo, di prevenzione sanitaria. Obiettivo di tali contatti è quello di:

- 1.1.incontrare tutti gli interlocutori nazionali - o regionali - con cui definire termini e finalità dell'intervento;
- 1.2.verificare che gli obiettivi e le finalità dell'intervento non siano in conflitto con gli interessi e la politica portata avanti a livello nazionale o regionale;
- 1.3 individuare con loro un comprensorio nel quale svolgere l'azione;
- 1.4 verificare che l'area di intervento sia quanto più possibile omogenea sotto il profilo geografico, culturale ed economico; sia chiaramente definita nei suoi confini amministrativi; comprenda, possibilmente, un numero intero di distretti amministrativi;
- 1.5.identificare i programmi di preparazione alle emergenze o di sviluppo - in corso o in previsione - che interessano il comprensorio;
- 1.6.identificare le istituzioni scientifiche (internazionali, nazionali, locali) che hanno svolto - o che possono essere coinvolte in - ricerche sull'architettura vernacola (in generale e con riferimento al comprensorio);
- 1.7.identificare le istituzioni che possono essere coinvolte - o che possono fornire informazioni - sulla sismicità storica del comprensorio;
- 1.8.avere indicazioni sugli interlocutori locali con cui definire i termini dell'intervento.

Successivamente potranno essere avviati contatti con le istituzioni locali, con l'obiettivo di:

- 2.1.identificare eventuali altri nuovi interlocutori a livello locale e centrale

- 2.2.verificare che le finalità dell'azione non siano in conflitto con gli "interessi" (elettorali, professionali, sociali) dei decisori locali da cui dipende il suo avanzamento;
- 2.3.verificare che il comprensorio preliminarmente identificato coincida con un distretto amministrativo, con l'area di intervento dei programmi che presumibilmente interagiranno con l'azione di recupero della CSL;
- 2.4.chiarire le modalità di svolgimento dell'azione (in particolare mettendo in evidenza l'aspetto partecipativo, il carattere della ricerca-intervento, i prodotti locali che ne derivano, l'eventuale valore generale delle acquisizioni, le relazioni con gli altri programmi in corso localmente);
- 2.5.definire ruoli e funzioni dell'équipe esterna, dell'équipe locale, degli amministratori, delle altre istituzioni coinvolte;
- 2.6.identificare l'équipe locale che entra a far parte del gruppo di lavoro.

L'azione di terreno inizia, di solito, con riunioni preliminari del Gruppo di Lavoro (GL), costituito dall'équipe locale e dagli esperti esterni, finalizzate a:

- 3.1.discutere dei presupposti scientifici e metodologici della riduzione della vulnerabilità attraverso il recupero della CSL, delle acquisizioni già maturate, dei documenti prodotti, degli obiettivi generali e specifici dell'azione, il tutto in rapporto alle concordanze e alle differenze tra i sistemi già studiati e quello locale;
- 3.2.definire la "mappa degli interlocutori", cioè la lista di istituzioni, associazioni, gruppi e persone che a vario titolo sono coinvolte dall'azione (ad esempio: proprietari, imprenditori, amministratori, studenti universitari, muratori, commercianti di prodotti per l'edilizia, gruppi di ricerca locali o esterni, eruditi);
- 3.3.identificare gli "interessi" di ciascun interlocutore (ad esempio: per i politici, l'aumento del consenso; per i proprietari, il miglioramento del comfort e del valore dell'edificio; per gli imprenditori, l'incremento del profitto e la continuità di commesse; ecc.);
- 3.4.valutare la prevedibile reazione dei vari interlocutori per effetto dell'azione in programma, in rapporto agli "interessi" identificati;
- 3.5.aggiustare, se del caso, il progetto sia per tener conto delle eventuali specificità del sistema locale, sia per fare in modo che siano rispettati - o, se possibile, meglio soddisfatti - gli "interessi" di tutti gli interlocutori;
- 3.6.identificare i documenti, gli studi, le istituzioni, le persone che possono fornire informazioni sulla storia sismica e sulle tecniche costruttive locali.

Una volta esaurita la fase preliminare, può quindi avviarsi il lavoro con l'intera Comunità Locale. In generale questo si sviluppa attraverso riunioni pubbliche, nel corso delle quali è sempre di grande utilità:

- 4.1. spiegare gli obiettivi generali dell'azione, le sue relazioni con gli altri programmi eventualmente operanti, i prodotti che si intende ottenere, le modalità con cui l'azione verrà svolta, l'apporto che ciascuno può dare;
- 4.2. analizzare i danni prodotti dall'ultimo terremoto (sia delle distruzioni prodotte dalle scosse, sia delle demolizioni effettuate, sia dei disagi derivanti dalla affrettata dichiarazione di inagibilità di edifici che poi sono stati riconosciuti ancora abitabili);
- 4.3. analizzare il ruolo avuto dai tecnici nel limitare/amplificare il danno;
- 4.4. analizzare vantaggi e svantaggi delle tecniche di riparazione, di rafforzamento e di ricostruzione adottate dopo il terremoto;
- 4.5. analizzare le cause non tecniche che hanno determinato l'apparizione di nuove tecnologie, quali apporto dei soccorritori, prezzi più remunerativi.

- 4.6. verificare se le tecnologie antisismiche tradizionali riportate nelle monografie comprensoriali già prodotte - si veda il par.11.3 - corrispondono a quelle riconoscibili sul posto; eventualmente aggiornarle (oppure avviare la produzione di una "Monografia" sulle tecniche antisismiche tradizionali locali) e se possono limitare svantaggi e limiti delle tecniche adottate;
- 4.7. sollecitare i partecipanti ad identificare tutti i problemi che si pongono allorché si vogliono modificare le case antiche per adeguarle alle esigenze attuali - e/o per rafforzarle - adottando le tecniche tradizionali;
- 4.8. identificare le eventuali componenti nocive o predeterminate che rendono l'intervento di modifica non adatto al carattere dell'edificato locale o che rendono difficile adattare gli edifici antichi alle esigenze attuali;
- 4.9. capire le ragioni delle difficoltà, le priorità dei bisogni e suggerire soluzioni alternative;
- 4.10. aiutare la gente a riformulare le domande di modifica delle abitazioni e dell'uso delle tecniche, definendo insieme a loro progetti di interventi-tipo adatti al contesto locale;
- 4.11. verificare in che misura il riuso delle tecnologie tradizionali ed il loro aggiornamento può favorire lo sviluppo delle risorse locali.

Una volta definito il progetto di intervento, va poi avviata la fase attuativa. Tale fase è essenzialmente finalizzata a realizzare gli interventi riconosciuti necessari per eliminare le situazioni di pericolo, avviare un programma di rafforzamento sistematico degli edifici, formare operatori di tutti i livelli, predisporre la documentazione sulle tecniche antisismiche locali riconosciute ancora efficaci ed utilizzabili. Per portarla avanti, è evidente, sono determinanti la disponibilità di risorse e, soprattutto, la priorità che i decisori politici riconoscono agli interventi mirati a ridurre la vulnerabilità. Le inevitabili difficoltà attuative, tuttavia, potranno essere più facilmente superate se l'una e l'altra condizione saranno state tenute sempre ben presenti durante l'intero arco dell'azione partecipativa. Ad esempio, definendo sempre, e *preventivamente*, insieme alle caratteristiche tecniche di un certo intervento le risorse necessarie a realizzarlo.

In ogni caso, per facilitare l'attuazione degli interventi definiti con la comunità, può essere utile:

- 5.1. identificare interlocutori e risorse da attivare per attuare i progetti-tipo;
- 5.2. attuare progressivamente il progetto, puntando prioritariamente alle azioni che si possono attuare più facilmente e/o che siano più significative.

B) COME ACQUISIRE INFORMAZIONI SULLA STORIA SISMICA LOCALE

La fonte primaria di informazione sulla storia sismica del centro oggetto dell'intervento sono i cataloghi macrosismici. Sono documenti prodotti, di solito a livello nazionale, da équipes specializzate, che riportano la lista di tutti i terremoti che hanno colpito una nazione, o una regione. I terremoti sono ordinati cronologicamente, e per ognuno vengono forniti: la data e, quando possibile, l'ora dell'evento; le coordinate dell'epicentro; il nome del centro più prossimo all'epicentro; l'intensità epicentrale, misurata secondo una scala pre-definita (per l'Europa, di solito, sono la Mercalli Modificata o la MSK, cfr. Appendice). Ciascun terremoto finisce quindi per essere identificato dal nome del comune "epicentrale" e dalla data.

Ovviamente, capita solo eccezionalmente che il luogo in cui si vuole avviare l'azione sia stato l'epicentro di un terremoto significativo e che, di conseguenza, sia menzionato nel catalogo. Nella maggioranza dei casi nel catalogo si reperirà un terremoto che ha avuto come epicentro un comune più o meno prossimo. Si pone dunque il problema di sapere se il terremoto che ha colpito i centri vicini è stato risentito anche in quello nel quale si sta intervenendo, e con quale intensità. La risposta a tale interrogativo viene agevolata se, accanto ai cataloghi, sono stati prodotti anche gli

atlanti macrosismici. Gli atlanti sono derivati dai cataloghi. Mettendo in relazione le informazioni sull'intensità epicentrale e quelle calcolate per gli altri centri menzionati nelle fonti storiche con la struttura sismogenetica della regione, vengono definite delle "isosiste", linee di inviluppo che racchiudono le aree nelle quali un dato terremoto ha manifestato gli stessi effetti, cioè ha avuto la stessa intensità. Ubicando il centro in cui va svolta l'azione sulle carte degli atlanti macrosismici è dunque possibile conoscere l'intensità dei terremoti che lo hanno colpito.

Semberebbe semplice. In realtà sul piano operativo le cose sono un po' più complicate. Innanzitutto, va ricordato che gli atlanti macrosismici sono stati prodotti per pochissime regioni (tra queste c'è l'Italia). Poi, bisogna tener presente che le isosiste vengono tracciate per interpolazione, spesso avendo a disposizione un numero di dati assai ridotto e, comunque, senza usare protocolli generalmente riconosciuti. L'intensità locale che si ricava dagli atlanti presenta quindi un margine di errore ancora maggiore di quello da cui è affetto il valore dell'intensità epicentrale riportata dai cataloghi.

Un notevole miglioramento della precisione dei valori dell'intensità locale è stata ottenuta nel recente catalogo dei terremoti italiani (Guidoboni, 1996). Oltre ad aver espunto molti terremoti e/o ad averne ridefinita l'intensità, il catalogo fornisce informazioni non solo sulle intensità epicentrali, ma anche su quelle locali. L'indice analitico (ed il CD allegato) permette infatti di conoscere le intensità locali di tutti i terremoti che hanno colpito un dato centro, se questo è comparso almeno una volta nelle fonti storiche su cui il catalogo è costruito. Inoltre, sempre per via informatica, è possibile visionare direttamente le fonti utilizzate dal catalogo. Dalle descrizioni originali dei danni si possono quindi ricavare non solo informazioni supplementari sui sismi che hanno colpito un certo territorio ma anche sul comportamento sismico globale di un villaggio, di un quartiere o, al limite, del singolo edificio. Il catalogo italiano è quindi uno strumento particolarmente utile per ricostruire la storia sismica di un centro (italiano).

C) COME PRODURRE LE MONOGRAFIE SULLE TECNICHE ANTISISMICHE LOCALI

Si è già detto che per riconoscere le eventuali funzioni antisismiche degli elementi architettonici locali e diffonderne la consapevolezza non basta che dei tecnici attenti ritrovino tali tecniche, che dei formatori divulgino le conoscenze mancanti o correggano quelle distorte. Le esperienze hanno infatti mostrato che i suggerimenti dei tecnici saranno sempre poco apprezzati (e ancor meno seguiti) non solo se appaiono banali, ma soprattutto se sono - o sembrano essere - in conflitto con gli "interessi" della gente che dovrebbe applicarli. I tecnici possono spiegare agevolmente la funzione degli elementi di rafforzamento tradizionali (funzione che peraltro tutti conoscono). Possono "impaurire" un poco la gente, dimostrando che gli interventi realizzati per migliorare il comfort possono essere pericolosi in caso di terremoto (ma non possono negare che oggi consentono di abitare più comodamente). Ma è chiaro che rischiano di essere poco convincenti proprio sulle tecniche o sulle riparazioni antisismiche più frequenti, quelle cioè consolidate perché assolvono sia all'una che all'altra funzione.

Nell'impostare la produzione delle monografie è dunque importante considerare, accanto agli aspetti tecnici, anche la prevedibile reazione della gente che, non bisogna dimenticarlo, ha come interesse prioritario quello di migliorare il comfort ed il valore delle abitazioni. Se, da una parte, è indispensabile coinvolgere la intera comunità locale nella produzione delle Monografie (o nel loro aggiornamento), dall'altra bisogna porre articolata attenzione ad evitare che il coinvolgimento serva solo a far "accettare" i suggerimenti dei tecnici. Affinché il coinvolgimento sia effettivo - e, soprattutto, determini dei comportamenti che riducono la vulnerabilità dell'edificato - bisogna puntare a mettere a punto tecniche ed interventi che, oggi come allora, siano efficaci per l'edificio e convenienti per i proprietari.

Nelle esperienze finora svolte è stata favorevolmente sperimentata una "sequenza" che ha consentito a tecnici ed abitanti di riappropriarsi degli accorgimenti tecnici antichi. In particolare di quelli che potevano essere ancora utilizzati vantaggiosamente, perché avevano una evidente efficacia antisismica e perché, al tempo stesso, permettevano di migliorare il comfort abitativo.

L'intera sequenza si svolge in modo che la gente muova da considerazioni tecniche semplici e facilmente verificabili negli elementi costruttivi locali, per poi passare gradualmente a quelle più complesse. L'équipe di "animazione" del recupero della CSL ha avviato l'azione identificando, insieme agli abitanti, innanzitutto le "anomalie" presenti nell'edificio antico (gli elementi aggiunti, quelli dissonanti dallo "stile" dell'edificio, ecc.). Tra queste, sono stati poi messe in evidenza gli elementi di riparazione post-sisma più comuni, quelli di cui la funzione di rafforzamento era già nota alla gente, oppure che era del tutto evidente. E' stato così possibile che anche i non esperti potessero riconoscere i criteri tecnici seguiti da chi aveva realizzato gli interventi di rafforzamento. Applicando tali criteri alle altre "anomalie", quelle che svolgevano più funzioni, tecnici ed abitanti hanno potuto quindi riconoscere, insieme, quelle realizzate soprattutto ai fini antisismici, e solo subordinatamente per migliorare il comfort (ad esempio, una scala esterna, che è un elemento rafforzamento della facciata, ma serve anche a disimpegnare i piani superiori; un corpo aggiunto ai piedi di un edificio, o una stanza realizzata su una volta costruita tra due edifici, magari al di sopra della strada, che offrono un efficacissimo presidio contro il ribaltamento delle facciate, ma hanno anche ampliato lo spazio abitabile). E' diventato quindi possibile - e, a questo punto, anche facile - adottare i criteri antichi come parametro per valutare la pericolosità degli interventi recenti finalizzati al miglioramento del comfort abitativo.

La procedura è risultata di applicazione agevole e, pur essendo del tutto generale, ha dato risposte diverse a seconda delle caratteristiche dell'edificio locale, permettendo spesso di ricostruire con sufficiente precisione le vicende costruttive di vari tipi di edifici. Nelle sperimentazioni finora condotte, ha portato a riconoscere la valenza antisismica di tecniche locali di costruzione/riparazione cadute in disuso, o applicate malamente, o utilizzate senza comprenderne l'efficacia. Ma l'aspetto più interessante della procedura è che le acquisizioni derivate dal lavoro degli esperti sembravano inizialmente sconosciute ai più ma poi, nella quasi totalità dei casi, sono risultate confermate dal ricordo dei più anziani. [

LA FUNZIONE CHE DIVENTA LINGUAGGIO

A S. Lorenzello nei portali in pietra del secolo scorso i piedritti presentano un allargamento al piede, che aumenta la sezione di appoggio. Sulle prime sembrava che tale caratteristica fosse nulla più che un'evoluzione stilistica dei portali più antichi. Quando l'équipe di esperti ha formulato l'ipotesi che l'allargamento del piede dei portali contribuisse a rendere più rigido il nodo e, quindi, a migliorarne il comportamento dinamico in caso di scossa sismica, un vecchio scalpellino, la cui famiglia faceva tale mestiere da tre generazioni, ha ricordato che suo padre gli raccomandava sempre di allargare al massimo il piede dei portali, perché così "diventavano resistenti al terremoto".

Gli esempi sopra citati provano che raramente in antico venivano spese delle risorse per raggiungere un solo obiettivo. Come insegnano storici ed archeologi, la polisemia del territorio storico è uno degli elementi che provano l'attenzione delle comunità antiche agli equilibri complessivi dell'ambiente. Per riconoscere come antisismica una tecnologia locale, non basta dunque che la combinazione di ricorrenza ed intensità dei terremoti locali sia quella "giusta", né che una data tecnica sia apparsa dopo un evento sismico importante. Oltre a verificare che la storia sismica del sito renda plausibile la valenza antisismica di taluni accorgimenti costruttivi, è essenziale che si possa anche escludere con certezza che questi siano stati realizzati con altri fini o per altre cause. Ad esempio, perché erano/non erano disponibili taluni materiali costruttivi, perché ad un certo momento ci sono stati dei provvedimenti amministrativi, ecc.

Prima di avviare l'analisi in sito delle tecniche costruttive, è dunque opportuno che, oltre alla ricostruzione della storia sismica locale, sia stata acquisita la storia dell'intero comprensorio, sia nota la distribuzione antica delle risorse economiche e dei materiali costruttivi, ecc.

Per riconoscere la tecnologia antisismica locale è dunque opportuno svolgere prima uno studio preliminare che definisca l'evoluzione globale del sistema in rapporto ai terremoti significativi, poi condurre, con il coinvolgimento attivo della CL, analisi incrociate sulle tecniche e le riparazioni reperibili nel sistema in questione e in quelli vicini.

Nel corso delle varie esperienze di terreno, la procedura di riconoscimento delle tecnologie antisismiche locali (Monografie), si è andata definendo in maniera leggermente diversa a seconda che si tratti di identificare le **tecniche** (cultura sismica della prevenzione) o le **riparazioni** (cultura sismica della riparazione). In dettaglio, i due percorsi possono così descriversi.

Fase preliminare

Propedeutico a qualunque intervento di recupero della cultura sismica di un dato centro - o comprensorio - è la ricostruzione della sua storia sismica.

E' poi utile svolgere uno studio interdisciplinare per definire la mappa delle risorse materiali e culturali disponibili all'epoca dei terremoti significativi (cioè quelli che nel centro in questione hanno avuto intensità dell'VIII -X grado della scala MM), dei flussi commerciali e delle vicende politiche. L'obiettivo è quello di acquisire elementi che permettano poi di verificare se taluni eventi sismici possono aver favorito o ostacolato l'introduzione di particolari tecniche e materiali.

Riconoscimento delle **tecniche** antisismiche

Per riconoscere le tecniche costruttive antisismiche presenti in un dato centro è necessario censire preliminarmente le tecniche costruttive presenti nel comprensorio, mettendole in relazione con le risorse disponibili alle varie epoche, con i flussi mercantili e/o culturali conosciuti. La presenza in un determinato centro di tecniche particolari (dunque "anomale" rispetto a quelle usualmente utilizzate nel comprensorio) va quindi messa in relazione con la storia sismica del comprensorio, verificandone l'eventuale corrispondenza con l'intensità dei terremoti. La tecnica particolare rilevata in un dato centro va infine analizzata in dettaglio per accertarne l'efficacia antisismica

Più precisamente, per identificare le tecniche antisismiche locali, è necessario innanzitutto reperire gli elementi del lessico costruttivo che sono specificamente locali (forma e dimensione di porte esterne e finestre; tecnologia di murature, coperture, solai, volte; tipologia delle abitazioni e modalità di aggregazione delle cellule tra loro). Di tali elementi va poi cercata l'epoca di introduzione nel sistema (non è necessaria una datazione precisa, è importante stabilire se è apparsa dopo un terremoto significativo, o se esisteva anche prima). Le tecniche rilevate nel centro oggetto dell'intervento vanno poi confrontate con quelle presenti sia nei centri che disponevano delle stesse risorse, sia con quelle presenti in centri che di tali risorse non disponevano. Obiettivo di tale confronto è quello di accertare che determinate tecniche non derivino da condizioni particolari (ad esempio, dalla facile o difficile disponibilità di un determinato materiale). Quindi va verificato che le tecniche particolari così selezionate svolgano effettivamente una funzione antisismica. Infine, va acquisita la controprova. Va cioè verificato che in sistemi analoghi per taglia, forza economica, risorse disponibili e vicende storiche - ma non altrettanto esposti ai terremoti - le specificità costruttive così selezionate non sono presenti.

Riconoscimento delle **riparazioni** antisismiche

Per ritrovare gli interventi di rafforzamento antisismico la procedura è analoga sul piano metodologico, anche se si sviluppa con percorso leggermente diverso.

Alcuni interventi di riparazione sono elementi ricorrenti ed adottati quasi ovunque. Non hanno solo funzione antisismica ma anche di rafforzamento "banale". Ad esempio, nell'area mediterranea i barbacani, i ringrossi murari, le catene sono da tutti riconosciuti come interventi di riparazione o rafforzamento che rimediano o si oppongono alla rotazione dei muri, quale che ne sia la causa.

Ma la valenza antisismica di altri elementi dell'architettura vernacola mediterranea non è altrettanto evidente. Le scale esterne, ad esempio, sono molto diffuse. Servono certamente a consentire l'accesso al primo piano; spesso sono completate da un loggiato sovrastante, che offre uno spazio supplementare alla stanza. Tuttavia esse costituiscono anche un elemento di rafforzamento, perché contrastano eventuali movimenti verso l'esterno della facciata. Con quale dei due obiettivi sono state realizzate? Per definirne la funzione prioritaria può essere utile analizzare altri "indizi". Ad esempio, verificare se la scala è avanzata rispetto all'allineamento degli edifici (se occupa, cioè, uno spazio in origine destinato alla strada), se ce ne sono altre nella stessa strada. In tal caso, è ragionevole pensare che ciò è stato tollerato dal vicinato solo per esigenze gravi di rafforzamento, che hanno interessato più di una famiglia. Appunto quelle derivanti da un terremoto³.

Per identificare quali degli interventi di rafforzamento presenti in un dato edificato hanno valenza antisismica è stata sperimentata con successo una procedura che consente ad un'équipe locale di produrre il catalogo delle riparazioni antisismiche locali a partire dalle cosiddette "anomalie". Cioè reperendo ed analizzando tutti quegli elementi che non sono congruenti con il contesto, non risultano motivati, appaiono realizzati dopo l'edificio. Oppure quelli che, pur riflettendo lo stesso "stile", si presentano con varianti di forme succedutesi nel tempo.

Nelle esperienze finora realizzate l'identificazione delle riparazioni antisismiche a partire dalle "anomalie" ha seguito un percorso ben definito, che può essere così descritto.

Sono state preliminarmente rilevate tutte le anomalie e le varianti di murature, balconi e finestre riconoscibili nell'edificato storico. Queste sono state poi localizzate sulla planimetria che riporta l'estensione dell'abitato all'epoca dei vari terremoti. In tal modo è stato possibile verificare se una o più di tali anomalie sono presenti, ad esempio, solo nell'edificato colpito da un dato terremoto e non in quello realizzato successivamente⁴.

L'attenzione è stata quindi concentrata su quelle anomalie che più delle altre fornivano informazioni sulla vicenda costruttiva degli edifici: le aggiunte e le modifiche. Nel cercare di ricostruire la successione degli interventi è risultato evidente che molto spesso aggiunte e modifiche sono fatte per migliorare il comfort abitativo. Per identificare quali delle anomalie hanno, tra le altre finalità, anche una funzione antisismica, si è rivelato utile adottare un criterio "sistemico". Si è fatta cioè l'ipotesi che ogni intervento sull'edificato derivi dal desiderio di chi lo usa di conseguire un vantaggio. O rafforzando l'edificio o aumentandone il comfort abitativo. O conseguendo contemporaneamente l'uno e l'altro obiettivo.

Applicando tale criterio, e valutando in maniera convenzionale l'incremento di comfort e/o di resistenza che ciascuna di esse determina, si è visto che l'insieme delle anomalie che

³ Ovviamente non basta questa osservazione per concludere che le scale esterne siano, sempre e comunque, un elemento di rafforzamento post-sisma. Ricerche storiche ed analisi delle vicende costruttive degli edifici svolte in alcuni villaggi del sud d'Italia particolarmente esposti ai terremoti hanno mostrato tuttavia che le scale esterne, i corpi di fabbrica ed i porticati aggiunti sono stati molto spesso realizzati dopo un terremoto importante e hanno eliminato situazioni di dissesto strutturale.

⁴ Va tuttavia precisato che incrociando il censimento e la localizzazione delle anomalie con l'epoca di costruzione della parte dell'abitato in cui ricadono, non sempre si ricavano indicazioni sufficientemente probanti sulla loro datazione e, quindi, sul nesso di causalità con i vari sismi. Dopo ogni terremoto, infatti, riparazioni e rafforzamenti investono l'intero edificato, sovrapponendosi agli elementi preesistenti.

caratterizzano gran parte dell'edificato della regione mediterranea può suddividersi in tre grandi gruppi:

- quelle che rafforzano l'edificio senza migliorarne il comfort abitativo, o riducendo il comfort dell'insieme. (gli archi di contrasto tra due edifici; le catene, che costituiscono comunque un disturbo; i barbacani e i ringrossi di murature, che producono restringimenti delle strade);
- quelle che assolvono l'una e l'altra funzione (voltoni e passaggi coperti; scale rampanti tra due edifici; scale e logge esterne; corpi aggiunti);
- quelle finalizzate esclusivamente al miglioramento del comfort, anche se spesso determinano una riduzione della resistenza (sopraelevazioni, allargamento di portoni e finestre).

Può accadere che alcune anomalie appartengano ad uno qualsiasi dei gruppi o a tutti e tre⁵; altre (che potrebbero chiamarsi anomalie "anomale") sembrano non appartenere a nessuno.

Per verificare "oggettivamente" se gli interventi a doppia funzione hanno anche - o prevalente - finalità antisismica, si è rivelato assai utile mettere in relazione le anomalie con i "punti deboli" degli edifici (bucature d'angolo, sopraelevazioni, tecniche povere, ecc.). E' infatti sensato ritenere che in corrispondenza dei punti deboli i danni prodotti dal terremoto siano stati più gravi e che si è reso perciò necessario un intervento rafforzativo. Ovviamente, come sempre accade nelle culture antiche, l'intervento rafforzativo è stato utilizzato anche per migliorare il comfort.

Si è così riscontrato che quasi tutti gli elementi a doppia funzione aggiunti in epoca successiva (voltoni, scale rampanti tra due edifici, scale esterne con sovrapposta loggia, ecc.) corrispondono ad antichi elementi di vulnerabilità, o di dissesto (portoni in prossimità del cantonale, che spesso portava tracce di lesioni riparate; murature strapiombate; ecc.). Al contrario, quando gli stessi elementi risultano costruiti contemporaneamente agli edifici, non appaiono correlati a punti deboli o a tracce di danno.

In numerosi villaggi (sismici) del sud d'Italia le soglie delle finestre sono realizzate in due pezzi. Nelle prime Ricerche-Intervento non si era riuscito a capire perché. Attualmente è in corso di verifica l'ipotesi che questa tecnica derivi sia da una raffinata funzione antisismica sia da esigenze di organizzazione della produzione. Infatti le soglie realizzate in un sol pezzo si rompono in caso di terremoto. La scabrezza della frattura impedisce che le parti ritornino nella posizione iniziale. L'infisso non può più aprirsi, diventa così inservibile. Invece, se le soglie sono realizzate in due pezzi, con la superficie di contatto ben lavorata, si muovono reciprocamente per effetto della scossa sismica, ma poi riprendono la posizione iniziale. L'infisso è salvo. ritornano in forma dopo, permettendo così di recuperarlo.

D'altra parte è ben noto che in antico la necessità di sfruttamento ottimale delle risorse portava a dimensionare le soglie in cava, secondo misure che venivano dettate più dallo spessore del banco di roccia che dalle esigenze del cantiere. Inoltre, nell'edificato antico le tipologie costruttive erano ben definite. Le misure delle finestre erano quindi sostanzialmente standard. Anziché realizzare soglie a misura esatta della finestra di destinazione conveniva dunque produrre in serie dei pezzi - destri e sinistri - ciascuno di lunghezza inferiore a quella necessaria ma che, sommati insieme, coprivano abbondantemente la larghezza ricorrente delle finestre. Per adeguare poi i pezzi "prefabbricati" alle dimensioni delle diverse finestre era sufficiente accorciare sul cantiere i due pezzi dal lato interno - piatto - evitando di doverne risagomare il bordo estremo, più lavorato perché arrotondato.

Beninteso, per concludere che è un elemento delle tecniche antisismiche locali non basta che un intervento sia stato fatto in corrispondenza di un punto debole dell'edificio. E' necessario, evidentemente, verificare anche che si sia rivelato efficace. Soprattutto se lo si vuol recuperare alla cultura attuale e, se possibile, lo si vuole ancora utilizzare. Va perciò operata una ulteriore analisi, valutando se le anomalie rilevate hanno eliminato o meno i corrispondenti elementi di vulnerabilità. L'incrocio delle tre analisi (distribuzione delle "anomalie", localizzazione dei punti deboli, valutazione dell'efficacia dell'intervento) può farsi molto semplicemente sovrapponendo le tre carte. E' così possibile riconoscere l'intera gamma dei provvedimenti di rafforzamento - antisismico e non - presenti nell'edificato in esame e di selezionare quelli che si sono rivelati efficaci.

⁵ Un esempio in tal senso è dato dalle bucature tompagnate: l'intervento di chiusura aumenta la resistenza del muro, riduce la luce che entra, ma fa anche aumentare la superficie delle pareti, su cui appoggiare i mobili e quadri.

La fig. 8 illustra il diagramma di flusso delle operazioni necessarie per ritrovare gli elementi di rafforzamento antisismico a partire dalle "anomalie".

In sintesi l'intera procedura di produzione delle Monografie locali richiede dunque:

1. Acquisizioni preliminari

- 1.1. Delimitazione del comprensorio omogeneo in cui ricade il centro di cui si vuole recuperare la CSL
- 1.2. Identificazione dei terremoti significativi (sia per il centro in esame che per gli altri del comprensorio)
- 1.3. Ricostruzione dell'estensione dell'edificato dei vari centri all'epoca dei terremoti significativi
- 1.4. Ricostruzione del sistema di risorse a tale epoca disponibili nei vari centri, nonché delle relazioni politiche, culturali, commerciali interne al comprensorio e di questo con l'esterno

2. Reperimento delle tecniche antisismiche (o della **cultura della prevenzione**)

- 2.1. Censimento delle tecniche costruttive presenti nel comprensorio
- 2.2. Identificazione di tecniche specifiche presenti solo in alcuni dei centri o solo in alcune parti di un dato centro
- 2.3. Verifica dell'efficacia antisismica delle tecniche specifiche così selezionate
- 2.4. Ricerca delle possibili finalità/origini non antisismiche delle specificità rilevate (carenza o abbondanza locale di particolari risorse, importazione di tecniche particolari per effetto di rapporti politico-commerciali, ecc.), mediante correlazione con le analisi di cui al punto 1.4.
- 2.5. Ricerca delle congruenze spaziali e temporali tra le specificità tecniche presenti in un dato tessuto/centro e i terremoti maggiori (correlazione con il punto 1.2.)
- 2.6. Controprova, per accertare che in sistemi analoghi (per taglia, storia, risorse disponibili, ecc.) ma meno o punto cimentati dai terremoti, le tecniche specifiche così selezionate non siano presenti.

3. Reperimento dei rafforzamenti antisismici (o della **cultura della riparazione**)

- 3.1. Censimento delle anomalie
- 3.2. Loro classificazione sulla base delle funzioni prevalenti (rafforzamento statico/miglioramento del comfort)
- 3.3. Localizzazione delle anomalie sulla planimetria che rappresenta l'estensione del bâti all'epoca dei vari terremoti significativi
- 3.4. Censimento e localizzazione degli elementi di vulnerabilità (distinguendo tra quelli antichi e quelli recenti; quelli certi e quelli probabili)
- 3.5. Censimento e localizzazione delle anomalie o degli interventi che hanno determinato un rafforzamento dell'edificato (sempre distinguendo tra antichi/recenti, certi/probabili)
- 3.6. Selezione delle anomalie efficaci ai fini del rafforzamento attraverso l'incrocio delle tre carte (antico elemento di vulnerabilità + intervento aggiuntivo + rafforzamento conseguito = tecnica antisismica locale).

7.4 SUGGERIMENTI PER AVVIARE L'AZIONE ANCHE IN ASSENZA DI STUDI PRELIMINARI

La complessità di quanto detto finora rende ben evidente l'impegno necessario a produrre un catalogo delle tecniche antisismiche locali. D'altra parte ridurre la vulnerabilità attraverso il recupero della CSL è utile soprattutto nei paesi che abbiano una sismicità elevata e che, contemporaneamente, siano esposti al rischio di perdere le proprie tradizioni tecnologiche. E' questa

la condizione in cui si trovano gran parte dei paesi in via di sviluppo (PVS), molti dei quali sono localizzati in regioni ad altissima sismicità. In tali paesi l'approccio CSL - che, giova ripeterlo, implica la valorizzazione delle risorse locali - potrebbe quindi risultare efficace sia nei programmi di prevenzione sismica che in quelli di sviluppo compatibile. Ma gran parte dei PVS non dispongono di cataloghi (e atlanti) macrosismici. Non sempre gli studi sulle loro architetture vernacole sono stati svolti in maniera sistematica ed esaustiva. In assenza di preventivi studi sistematici sulla sismicità storica del sito e sulle tecniche costruttive presenti nella regione le fasi 1) e 2) descritte al paragrafo precedente potrebbero quindi risultare di attuazione difficile o impossibile.

L'approccio CSL rischia dunque di diventare un elegante esercizio accademico proprio in quei sistemi nei quali potrebbe avere maggiore utilità.

In realtà in molti casi è possibile riconoscere l'eventuale valenza antisismica delle tecniche costruttive locali sulla base di analisi tecnico-morfologiche che possono essere condotte in modo speditivo. Anche senza condurre studi preliminari approfonditi. Pur non disponendo di particolari competenze in materia di comportamento sismico delle strutture antiche, dei tecnici che abbiano almeno una base di conoscenze in materia di costruzioni possono svolgere analisi mirate a riconoscere gli elementi delle tecniche antisismiche locali. Analisi che, pur essendo solo qualitative, risultano rigorosamente fondate e, soprattutto, possono fornire indicazioni attendibili ed utili a progettare un intervento corretto ed efficace.

Ad integrazione delle indicazioni operative illustrate al paragrafo precedente, vengono quindi forniti alcuni criteri che, sulla base dei casi di studio svolti, permettono alle équipes locali di riconoscere rapidamente le eventuali valenze antisismiche delle tecniche costruttive locali.

Come è stato più volte ricordato in precedenza, le tecniche antisismiche tradizionali sono il frutto di cicli ripetuti di osservazione dei danni prodotti dal terremoto, di interventi di riparazione, di una verifica della loro efficacia in occasione del terremoto successivo. E' un sapere empirico, costruito a partire dall'analisi del comportamento degli edifici durante la scossa. Prima di fornire delle indicazioni concrete per riconoscere in maniera speditiva le tecniche antisismiche locali, è dunque opportuno analizzare sommariamente l'azione del terremoto sugli edifici.

In caso di terremoto un edificio in muratura è sottoposto a molteplici sollecitazioni. Tuttavia, mentre *l'entità* del danno dipende dalla combinazione e dal valore di ben precisi parametri che caratterizzano la scossa (magnitudo, picco di accelerazione, spostamenti al suolo, frequenza, durata), *la qualità* delle lesioni dipende essenzialmente dagli spostamenti al suolo (entità e direzione di polarizzazione). Semplificando al massimo, si può affermare che un terremoto agisce su un edificio con tre azioni principali: quella **tagliante**, derivante dalle forze orizzontali; quella **sussultoria**, prodotta dalle forze verticali; quella **torsionale**, indotta da forze di varia origine e natura. Ognuna di tali azioni produce dei danni caratteristici:

Le forze orizzontali tendono a produrre:

- - lesioni oblique nei muri trasversali
- - distacco delle facciate dai muri trasversali;
- - distacco e crollo di elementi verticali (comignoli, parapetti, colonne).

Le forze verticali di solito determinano:

- - lesione o crollo degli elementi orizzontali a sbalzo (balconi, scale)
- - lesione o crollo di solai e tetti.

Le forze torsionali, invece, producono:

- - sconnessione tra le murature negli spigoli.

Tuttavia, poiché le azioni sono sempre combinate tra loro, anche i danni sono variamente combinati. Semplificando al massimo si può affermare che negli edifici in muratura lo shock sismico tende a produrre tre tipi di dissesto:

- **sconnessione** tra le murature, con crollo delle facciate verso l'esterno;
- **lesioni oblique** dei muri portanti e dei divisori interni, di solito con andamento a croce
- **fuoriuscita delle travi dei solai e dei tetti** dalle murature su cui si appoggiano, con conseguente crollo di solai e coperture;
- **crollo degli elementi a sbalzo** o di quelli **malamente connessi**

Sono danni ben noti agli esperti, rilevati da sempre, tanto ricorrenti da essere stati codificati ed utilizzati proprio per definire le prime scale di valutazione della "violenza" dei terremoti⁶. E' dunque comprensibile che, mentre l'obiettivo di fondo di tutte le tecniche antisismiche locali sia stato da sempre quello di contrastare le tre azioni tipiche del terremoto, a seconda dei materiali disponibili e dei contesti culturali, sociali, economici, ambientali si siano sviluppate delle tecniche costruttive particolari, riconducibili a tre grandi "culture": quella della rigidità, quella della flessibilità, quella passiva.

Sintetizzando si può dire che nelle regioni nelle quali si è sviluppata una "cultura della rigidità"), gli edifici resistono allo shock sismico attraverso:

- la capacità delle singole membrature di assorbire le notevoli deformazioni prodotte dalle scosse;
- la tenuta dei collegamenti tra i vari muri, in modo che ciascuno contrasti i movimenti degli altri;
- la deformabilità delle cornici di finestre e balconi, che non debbono rompersi e debbono poter recuperare la forma iniziale.

Tutte le particolarità costruttive che accentuano questo "comportamento" degli edifici possono dunque considerarsi a buon titolo come accorgimenti antisismici. In particolare, tenuto conto che le sollecitazioni più dannose sono quelle prodotte dalle forze orizzontali, tutti gli accorgimenti che migliorano la resistenza delle strutture alle forze orizzontali sono da considerarsi, con buona probabilità, come pensati con funzione antisismica. Sulla base delle osservazioni sviluppate nei casi di studio e della letteratura sulla patologia degli edifici colpiti da un terremoto, si può considerare come **antisismica** una **tecnica** caratterizzata da:

a livello di tessuto edilizio

- pianta degli edifici isolati a disegno regolare, spesso simmetrico;
- edifici aggregati in modo da esercitare tra loro un mutuo contrasto;
- presenza di slarghi numerosi e a distanza regolare

a livello dei singoli edifici

- spessori murari superiori a quelli che si ritrovano di solito in edifici di pari altezza, costruiti con gli stessi materiali, in contesti climatici simili;
- murature realizzate con pietre squadrate, lavorate accuratamente sulle facce orizzontali, spesso combinate in modo che lo scorrimento orizzontale dei blocchi sia impedito da appositi risalti o da elementi più piccoli, inseriti con funzione di "chiave";
- murature che presentano strati di compianamento (di solito filari di mattoni o riempimento dei vuoti con pietre più piccole) realizzati con cura e a distanza non eccessiva (ogni m. 0,60-1,20 di altezza);

⁶ Gli aggregati urbani cui facevano riferimento Rossi e Mercalli quando hanno costruito le scale di intensità macrosismica che da loro prende nome, erano proprio i centri storici italiani, in gran parte sismici (cfr. A. Giuffré, *Sicurezza e conservazione dei centri storici*, pagg. 8-10).

- murature “listate” con elementi orizzontali in legno, capaci di assicurare sia il compianamento dei vari strati che il concatenamento tra i muri;
- murature nelle quali ricorrono regolarmente delle pietre "passanti" trasversali (cioè che collegano le due facce del muro), a distanza tra loro non superiore a cm 80-100;
- angoli esterni realizzati con pietre squadrate, più lunghe di quelle adoperate nella restante parte della muratura, montate in modo da concatenare efficacemente i due muri;
- finestre e balconi incorniciati da telai in legno o in pietra aventi buona rigidità nei nodi;
- travi dei solai appoggiati su appositi alloggiamenti, che ne permettono lo scorrimento orizzontale (in modo da evitare che la trave spinga sul muro);
- travi che attraversano i muri perimetrali e che sono bloccati all'esterno da caviglie o simili (in modo da impedire il ribaltamento delle facciate);
- travi delle coperture collegate tra loro in colmo, in modo da trattenersi reciprocamente e non spingere sui muri d'ambito.

Le **riparazioni** post-sisma si riconoscono ancora più facilmente. In genere, dopo un terremoto sugli edifici danneggiati vengono effettuati tre tipi di intervento: a) riparazione delle lesioni dei muri; b) opere che impediscono la rotazione dei muri perimetrali verso l'esterno (catene, archi di contrasto, ecc.); c) opere che rafforzano gli elementi a sbalzo (sostegni, puntelli, ecc.). Dopo un terremoto, quindi, la gente interviene o aggiungendo qualcosa agli edifici o modificandoli. Per selezionare le riparazioni antisismiche è quindi necessario cercare tutte le "anomalie" dell'edificio. Cioè quegli elementi che testimoniano di interventi realizzati successivamente alla costruzione, che non sono congruenti con lo stile architettonico dell'edificio, che producono una riduzione del comfort abitativo o della percorribilità delle strade

Per riconoscere le riparazioni post-sisma sarebbe dunque importante ricostruire la vicenda costruttiva dell'edificio. Ad esempio, un arco aggiunto *successivamente* può essere stato realizzato per contrastare la rotazione di una facciata, ma se è stato realizzato *contemporaneamente* alla costruzione l'obiettivo doveva essere necessariamente un altro.

Tuttavia, in gran parte dei casi per valutare se un elemento è coevo o no ad un edificio non sono sempre necessarie ricerche negli archivi (che, oltretutto, raramente danno informazioni su edifici non monumentali) o analisi stilistiche approfondite (che sono poco significative per gli edifici correnti, quasi sempre realizzati da maestranze ricche più di sapere pratico che di cultura architettonica). Anche quando non è possibile svolgere una completa lettura archeologica dell'edificio si può ricostruire con sufficiente approssimazione, sulla base di alcuni indizi significativi e con semplici deduzioni logiche, la vicenda costruttiva dell'edificio.

Ad esempio:

- se in una parete si rileva un allineamento verticale di pietre ben squadrate e più lunghe delle altre (una tecnica tipica degli spigoli esterni), è assai probabile che la parete prima finiva lì e che poi è stata aggiunta altra muratura (fig. 9/a);
- un muro che risulta arretrato o avanzato rispetto alla restante facciata o all'allineamento prevalente degli edifici della strada, quasi certamente non è stato realizzato insieme agli altri muri (fig. 9/b);

SE L'ANOMALIA RIDUCE IL COMFORT....

La riduzione del comfort è, di solito, una prova certa che un intervento è finalizzato alla riparazione. E' solo per rafforzare un edificio, infatti, che un proprietario decide di ridurre l'abitabilità della casa (ad esempio limitando la luce di una finestra con un arco, applicando catene e tiranti che passano all'interno delle stanze, ecc.) oppure che ne rovina l'estetica (ad esempio coprendo in parte un importante elemento decorativo, qual'è un portale, molto spesso assai costoso). Ringrossi esterni dei muri, contrafforti, scale esterne sono tutti interventi assai efficaci per impedire alle facciate di abbattersi, ma occupano uno spazio pubblico. La comunità può accettare di ridurre sensibilmente la percorribilità delle strade solo se ciò è reso necessario da un evento che ha colpito l'intero sistema, ed i bisogni di riparazione sono generali. Appunto come accade dopo un terremoto.

- un contrafforte, una scala esterna, una loggia, un arco di contrasto o un voltone realizzati con pietre che non sono - o sono poco - ammassate nella restante muratura, difficilmente sono stati realizzati insieme all'edificio cui oggi sembrano appartenere (fig. 9/c);
- un muro può anche essere stato realizzato deliberatamente a scarpa, ma se le cornici delle finestre o dei portoni sono verticali ed arretrate rispetto al paramento esterno inclinato, è molto probabile che ciò che si vede oggi è un ringrosso realizzato in un secondo momento, per rafforzare l'edificio (fig. 9/d);
- una scala esterna, una loggia o un corpo di fabbrica che restringono un tratto di strada, difficilmente sarebbero stati tollerati dalla comunità se fossero stati costruiti insieme all'edificio, quando cioè potevano essere tranquillamente realizzati all'interno, senza sottrarre spazio della strada e rompere l'allineamento degli edifici; viceversa, nel clima di generale solidarietà che sempre si sviluppa da un terremoto, possono essere stati accettati se, oltre a consentire il miglioramento delle condizioni abitative, servivano anche a rafforzare la facciata danneggiata (fig. 9/e).

Sulla base dei casi di studio finora realizzati possono considerarsi rafforzamenti antisismici:

- gli archi di contrasto tra due edifici;
- i voltoni tra due fabbricati, che non siano coevi all'uno o all'altro edificio, realizzati sulla strada pubblica per ricavare stanze supplementari ai piani superiori;
- le scale esterne e le logge presenti in maniera irregolare nell'edificato (che cioè restringono le strade solo in alcuni punti);
- i tiranti e le catene, quasi sempre metallici, talvolta in legno.

Nelle regioni in cui si è invece sviluppata una “cultura della flessibilità”, le tecniche antisismiche puntano ad assorbire l'energia trasmessa dalla scossa attraverso la deformazione non tanto dei singoli elementi quanto dell'intera struttura. Le giunzioni permettono perciò vistosi movimenti tra le varie membrature portanti. Gli elementi portati (tetti, tamponamenti esterni, divisori) sono di conseguenza assai leggeri.

In tali zone le tecniche costruttive antisismiche sono caratterizzate, di solito, da:

- strutture in legno (o bambù), con giunzioni non rigide, facilmente rinforzabili dopo una scossa;
- strutture dei vari piani costruite "a gabbia" e separate tra loro, in modo che ciascun piano possa scorrere rispetto agli altri (assorbendo in tal modo le forze taglianti orizzontali);
- tetto con struttura indipendente da quella dei piani sottostanti, realizzata con materiali leggeri;
- coperture con elementi strutturali sospesi gli uni agli altri, con giunti a bilanciere, che permettono una elevata deformabilità.

Nelle regioni sismiche in cui si è consolidata una “cultura passiva” - che sono poi quelle in cui al rischio sismico si accoppia anche quello degli uragani - gli edifici (non monumentali) sono quasi sempre di piccola taglia, bassi e realizzati con tecniche e materiali che ne permettono sempre una riparazione facile ed una ricostruzione rapida. In tali regioni, la struttura portante è abitualmente in legno, con pannelli di tamponamento e divisori realizzati con materiali leggeri, oppure realizzata con materiali leggerissimi, rinforzati da una ossatura in legno.

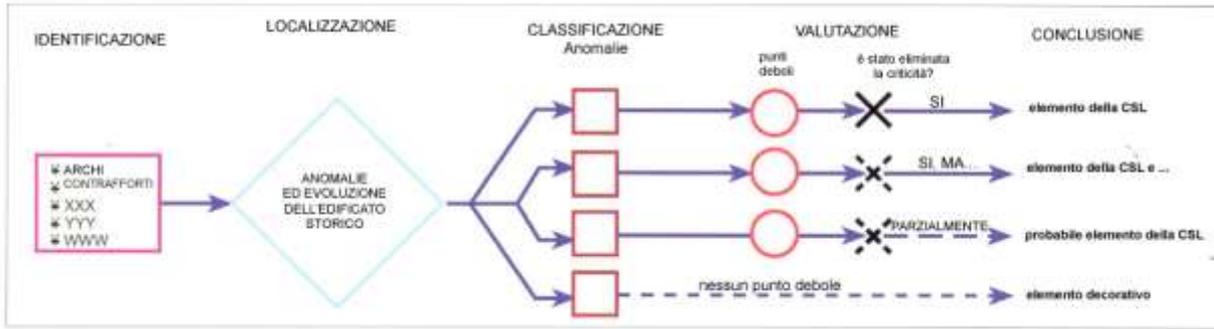


Fig. 8 - Diagramma di flusso delle operazioni necessarie per ritrovare gli elementi di rafforzamento antisismico a partire dalle "anomalie".



Fig. 9 - Esempi di "anomalie".