

Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C.al 1980

Enzo Boschi
Graziano Ferrari
Paolo Gasperini
Emanuela Guidoboni
Giuseppe Smriglio
Gianluca Valensise

Istituto Nazionale di Geofisica
SGA storia geofisica ambiente

Alcune variabili storiche degli effetti sismici: livelli economici, scale demografiche e caratteri edilizi

Emanuela Guidoboni e Graziano Ferrari

SGA Storia Geofisica Ambiente

58

L'analisi della sismicità storica italiana nel lungo periodo evidenzia alcuni elementi territoriali che interagiscono in modo così stretto con il quadro degli effetti sismici, da poter essere quasi considerati variabili storiche del valore dell'intensità: tali elementi sono i livelli economici, la dimensione demografica della popolazione e i caratteri edilizi storici.

Attorno a questi temi si è alcune volte polarizzata l'attenzione dei sismologi storici, ma non si è sviluppato un vero nodo di riflessione disciplinare, forse per la mancanza di strumenti di sintesi di ampio respiro, elaborati negli specifici settori di indagine. A fronte di una notevole ricchezza di ricerca in questi settori, si rileva una tendenza "centrifuga" di temi e di metodi di ricerca, che sembra allontanare nel tempo la possibilità di disporre di strumenti di sintesi, in grado di favorire un uso multidisciplinare dei risultati già disponibili, su grande scala territoriale e nel lungo periodo.

La interrelazione fra livelli economici, densità abitativa, caratteri edilizi ed effetti sismici è abbastanza evidente nell'analisi dei forti terremoti: si è provocatoriamente usato il termine "costruzione" del disastro sismico, per indicare la convergenza negativa fra aumento della densità abitativa e diminuzione della qualità edilizia, e il suo inverso "decostruzione", per indicare la tendenza opposta (Guidoboni 1990).

Gli effetti dei terremoti sulle costruzioni, come osserva Latina (1994), dipendono da fattori la cui natura è varia e spesso di difficile interpretazione. I danni possono essere attribuiti, oltre che all'energia del terremoto, a particolari condizioni geologiche del sito, all'articolazione strutturale e non strutturale della costruzione, alla sua morfologia, al tipo di fondazioni, alle modalità costruttive originarie, alle modifiche subite nel tempo e allo stato di conservazione e manutenzione. Un insieme quindi di correlazioni e di interdipendenze che si traducono in amplificazione o attenuazione degli effetti, come è noto, anche in zone molto vicine o all'interno dello stesso sito e fra edifici aventi le stesse tecniche e gli stessi materiali costruttivi.

Il problema è molto complesso e investe varie competenze disciplinari: il discorso qui tratteggiato ha solo lo scopo di fornire alcuni spunti e suggestioni per la lettura dei dati del catalogo, consapevoli che la vastità dei temi richiederebbe di per sé trattazioni specifiche.

Popolazione

Numerosi, di elevata qualità e di taglio per lo più regionale o addirittura locale sono gli studi di demografia storica riguardanti l'Italia. Nell'ambito della preparazione di questo catalogo, l'obiettivo non è stato di creare una banca parallela di dati sulla popolazione (per la quale non sarebbero certo bastate le risorse), ma di recepire alcuni elementi utili per la valutazione degli effetti sismici.

I numeri di morti e delle case distrutte o danneggiate, dati spesso presenti nelle descrizioni delle fonti storiche, per potere essere utilizzati devono essere rapportati al totale di abitanti e case effettivamente esistenti nella località al tempo del terremoto. Elementi demografici di un centro abitato o di un'area territoriale, come il numero degli abitanti e degli edifici consentono di stimare meglio la dimensione dell'impatto territoriale di un terremoto. Allo scopo di indicare qualche tematica connessa con la conte-

stualizzazione degli effetti sismici, si presentano qui alcuni elementi inerenti alla definizione delle scale abitative. Le problematiche per la valutazione della popolazione cambiano ovviamente anche da area ad area, riflettendo a volte nelle contraddittorie stime degli storici, la complessità dei problemi e l'approfondimento delle ricerche.

Italia antica: il calcolo della popolazione

Per il mondo antico non vi è alcuna possibilità di giungere a stime statistiche; al massimo si possono ottenere dei dati verosimili. Le cifre tramandate dagli storici venivano alterate dalla tradizione manoscritta tarda, e per questa ragione sono spesso inverosimili e vanno rifiutate sulla base dell'evidenza storica. Inoltre le società del passato erano troppo diverse dalle attuali, sia culturalmente che tecnicamente, per giungere a stime statisticamente attendibili. I calcoli di Beloch (1894, 1898 e 1903) sono interessanti in quanto costituiscono il risultato di un insieme di dati che, in alcuni casi, possono apparire attendibili (si veda Gallo 1990; per i termini della polemica si veda Seeck 1897; Kornemann 1897; Meyer 1898).

Per l'età romana è nota l'esistenza di documenti pubblici che, pur senza costituire dei veri e propri catasti in senso moderno, misuravano l'ampiezza del territorio delle singole unità amministrative. Purtroppo la maggior parte dei dati non consente di giungere a conclusioni attendibili, a causa del criterio con cui i Romani regolavano l'organizzazione dello spazio. Infatti, tutta l'amministrazione romana si fondava sul caposaldo della cittadinanza (*civitas*). A questo proposito si hanno dati più precisi per quanto riguarda i censimenti quinquennali di età repubblicana, dal 508 al 28 a.C.: su 96 censimenti ne rimangono 37 (Nicolet 1979). Ma, nonostante la lista copra una documentazione soddisfacente, vi sono molti ostacoli alla giusta comprensione di questi dati.

Si può ammettere che nel corso del II secolo a.C. vi fu un aumento della popolazione libera (Gabba 1972). Vi sono stati vari tentativi di calcolare la popolazione della penisola italiana; Nissen (1902) giunse a proporre 16 milioni, mentre Beloch (1903) calcolò da 4 a 4,5 milioni gli abitanti complessivi delle città, da 2 a 2,5 milioni gli schiavi, tra il mezzo e il milione gli stranieri e cittadini di "diritto latino", per un totale massimo di 7-8 milioni di individui così suddivisi, per l'età di Augusto: 1 milione a Roma, 4 milioni per l'Italia centro-meridionale e 2-3 milioni per l'Italia centro-settentrionale (bibliografia in Salmon 1974).

Il caso di Roma

Roma costituisce un caso particolare per la conoscenza del mondo antico. Come è stato calcolato da una tradizione di studi risalente a Beloch (1893), il primo studioso a occuparsi della popolazione di Roma antica, il territorio di Roma arcaica si sviluppò da un nucleo originario (*ager Romanus antiquus*) di circa 154 km², per cui si può calcolare un numero massimo di circa 6.500 abitanti. La successiva espansione portò l'estensione di questo territorio agli 800/1000 km² circa, il che farebbe supporre una popolazione non superiore ai 35.000/50.000 abitanti, limitata a circa 25.000 per l'area urbana. Poiché si censivano i maschi adulti in armi, è probabile che questi dati siano in effetti attendibili se vengono estesi alla popolazione degli alleati di tutto il Lazio (Coarelli 1988).

Per il 393 a.C. Plinio ricorda 153.573 liberi censiti. Dato che a quell'epoca il territorio controllato raggiungeva i 2000 km², questa cifra sarebbe valida al massimo per l'intera popolazione. Secondo una tradizione risalente a Livio, al tempo di Alessandro Magno (356-323 a.C.) vi erano a Roma circa 130.000-150.000 cittadini (ossia 300.000-400.000 abitanti), in un periodo in cui la città aveva esteso il suo territorio a tutto il Lazio (ca. 6.000 km²), un territorio sei volte più grande rispetto al secolo precedente. A quel tempo, l'area inclusa nelle cosiddette mura serviane (in realtà costruite nel IV secolo a.C., pur se con una fase di VI secolo di cui però si conoscono solo pochi tratti) misu-

rava 426 ettari, includendo anche l'Aventino, il Campidoglio e il porto del Tevere. Comunque, a partire dal IV secolo a.C. (quando le conquiste di Roma cominciano a inglobare territori estesi) non è più possibile utilizzare le date dei censimenti per calcolare la popolazione di Roma. Infatti, il territorio romano giungeva nel 336 a.C. a 5.766 km², ma nel 290 a.C. copriva i 17.320 km² e nel 265 a.C. i 24.000 km². I dati dei censimenti mostrano che all'aumento di territorio seguiva ovviamente l'aumento della popolazione censita, ma le guerre e le crisi economiche potevano determinare un calo anche netto. Occorrerà giungere al 44 a.C. (quando vennero allargate le distribuzioni di grano alla plebe, praticamente a tutti i cittadini maschi adulti) per ritrovare qualche possibilità di stima limitatamente a Roma.

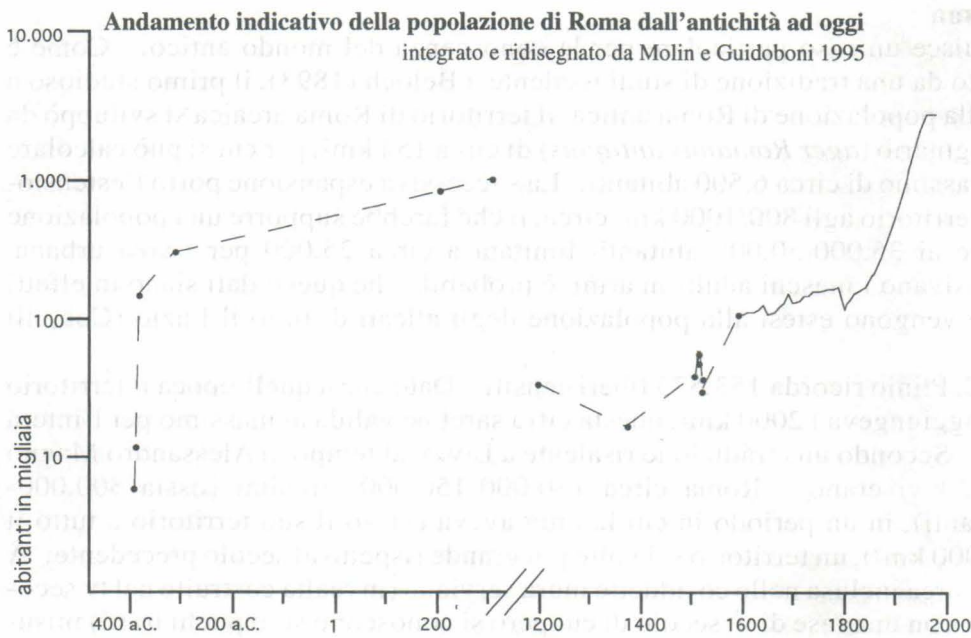
Per la Roma imperiale e tardoantica, Beloch era convinto che, per l'epoca del principato (I-III secolo), la popolazione di Roma ammontasse intorno agli 800.000 abitanti, mentre a partire dalla fine del III secolo d.C. sarebbe iniziato un periodo di decadenza demografica.

Resta il problema della crisi del III secolo, un periodo per cui i dati scarseggiano: è disponibile solo il dato della distribuzione speciale di frumento ai pretoriani e alla plebe, attuata dall'imperatore Settimio Severo per il decennale del suo regno, nell'anno 203. In quella occasione vennero distribuiti 2 milioni di aurei per dieci aurei a testa, per un totale di 200.000 assistiti rispetto ai dati precedenti (Nicolet 1989). Questa cifra sembrerebbe segnare in effetti un abbassamento della popolazione.

In mancanza di cifre statistiche attendibili, i dati non possono essere che estremamente approssimativi, anche oltre i limiti del centinaio di migliaia. Ma sembrerebbe abbastanza ragionevole fissare, per il principato e per il periodo tardoantico, la cifra (ovviamente oscillante a causa delle frequenti carestie, epidemie, incendi ecc.) di ca. 800.000/1.000.000 abitanti. Mazzarino (1951) non escludeva addirittura un calcolo più alto. Intorno al V secolo, soprattutto dopo il sacco di Alarico nel 410, la popolazione di Roma ebbe un brusca caduta.

Roma è una città che nel tempo è stata sottoposta a fortissime variazioni demografiche, e a profondi mutamenti nell'uso dello spazio urbano, elementi connessi al ruolo stesso di Roma.

Questi elementi hanno avuto ovviamente una notevole importanza non solo riguardo



alla possibilità di recepire eventuali effetti sismici nelle fonti scritte, ma hanno anche condizionato la tipologia stessa degli effetti sismici nell'area urbana (Molin e Guidoboni 1989; Guidoboni e Molin 1995).

La popolazione delle città medievali

La popolazione nelle città italiane comincia ad avere un profilo quantitativo definito, in relazione alla qualità e alla quantità della documentazione disponibile, a partire dal XIII secolo. Per il periodo V-X secolo non esistono dati veri e propri diffusi sulla popolazione, sporadici sono quelli relativi ai secoli XI e XII. Spesso gli studiosi hanno suggerito delle stime, basate su indicatori indiretti. La complessità dei problemi connessi alla definizione stessa di "città", relativamente ad aree e centri molto differenziati per sviluppo economico e giurisdizione territoriale, è oggetto di una pressoché sterminata bibliografia storiografica (per un quadro bibliografico generale ragionato si veda Ginatempo e Sandri 1990; *La demografia storica delle città italiane* 1982).

Il culmine dell'espansione demografica medievale si colloca fra la fine del Duecento e i primi venti anni del Trecento. Il "ristagno" demografico viene per lo più messo in relazione alla crisi di mortalità causata dalla grande ondata epidemica del 1348 della Peste Nera: in questi anni accaddero anche due grandi disastri sismici, i cui effetti si situano quindi chiaramente in contesti demografici già molto perturbati: il terremoto del 1348 di Villach, i cui effetti interessarono anche il Veneto e diverse città emiliane e quello dell'Italia centrale del settembre 1349 (si vedano in questo catalogo).

Il paesaggio urbanistico italiano, in quel periodo, era fra i più sviluppati d'Europa per l'alto numero dei centri abitati e per i livelli di popolazione. In Italia ben 11 città avevano oltre 40 mila abitanti (contro 8 o 9 in Europa) e 4 di tali centri italiani superavano gli 80-100 mila abitanti. Risulta quindi eccezionale lo sviluppo e la fitta maglia abitativa italiana, che spiega anche lo straordinario patrimonio di documentazione esistente riguardo alla storia del territorio e alle vicende urbane, in relazione agli effetti dei terremoti.

Le città più densamente abitate si concentravano al nord d'Italia e in Toscana. L'Italia centrale aveva una prevalenza di città di piccole e medie dimensioni; il sud e le isole avevano un abitato a maglia molto più rada, con solo due grandi città, Napoli e Palermo, ma non fuori dalla media europea. Lo sviluppo dei centri urbani era ovviamente in relazione alle vie di traffico (di terra e portuali), all'intensità degli scambi e ai livelli economici diffusi. Alla convulsa crescita fino a circa alla metà del Trecento, seguirono crisi demografiche che portarono a un forte restringimento della popolazione, soprattutto nei centri medi e piccoli. Le città italiane subirono una radicale trasformazione fra la fine del Trecento e l'inizio del Quattrocento, che prese le mosse da una crisi demografica generale che colpì, con effetti molto diversificati, vaste aree dell'Italia centrale. Secondo Giantempo e Sandri (1990), nella prima metà del Quattrocento, le città italiane che avevano una soglia minima di 5 mila abitanti erano 35, su un totale di 145 località. Le città che avevano da 6 a 10 mila abitanti erano 43; quelle da 15 a 20 mila abitanti erano 10; quelle da 20 a 40 mila abitanti erano 11; e infine solo 3 città (Milano, Genova e Venezia) superavano i 40 mila abitanti.

Sotto la soglia dei 5 mila abitanti vi era la rete insediativa costituita da paesi e villaggi compresi fra i 4 mila abitanti e le poche centinaia. Lo studio dei terremoti storici ha messo in evidenza che era questa fascia abitativa ad essere più frequentemente colpita, nelle zone appenniniche interne, fra versanti diversi, o nelle alte vallate lontane dalle città, o su bordi litoranei, in tempi passati scarsamente abitati. Si trattava a volte di paesi dei crinali appenninici o posti sulle grandi vie della transumanza, per i quali spesso le fonti conservano memorie della dimensione demografica magari solo in relazione a distruzioni sismiche subite.

In genere, i dati disponibili in ambito storiografico, sintetizzati da un'imponente tradi-

zione di studi riguardante le città italiane, non rendono pienamente ragione del popolamento diffuso dalle campagne fino alle fasce montane. Alcune regioni fanno eccezione, come la Toscana, l'Emilia Romagna e la Sicilia, che risultano minutamente studiate, anche nelle scale demografiche più basse.

Gli antichi stati italiani: i grandi censimenti

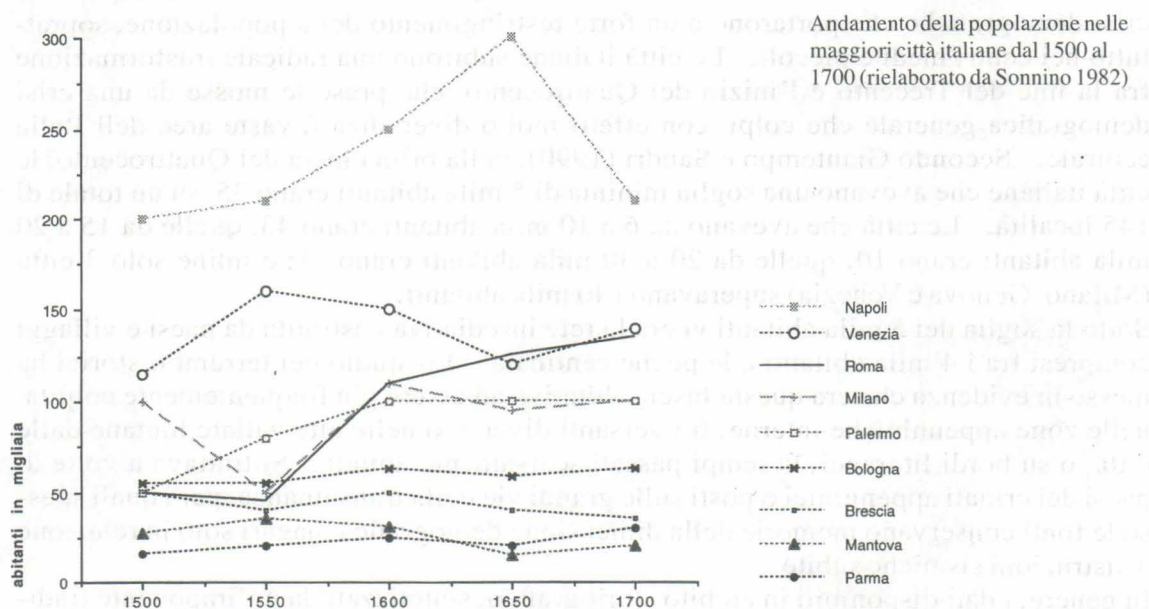
Complessivamente, a partire dal Seicento le stime demografiche si fanno più precise, e talvolta si passa da indicatori fiscali indiretti basati sui "fuochi" o sulle "bocche" (sempre alterati dalla presenza delle esenzioni, dei minori variamenti censiti e degli stranieri) a cifre assolute di maggiore attendibilità.

Inizia generalmente nel XVII secolo la registrazione della popolazione filtrata dal controllo territoriale delle parrocchie: se mai si disponesse un giorno di dati complessivi e sistematizzati riguardanti tutto il territorio nazionale, emergerebbe il grande pregio di questa tipologia di fonte, presente nei più minuti aggregati abitativi e in grado di restituire perciò la scala complessiva della rete insediativa, elemento di grande rilevanza per la definizione di uno scenario sismico. In mancanza della disponibilità complessiva di questi dati, si è fatto ricorso a studi di sintesi sui grandi censimenti degli antichi stati italiani, che spesso però presentano aggregazioni territoriali non omogenee o di scarsa utilizzazione per la Sismologia storica.

Non di rado le rilevazioni fiscali e amministrative, dopo un terremoto distruttivo, contengono stime dirette della popolazione e della consistenza quantitativa del patrimonio edilizio, per dati disaggregati: si tratta di fonti a volte non familiari ai demografi storici, su cui occorrerebbe forse una maggiore convergenza di interessi. Quanto più possibile si è fatto ricorso a queste correlazioni, che l'utilizzatore di questo catalogo potrà trovare inserite nelle descrizioni degli effetti per singole località o per linee generali nel sotto-campo "demografia".

Il grafico che segue evidenzia l'andamento generale della popolazione nelle maggiori città italiane dal 1500 al 1700.

Il grafico della pagina seguente mostra l'andamento della popolazione italiana dalla metà del Seicento all'Ottocento per aree geografiche; nella tabella sono state riportate le variazioni percentuali della popolazione nello stesso periodo. Da questi dati si evincono gli incrementi di popolazione nell'arco dei due secoli (Bellettini 1980), elemento importante in relazione all'economia e all'edilizia.



Alcuni elementi dell’edilizia storica

L’Italia presenta, riguardo all’edilizia, alcuni aspetti del tutto singolari, rispetto agli altri paesi europei: oltre la metà del suo attuale patrimonio architettonico è costituito da edilizia storica, che affonda le radici in tradizioni molto antiche e diversificate.

Come si è accennato, anche per la storia dell’edilizia, a fronte di una vasta produzione a carattere locale o riguardante singole tipologie specialistiche o diffuse, vi è una generale mancanza di elaborazioni di sintesi di tipo geografico e storico.

Accennando a questo tema, si è inteso evidenziare disomeogeneità e persistenze di lungo periodo, che non trovano ancora una loro congruente valutazione nell’uso delle scale macrosismiche. Prospettare soluzioni è, allo stato attuale delle conoscenze, pressoché impossibile. Abbiamo qui inteso evidenziare solo alcuni aspetti che riteniamo non trascurabili nella valutazione degli effetti dei terremoti storici, anche se non sono ancora stati elaborati gli elementi “di raccordo” fra tali caratteri edilizi storici e la stima dell’intensità macrosismica. Tuttavia, riteniamo che l’avanzamento generale delle ricerche nel settore della Sismologia Storica sia tale da recepire questa tematica come un problema di ricerca a cui rispondere in futuro.

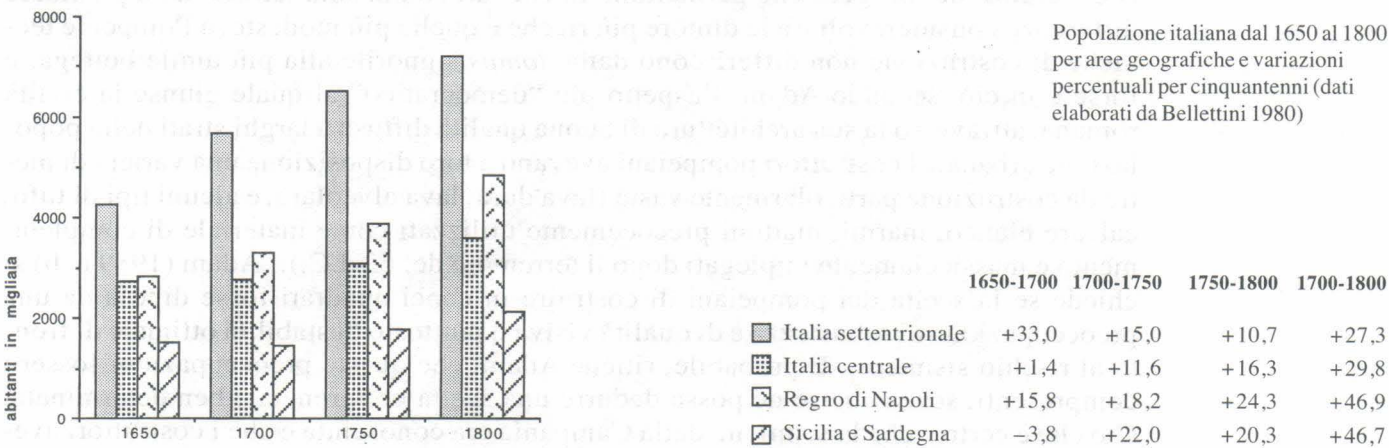
Abbiamo cercato di individuare alcune sezioni cronologiche, entro cui affondano le tradizioni costruttive e i caratteri del paesaggio abitato in Italia, di cui le fonti storiche sui terremoti portano implicite tracce. Non abbiamo inteso evidenziare delle vere cesure storiche: al contrario, si è cercato di far emergere le convivenze di diversi caratteri, che si aggiunsero a quadri preesistenti più antichi, mostrando vischiosità costruttive, sopravvivenze o lentissime trasformazioni, anche in quadri economici assai diversificati. Come per la popolazione, anche per l’edilizia storica si è cercato di evidenziare alcuni aspetti che sono sembrati più problematici in relazione alla valutazione degli effetti sismici.

L’antichità della tradizione costruttiva italiana e l’importanza della sua presenza nel lungo periodo, hanno suggerito di esplicitare alcuni elementi originali di questa civiltà abitativa.

Costruire e abitare nel mondo antico

L’edilizia romana è quella finora meglio conosciuta del mondo antico. Grazie ai recenti e importanti studi di Adam (1988, 1989 a, b), al laboratorio di osservazioni costituito da Pompei (Maiuri 1942; de Vos e de Vos 1982), e grazie anche ad alcuni orientamenti recenti dell’archeologia in direzione dell’edilizia minore e povera di aree periferiche, possiamo indicare i caratteri salienti di questa edilizia e immaginarli in relazione agli effetti sismici.

Osserva Adam (1989 a, b) che un’analisi attenta degli edifici romani mostra che se i costruttori di Roma non avevano inventato tutto della loro arte, essi seppero con intelligenza e opportunità trarre profitto dalle tecniche e dalle consuetudini architettoniche



locali, selezionandole e perfezionandole. I Romani attinsero alle tecniche costruttive dagli Etruschi, dei Greci e anche dei più rozzi costruttori del Lazio meridionale. I due esempi più convincenti di questo sorprendente sincretismo sono legati alle due tecniche più rappresentative dell'architettura romana: la volta a spinte e la muratura.

È perfezionando queste due tecniche e applicandole sistematicamente che i Romani diedero all'architettura un impulso prima sconosciuto. L'accessibilità di questa nuova arte di costruire, non solo facilitò e accelerò la costruzione dei monumenti pubblici, ma permise anche alle costruzioni private più modeste di accedere a una nuova architettura, con un'identità di tecniche, e spesso di aspetto, simili a quelle delle dimore più ricche. Ma l'edilizia romana non si limitò a queste innovazioni tecniche.

Com'è noto, il *De architectura* di Vitruvio menziona diverse tecniche costruttive per fondamenta e alzati: accanto all'*opus testaceum*, che costituiva la tecnica più frequente usata a Roma, si ricordano alcune tecniche di derivazione protostorica usate dagli antichi abitanti italici, quali l'*opus latericium*, in mattoni crudi, con anima lignea di argilla e paglia e l'*opus incertum*, costituita da un letto di malta, in cui venivano inserite pietre di forma prismatica irregolare (si veda anche Marta 1991).

Vitruvio, più interessato alla grande edilizia monumentale, dedicò poca attenzione a queste tecniche povere, e nominò l'argilla cruda solo incidentalmente, come legante degli alzati e delle fondamenta. Gli archeologi romanisti hanno finora dedicato scarsa attenzione a questi elementi, più attratti dall'edilizia monumentale e civile più importante. È invece con questa realtà fortemente deperibile, che usava materiali come la pietra, i ciottoli di fiume, la terra, l'argilla cruda e il legno, che l'edilizia minore mostra le sue prime testimonianze archeologiche in ambito rurale e urbano.

Il peso della tradizione costruttiva protostorica continuò ad essere determinante anche in piena età romana. Questa sorta di "vischiosità" delle tecniche edilizie precedenti, impedì forse agli antichi costruttori poveri di valutare positivamente gli effetti che l'applicazione di nuove tecniche e di nuovi materiali avrebbe potuto comportare sulla durata e sulla resistenza degli edifici. Sarebbe esistita in antico una sorta di inerzia nell'adozione di tecniche costruttive diverse da quelle codificate da una più che secolare tradizione locale, anche quando queste poterono dimostrare la loro deperibilità come l'argilla. Anche in tempi recenti si può osservare questo elemento culturale, in aree economicamente periferiche. Concorrono forse a determinare questo quadro elementi dovuti alla scarsa dinamica economica, o agli stessi livelli economici di pura sussistenza. Mancano ancora valutazioni quantitative che consentano di avere un'opinione più precisa, per varie aree, delle tipologie edilizie più diffuse (Santoro Bianchi 1995). Se però si vuole avere un'idea delle "innovazioni" portate dai Romani in un quadro edilizio precedente, occorre, secondo Adam (1989 a), guardare a Pompei da cui sono tratte le attuali maggiori conoscenze.

A differenza dei progetti che permettono di rilevare, dalla sola lettura della pianta, le differenze considerevoli tra le dimore più ricche e quelle più modeste, a Pompei le tecniche di costruzione non differiscono dalla *domus* signorile alla più umile bottega; e forse è in ciò, secondo Adam, l'aspetto più "democratico" al quale giunse la civiltà romana, attraverso la sua architettura di buona qualità diffusa a larghi strati della popolazione urbana. I costruttori pompeiani avevano a loro disposizione una varietà di pietre da costruzione particolarmente vasta (lava dura, lava alveolare, e alcuni tipi di tufo, calcare bianco, marmi, mattoni precocemente utilizzati come materiale di completamento e massicciamente impiegati dopo il terremoto del 62 d.C.). Adam (1989 a, b) si chiede se la scelta dei pompeiani di costruire in conci quadrati fosse dipesa da una preoccupazione di robustezza e di qualità visiva o piuttosto di stabilità ottimale di fronte al rischio sismico. È probabile, ritiene Adam, che queste preoccupazioni fossero compresenti, senza che se ne possa dedurre una scelta preferenziale ben determinata. Ciò che è certo è che la sismicità della Campania era conosciuta e che i costruttori ave-

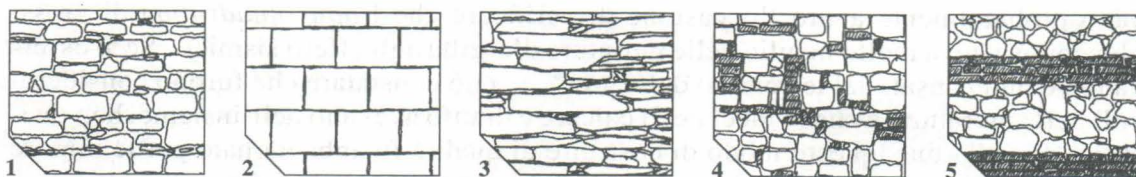
vano probabilmente avuto l'occasione di verificare che l'*opus quadratum* di grossi blocchi resisteva molto meglio delle murature d'argilla agli effetti sismici. Se si osservano i danni causati dal terremoto del 62 d.C., si può constatare che furono considerevoli nella muratura, e che le facciate di calcare e di tufo avevano nell'insieme, ben resistito. Se, alla fine, questo modo di costruire di qualità fu abbandonato per le dimore private è per ragioni pratiche ed economiche e non per ragioni tecniche.

La rivoluzione tecnica della muratura coincide in Italia, e non è un caso, con la conclusione delle grandi campagne di conquista del III e II secolo a.C.: guerre contro Cartagine (seconda e terza guerra punica), guerre per la supremazia nell'Egeo (vittorie del 197 a.C. e del 146 a.C.) e guerra contro la Spagna (vittoria di Numanzia nel 133 a.C.). Queste conquiste alimentarono il mercato degli schiavi, fornendo in grande abbondanza una mano d'opera servile, che poté essere destinata a lavori semplici e sistematici dell'edilizia.

I materiali utilizzati per rivestire le murature, invece di essere le pietre informi dell'*opus incertum*, ricevettero, come a Roma, un taglio regolare col paramento quadrato e furono disposte seguendo dei corsi inclinati a 45 gradi, posizione che dà una migliore inzeppatura, essendo gli angoli realizzati con corsi di mattoni a denti di sega o con pietre rettangolari. Nella sua prima forma ancora irregolare, questo tipo di paramento porta il nome di *opus quasi-reticulatum*, per diventare l'elegante *opus reticulatum* dell'epoca augustea, rimasto in uso fino al 79 d.C.

L'uso del mattone, molto più precoce in Campania che a Roma, è già attestato a Pompei alla fine del II secolo a.C. La sua utilizzazione, tuttavia, rimane fino al 62 d.C. (anno del terremoto, si veda in questo catalogo) come un'aggiunta per regolarizzare murature di tipo differente, per catene d'angoli, o per livellare piani orizzontali, componendo con le pietre ciò che si chiama *opus mixtum*. Dopo il 62 d.C., al contrario, i monumenti pubblici e le case private utilizzarono frequentemente questo materiale, di una regolarità semi-industriale in grandi quantità e con un'estrema rapidità, per rivestire le facciate o innalzare le strutture di rafforzamento per le strutture lesionate dal terremoto del 62.

A Roma, l'edilizia civile minore appare invece di qualità più scarsa. In questa città, dove la maggior parte degli edifici era costruita in legno, il pericolo più grande veniva dagli incendi, di cui Roma era vittima quasi ogni giorno, come ricorda Ulpiano (*Dig.* 1.15.2). Le case di Roma crollavano frequentemente anche senza terremoti, come è spesso attestato dalle fonti, per problemi di statica insiti nell'inadeguata fabbricazione degli edifici popolari o nella loro fatiscenza (Molin e Guidoboni 1989). Le case a tre piani erano diffusissime a Roma già nel III secolo a.C. e con la prima età imperiale l'estensione in altezza delle case raggiunse livelli tali da richiedere l'intervento di Augusto (Strabone 5.3.7). L'imperatore regolamentò infatti l'edilizia privata proibendo di elevare gli edifici oltre i 70 piedi (circa 21 m). Nonostante questo divieto, Traiano, ancora un secolo dopo, fu costretto a rinnovare e a limitare ulteriormente le disposizioni augustee, abbassando a 60 piedi (circa 18 m) l'altezza massima prevista per le costruzioni. La speculazione edilizia a Roma era un fatto diffuso: l'utilizzazione di materiali di basso costo e lo sfruttamento massimo dello spazio di superficie era causa di un forte verticalismo delle costruzioni, e produceva situazioni di grande precarietà abitativa (Carcopino 1978). Giovenale (circa 60-130 d.C.) descriveva una Roma quasi sospesa, appoggiata su "travicelli sottili e lunghi come flauti" e aggiungeva: "viviamo in una città che quasi tutta si sostiene su esili puntelli, questo solo rimedio gli amministratori oppongono alle mura cadenti. E quando hanno tappato gli squarci alle vecchie crepe, vogliono che si dorma placidi sotto gli imminenti crolli" (Giov. 3.190). Non mancano fonti che evidenziano chiaramente l'instabilità di buona parte delle strutture abitative della Roma antica: la valutazione degli effetti sismici dovrebbe tener conto del particolare contesto urbano, anche se non sono ancora stati elaborati strumenti valutativi così sofisticati.



Le radici di culture edilizie differenziate fra nord e sud

Per l'alto Medioevo l'area italiana risulta complessivamente documentata sia dal punto di vista delle fonti scritte che da quello archeologico: grazie ad una storiografia attenta e a un'archeologia medievale ormai esperta delle tecniche edilizie, si conoscono oggi le diverse aree costruttive e i diversi elementi edilizi che hanno caratterizzato il mondo abitato italiano. È qui appena il caso di rilevare che il periodo meglio indagato risulta il basso Medioevo, anche per le necessità conservative di strutture ancora esistenti.

Fu alla metà del VI secolo, con l'invasione dei Longobardi, che cominciarono a delinarsi in Italia due aree edilizie diversificate: la Longobardia e la Romania, cioè territori soggetti prima ai Longobardi, e poi ai Franchi, e territori di dominio bizantino. Nella Longobardia prevalse un abitato rurale sparso, organizzato nelle grandi aziende agricole: esse erano costruite per lo più in legno, o anche con altri materiali poveri, come il canniccio, la paglia, l'argilla secca. La logica costruttiva rispecchiava l'esigenza di utilizzare al massimo i materiali disponibili sul territorio: per la presenza di ampie aree forestali si usava ovviamente molto legno, così come nelle aree interne appenniniche si riscontra l'uso della pietra locale, rozzamente tagliata.

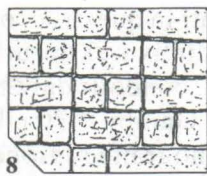
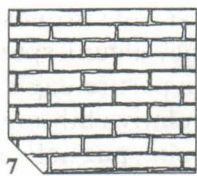
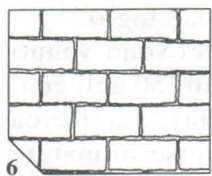
Il diffuso uso del legno, che si ritiene più accentuato nel periodo longobardo, rispetto a quello romano, offriva il vantaggio di non richiedere manodopera specializzata, in quanto la maggior parte dei contadini era esperta anche di carpenteria. Come osserva Galetti (1989), il legno poteva essere materiale esclusivo di un edificio sotto forma di pali connessi tra loro in senso verticale o orizzontale, che poggiavano direttamente sul terreno, o su un muretto o su tavole. Oppure il legno poteva costituire l'ossatura dei muri costruiti con argilla secca, o con argilla e paglia o con ciottoli. Dalle fonti scritte si rileva che il legno entrava nella costruzione anche come copertura del tetto (*scandolae*). La praticità di queste costruzioni e la loro fortuna nel tempo (case simili si possono vedere tuttora in alcune zone delle alpi italiane), consistevano anche nel fatto che tali case potevano essere smontate, per poterne riutilizzare gli elementi in altri siti, quando i contratti agricoli scadevano (Galetti 1985).

Le città di area longobarda avevano in gran parte perduto il loro ruolo di centri di potere in grado di incidere sul territorio. Misere abitazioni in legno e altri materiali poveri coesistevano con edifici pubblici, civili e religiosi, per i quali si continuava a privilegiare materiali più pesanti, come la pietra, spesso riutilizzata da strutture antiche, come vere e proprie cave *in situ* (Cagiano de Azevedo 1974; Ward-Perkins 1984).

Per quanto riguarda l'Italia centro-meridionale, di influenza bizantina, anche se comprendente qua e là importanti territori franchi, si rilevano caratteri edilizi peculiari diversi per la città e per la campagna.

La campagna era caratterizzata da abitati accentrati, costituiti da case sviluppate solo al piano terreno, con i tetti di tavole di legno (anche nella campagna lo sviluppo verticale cominciò solo a partire dal XII secolo, Toubert 1973). Le case erano costruite con muri di argilla, o con ciottoli e argilla o con frammenti di laterizio e malta.

A volte erano costruiti in questo modo fino al trave principale del tetto, a volte fino alla tessitura lignea dei travetti che costituiva il soffitto del pianterreno con la restante parte in legno. Nelle case di città si usava il legno misto a materiali pregiati di recupero. Conosciamo questi aspetti da scavi effettuati entro il tessuto abitativo urbano delle attuali città. Un'edilizia interamente lignea, a copertura di paglia, con pareti di tavole



Alcune tipologie di apparecchiature murarie dell'edilizia storica italiana. Materiali lapidei: 1 a corsi sub-orizzontali e paralleli, con bozze sdoppiate con o senza zeppe; 2 a corsi paralleli e orizzontali, con conci; 3 irregolare, a blocchi sfaldati, con o senza zeppe.

Materiali misti: 4 a corsi sub-orizzontali, con bozze o blocchi e zeppe; 5 a ricorsi con bozze o blocchi. Materiali laterizi: 6 per costa (in foglio); 7 per fascia. Materiali terrosi: 8 massoni di argilla e paglia (elaborato da Parenti 1988).

di legno e travi orizzontali, si ritrova nei secoli IX-XII nella pianura padana (Brogiolo e Breda 1985). L'elemento che più caratterizzò in questi secoli il paesaggio italiano furono i castelli, non costruiti ex novo, come al nord, ma funzionanti come un'addizione a quadri insediativi preesistenti (Settia 1979; Galetti 1989).

La particolarità di questo tipo di insediamento, quasi sempre su alture, su rocce, su banchi di argille o di scisti elevati sulla pianura, è ancora oggi una particolarità del paesaggio abitato italiano.

Nell'Italia del centro-sud, la situazione era modificata da una maggior presenza di laterizi provenienti da reimpiego, soprattutto nelle parti basse degli edifici, mentre la parte superiore era costruita in tufo, materiale più leggero e presente in grande quantità in questa area. Nelle aree dove persistettero contemporaneamente territori bizantini (divenuti poi di fatto autonomi) e territori longobardi, si verificò un'interessante coesistenza di materiali e usi edilizi diversi, dovuti anche a una diversa economia e organizzazione del lavoro.

Un carattere comune all'edilizia abitativa delle città alto-medievali fu comunque la diffusa utilizzazione di materiali di spoglio e di tecnologie protostoriche.

Il problema della valutazione degli effetti non riguarda solo i limiti quantitativi e qualitative delle fonti, ma anche delle scarse conoscenze a disposizione sulle caratteristiche abitative, sulle reti insediative, e in senso lato sul territorio interessato, sui livelli economici diffusi e sugli stili di vita. Come si sa, le informazioni storiche si concentrano spesso sulle grandi città, in quanto centri di cultura e sedi dei poteri politici e territoriali. Solo i monasteri, con l'attività dei loro *scriptoria*, in cui veniva fissata la memoria coeva degli avvenimenti più importanti attraverso cronache e annali, hanno in qualche modo spostato il punto di vista tradizionale, lasciando tracce di eventi che hanno coinvolto il territorio extra-urbano, villaggi e piccoli centri isolati. Questi diversi "punti di vista" territoriali influenzano in modo determinante la nostra attuale conoscenza della sismicità passata.

Edilizia accentrata e sparsa

A partire dal Duecento, con il tumultuoso sviluppo delle città, al consistente aumento della popolazione e all'accresciuta densità abitativa si aggiunse, per quanto concerne i terremoti, un peggioramento dei livelli di sicurezza. Uno degli elementi che emerge in questo processo di aumentato rischio è l'uso generalizzato di materiali sempre più pesanti nell'edilizia. A ciò si aggiunse un accentuato sviluppo verticale delle costruzioni, realizzato inizialmente attraverso sopraelevazioni lignee, che tesero a divenire stabili e in materiali pesanti. Fasi cronologiche diverse caratterizzano molti attuali edifici di uno stesso centro urbano. Una traccia di tali situazioni è ancora oggi ben rilevabile in numerosi centri urbani minori italiani.

Può forse sorprendere l'affermazione che la fase del maggior sviluppo urbano abbia comportato un diffuso degrado delle condizioni abitative e una diminuita sicurezza: eppure le osservazioni che si possono fare in questo ambito sembrano concordanti. La crescita delle città italiane, mentre da un lato produceva una cultura nuova degli scambi e innovative forme economiche, dall'altro lato elevava il rischio sismico, esponendo su una stessa area un maggior numero di abitanti e un patrimonio edilizio dalle caratteristiche mutate. Forse non estranei a questa nuova tendenza sono i numerosi eventi

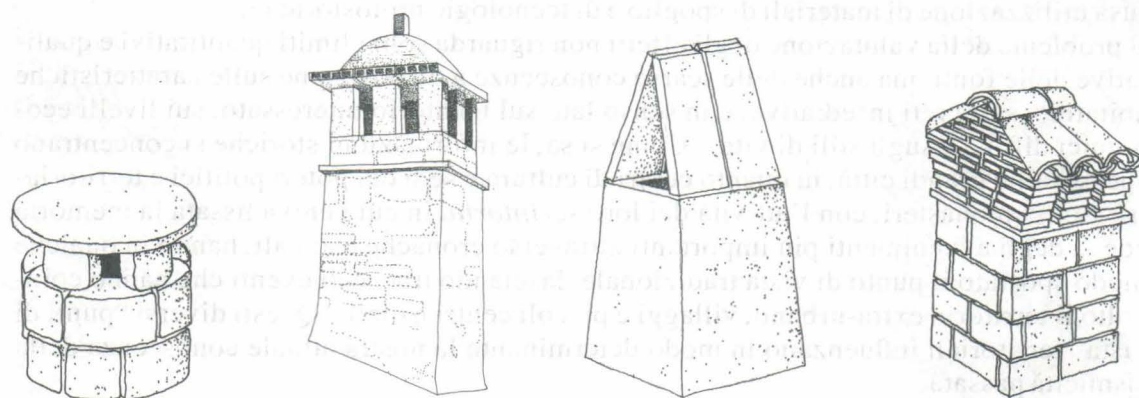
sismici di elevata distruttività attestati in questi secoli (si veda in questo catalogo).

Per quanto riguarda l'edilizia insediativa extra-urbana, alcuni spunti ci sono venuti dagli studi sulla casa rurale in Italia, condotti dal CNR a partire dagli anni '50 agli anni '80 (si vedano gli studi di Barbieri e Gambi 1970 e la relativa bibliografia). La ricerca ha prodotto un'ampia collana di monografie regionali che, pur nelle diverse sfumature di approccio al tema, da parte dei diversi gruppi di ricerca, ha consentito di delineare alcuni tratti generali dell'edilizia storica.

La conoscenza dell'edilizia rurale costituisce un contributo significativo alla delineazione degli scenari sismici storici, in quanto le località interessate dai maggiori danni sono in parte preponderante centri minori o piccoli insediamenti a carattere rurale. Nei grandi centri urbani i caratteri edilizi (materiali, geometrie) e quelli urbanistici (dimensione urbana, impianto, aggregazioni edilizie) sono il risultato di una storia economica e urbana più complessa e differenziata.

Elementi edilizi del danno: alcune evidenze

I quadri descrittivi degli effetti a cui fanno riferimento i diversi gradi della scala MCS, e delle scale sismiche in genere, sono tutt'altro che scontati nell'applicazione pratica. Ciò è vero per diverse ragioni: la complessità e la variabilità dell'edilizia da un lato, la chiarezza delle descrizioni nelle fonti storiche dall'altro, condizionata dal punto di vista degli autori e dai linguaggi culturali in senso lato (amministrativo, narrativo,



naturalistico ecc.). A formare il danno concorrono, oltre ai materiali e alla loro associazione costruttiva nella realizzazione delle compagini murarie, anche altri elementi rilevanti, come la geometria, i particolari costruttivi e le modalità aggregative degli edifici, che caratterizzano un aspetto per certi versi inesplorato o non esplicitato delle scale.

Geometria e complessità strutturale

La geometria e la complessità dell'edificio e della sua forma aggregativa e quindi dell'abitato in genere, hanno contribuito a creare quella grandissima varietà di forme insediative, dagli edifici "a corte" della pianura ai centri arroccati delle alture appenniniche. La grande varietà di geometrie e di modi di aggregare gli edifici ha avuto un notevole peso nella formazione degli scenari sismici. Nel caso di paesi abbarbicati su rilievi montuosi non è raro, e le fonti lo riportano, che edifici della parte alta del paese crollassero su quelli della parte inferiore, determinando un danno complessivo molto più grave di quello causato direttamente dal terremoto. Le case rurali di ampie aree di pianura, strutturate "a corte", offrivano al contrario ampi spazi fra un'unità edilizia e l'altra, favorendo una sorta di dilatazione dell'abitato e, in caso di terremoto, una conseguente minore interazione fra i diversi edifici.

Strutture verticali: muri

Le strutture verticali dell'edificio sono costituite dai muri portanti, i cui spessori variano dai 10 cm per i muri in laterizio più poveri, ai 90 cm e più nei casi di strutture difensive e non residenziali. Le tessiture murarie, cioè le modalità con cui vengono organizzati i materiali costruttivi nelle compagini murarie, sono molto diversificate e variano dalla sovrapposizione di materiali lapidei di forme e dimensioni diverse e senza leganti, al muro di pietra squadrata o di mattoni ben legati con buone malte. Non mancano, soprattutto nell'edilizia povera urbana, anche strutture murarie miste, con corsi di ciottoli intercalati da fasce di livellamento in mattoni (si veda una schematizzazione nella figura seguente)

Le strutture verticali tradizionali, per lo più costruite per sostenere il proprio peso, oltre al peso del tetto, e al più per resistere all'azione del vento (unica forza orizzontale "di progetto"), presentano una particolare vulnerabilità sismica quando non sono legate orizzontalmente, in corrispondenza dei solai, con cordoli di cemento armato o tiranti.

Le pareti interne, con la sola funzione di divisione dei vari spazi abitativi, erano per lo più realizzate nei secoli passati con materiali e modalità costruttive scadenti: mattoni in coltello, cannucciati e gesso, legno ecc. Lo scompaginamento e il crollo di questi muri interni, peraltro possibile anche per modesti valori di *input sismico*, è talvolta riportato dalle fonti storiche senza precisare che si tratta di muri divisorii o facendo riferimento a una generica inagibilità degli edifici. Spesso, la verifica di questi aspetti richiede note-

Il VII grado MCS indica fra altri effetti la caduta di comignoli.

Come si può evincere da alcuni esempi qui riportati, il significato di danno può essere piuttosto variabile: dalla caduta di lastre quasi appoggiate, al crollo di parti della murature e del tetto, se si tratta di grandi comignoli esterni, tipici dell'area veneta e dell'Emilia orientale.



voli approfondimenti della ricerca, non sempre possibili. Una scarsa attenzione a informazioni contestuali sulla tipologia edilizia può generare anche notevoli sovrastime dei valori d'intensità. Anche il rapporto fra altezza e dimensioni di base dell'edificio, forma e profondità delle fondamenta sono fattori rilevanti nella determinazione del danno sismico, ma di difficile valutazione in relazione alle scale sismiche.

Strutture orizzontali: tetti e solai

Forma, dimensione, peso, materiali e legature delle strutture orizzontali (tetti e solai) condizionano in modo determinante la gravità del danno sismico di un edificio. Frequentemente, sia nelle fonti storiche che nell'esperienza diretta, si sono rilevati casi di edifici che, visti dall'esterno, apparivano intatti o poco danneggiati, mentre all'interno erano crollate le strutture orizzontali, causando la morte degli abitanti.

Tetti e solai contribuiscono in modo diverso alla determinazione del danno e pertanto richiedono accorgimenti costruttivi differenti. In generale, l'unico elemento in comune è la necessità di una loro legatura orizzontale per evitare che le oscillazioni sismiche delle strutture verticali dell'edificio causino lo sfilamento dei travi portanti di solai e tetti. Inoltre, i tetti cosiddetti "spingenti", con la loro inclinazione possono favorire

sotto *input sismico* uno strapiombamento dei muri portanti e in certi casi il loro crollo. Grande è anche la varietà delle forme dei tetti: dalle due falde, presenti in gran parte dell'Italia centro-settentrionale e appenninica, ai tetti a cupola o piani, tipici delle culture edilizie mediterranee.

I materiali dell'orditura del tetto e della copertura sono altri elementi rilevanti per il danno sismico. I materiali delle coperture sono molto differenziati in Italia: dalle leggere scandole di legno dell'edilizia montana (e anche dell'edilizia medievale, a cui si è precedentemente accennato), alle tegole della maggior parte dell'edilizia in laterizio o dei centri urbani maggiori, alle pesanti lastre di arenaria, ardesia, scisto delle aree alpine e appenniniche.

Comignoli

I comignoli sono elementi degli edifici che contribuiscono spesso a incidere sul danno delle strutture orizzontali. Ai comignoli fanno diretto riferimento, e con notevole specificità, le scale macrosismiche per classificare gli effetti di VI e VII grado. Il prolungamento sopra il tetto della canna fumaria è sostanzialmente distinguibile in due categorie, che ne caratterizzano dimensioni e rilevanza ai fini della determinazione del danno: comignoli per canna fumaria interna e per canna fumaria esterna. I primi hanno forme dimensioni e peso variabili, ma sono in genere di piccole dimensioni e quindi in grado di incidere modestamente sul danno sismico di un edificio. I comignoli per canna fumaria esterna (tipici, per esempio, dell'area veneta e ferrarese) sono in genere di grande dimensione e si innalzano in alcuni casi anche di alcuni metri sopra il tetto. La loro caduta può causare anche il crollo parziale o totale del tetto sottostante. Spesso le fonti storiche, descrivendo questi crolli, mostrano una certa enfasi nel definire strade ingombre di macerie dovute al crollo di questi particolari fumaioi (si vedano alcuni esempi nella pagina precedente).

Vi sono inoltre vari altri elementi degli edifici, che meriterebbero forse specifiche trattazioni per la loro influenza sui danni sismici, come le aperture e i relativi architravi o volte, i tiranti e catene, in legno o in ferro, la cui presenza o assenza può fare sensibilmente variare la risposta sismica di un edificio.

Persistenze storiche marginali nelle aree sismiche: alcune osservazioni sul paesaggio edilizio minore

Dal punto di vista geografico, l'Italia è il paese che ha più variazioni paesaggistiche in relazione alle distanze. Significa che all'interno di aree ristrette si rilevano grandi differenze della geomorfologia e della geologia di superficie. Si può affermare che i caratteri edilizi si siano storicamente affermati e diffusi attraverso uno stretto rapporto con il territorio, con le economie e con le culture locali. Forme, materiali, dimensioni e tipi di aggregazioni hanno determinato nel tempo una grande varietà di tipi edilizi, veri e propri linguaggi locali. Tale varietà di situazioni caratterizza la complessità della distribuzione degli effetti sismici in un centro abitato.

Secondo gli esperti, le cause principali che condizionano gli effetti sismici il più delle volte sono da ricercare nella povertà dei materiali impiegati, nella cattiva esecuzione degli elementi e dei dettagli costruttivi, nelle asimmetrie degli edifici, nella particolarità delle loro aggregazioni ecc., elementi che possono essere presenti in quasi tutte le tipologie costruttive. I materiali edilizi e lo stato di conservazione emergono tuttavia per l'importante ruolo che giocano nella "costruzione" del disastro sismico.

Si può affermare che la funzione statica della costruzione di pietra, di mattone o di argilla, in montagna o sul litorale, nei centri urbani o nella campagna, è affidata a muri portanti di dimensioni variabili; cambiano, invece, radicalmente i materiali rispetto alle caratteristiche del territorio, influenzando direttamente la qualità della costruzione. Molto spesso, l'utilizzatore dei cataloghi sismici non è messo in grado di rilevare la

notevole varietà di situazioni edilizie in relazione a un determinato scenario sismico storico. Nel tentativo di esplicitare alcuni aspetti di questo settore, e senza ovviamente alcuna pretesa di sistematicità, abbiamo nel seguito indicato alcuni elementi dell'edilizia storica, non pochi dei quali tuttora presenti nel paesaggio edilizio contemporaneo, nei tempi storici certamente più estesi dal punto di vista numerico. Tali elementi hanno interagito con altre tipologie, su cui mancano ricerche quantitative.

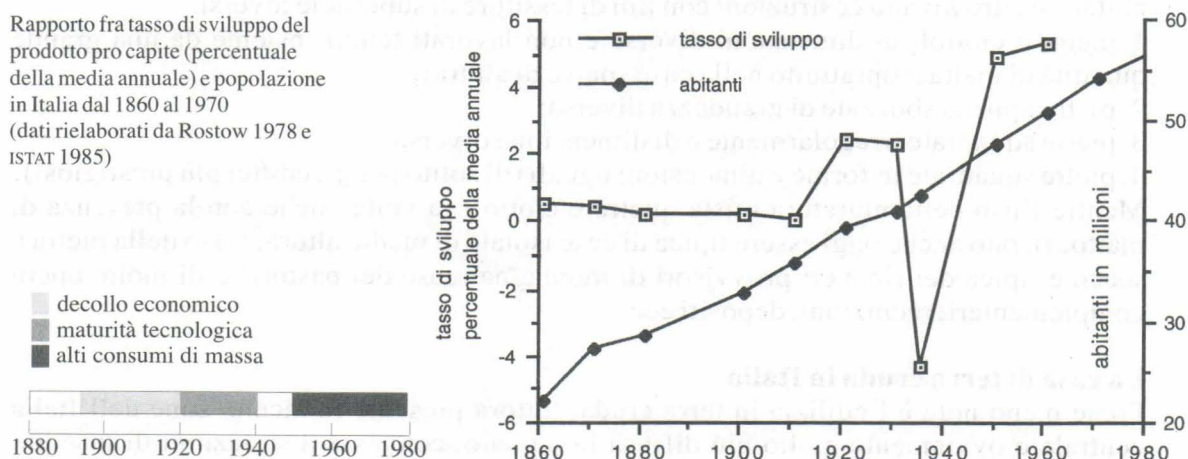
La qualità e lo stato di conservazione di un patrimonio edilizio è generalmente correlato ai livelli economici: questa relazione non è deterministica, ma può essere intesa come tendenza generale, che può alzare o abbassare il livello qualitativo dell'edificato. Se si osservano le fasi dello sviluppo economico in Italia, in relazione ad altri paesi europei (Rostow 1978) si può vedere che solo dall'ultimo decennio dell'Ottocento gli economisti considerano iniziato lo sviluppo industriale italiano (si veda il grafico seguente). La maturità tecnologica si sarebbe affermata dal 1920 al 1940, ma solo dal 1950 si considera iniziato il periodo degli elevati consumi di massa. Una situazione storicamente simile a quella giapponese (per riferirci ad un paese ad elevata sismicità), ma assai diversa da quella degli Stati Uniti dove il decollo economico iniziò alla fine del Settecento e la maturità tecnologica nei primi decenni dell'Ottocento. Questi elementi, che sono indicatori di livelli di vita, di maggiori bisogni di sicurezza abitativa e di una più complessa cultura urbana, hanno avuto forti interazioni con il livello qualitativo delle ricostruzioni dopo un forte terremoto, e hanno orientato generalmente anche risposte diverse al terremoto dal punto di vista sociale culturale e istituzionale.

L'andamento del tasso di sviluppo del prodotto pro-capite in Italia dal 1861 al 1970 (Rostow 1978) consente di rilevare che anche nella fase di consolidamento economico generale sono rilevabili periodi di decremento economico molto sensibile: in relazione a queste oscillazioni è ragionevole supporre minori investimenti economici nei confronti del patrimonio edilizio, in particolare in fasi di manutenzione o di ripristino (si veda il periodo 1931-34 e 1935-39).

Una maggiore attenzione ai caratteri edilizi e una più approfondita conoscenza del loro contributo alle varie tipologie di danno sismico potrebbe forse favorire un più completo utilizzo dell'informazione sismologica storica, sia attraverso l'uso diretto del tipo di danno, sia attraverso la formalizzazione di scale d'intensità più flessibili rispetto al contenuto descrittivo delle fonti delle diverse epoche e ai contesti storici.

Le osservazioni seguenti indicano alcune particolari presenze edilizie in aree sismiche, la cui persistenza può aver avuto un sensibile ruolo negli effetti sismici. Non sempre le fonti, anche se dirette, rilevano questi elementi, che costituiscono i contesti ricostruibili attraverso altre ricerche parallele.

Rapporto fra tasso di sviluppo del prodotto pro capite (percentuale della media annuale) e popolazione in Italia dal 1860 al 1970 (dati rielaborati da Rostow 1978 e ISTAT 1985)



Laterizio, pietra, terra cruda: aree e sovrapposizioni

Come è noto, la casa in laterizio rappresenta in Italia una vera civiltà costruttiva, antichissima e diffusa e rappresenta il tipo di edilizia generalmente meglio conosciuta e studiata. Sparsa nelle zone pianeggianti o accentrata nei popolosi paesi di pianura, caratterizza storicamente anche il paesaggio medio collinare, dal piccolo villaggio alla grande città. Si trova ovviamente nelle zone meno montuose, dove il terreno è più facilmente lavorabile e dove è possibile trovare sempre almeno una parte pianeggiante. Anche l'edilizia in pietra è in Italia molto diffusa: è un'edilizia nobile, generalmente sinonimo di antica qualità costruttiva, presente dalla montagna alla media collina. Come è noto, l'uso della pietra determina generalmente strutture, forme e sistemi aggregativi semplici (Rodolico 1953). La scarsa resistenza della pietra a trazione e quindi anche a flessione, pone spesso il problema di evitare che il peso della muratura sovrastante, se l'architrave ha una luce notevole, gravi direttamente su questo; sono usati allora accorgimenti come archi di scarico o artifici ancora più semplici, come elementi a triangolo, per deviare i carichi molto pesanti.

Gli elementi della costruzione in pietra non necessitano di tecniche di lavorazione particolarmente specializzate: le costruzioni in pietra tipiche delle zone montane, per esempio dell'Italia centrale, erano fatte con materiale reperito nelle strette vicinanze. Quando non esistevano cave importanti, per dimensioni e capacità di estrazione e pregevolezza del materiale, erano di solito fatti scavi modesti nelle vicinanze dei centri abitati, i cui prodotti erano assorbiti quasi esclusivamente dal fabbisogno locale.

Gli stessi contadini raccoglievano le pietre o le cavavano per metterle in opera senza particolari aiuti; esse potevano essere lavorate, squadrate con semplici strumenti o usate in maniera del tutto grezza. Veniva effettuata una selezione degli elementi, vale a dire quelli migliori, più regolari e squadrati, erano usati nei punti critici, come gli angoli e negli stipiti, negli architravi e nelle soglie; gli elementi meno regolari erano impiegati invece per costruire le massa muraria. Nell'Appennino centro-settentrionale, per esempio, la pietra veniva usata nella costruzione soprattutto per formare l'involucro murario. Secondo le diverse lavorazioni della pietra, si hanno diversi tipi di superficie e diversi sistemi costruttivi; il sistema più largamente usato era quello della muratura a sacco, più raramente il muro compatto a tessitura omogenea.

Nella muratura a sacco vengono impostate due pareti in pietra con un'intercapedine che va poi riempita di materiali vari, ciottoli, terra, frantumi di pietra e di mattoni. La parete esterna dell'edificio era raramente intonacata, mentre quella interna presentava quasi sempre un intonaco di calce e sabbia. Le superfici si presentavano con una tessitura muraria più o meno regolare, secondo la forma degli elementi usati e del livello di finitura degli elementi stessi.

Va tuttavia rilevato, che accanto a questi materiali "pregiati" anche nello stesso centro abitato si ritrovavano costruzioni con tipi di tessiture di superficie diversi:

1. pietre e ciottoli di dimensioni diverse e non lavorati tenuti insieme da una grande quantità di malta (soprattutto nelle case sparse di altura);
2. pietre appena sbazzate di grandezza diversa;
3. pietre squadrate irregolarmente e di dimensione diversa;
4. pietre squadrate in forme e dimensioni uguali (di solito per gli edifici più prestigiosi).

Mentre l'uso della muratura mista, pietre e ciottoli (a volte anche con la presenza di mattoni), può anche oggi essere tipica di case isolate di media altura, l'uso della pietra a secco è tipica dei ricoveri provvisori di montagna (case dei pastori) o di molte opere complementari, recinzioni, depositi ecc.

La casa di terra cruda in Italia

Forse meno nota è l'edilizia in terra cruda, tuttora presente in alcune zone dell'Italia centrale e ovviamente molto più diffusa in passato, connessa a situazioni di insedia-

mento agricolo su terre marginali o motivata da particolari contratti di conduzione dei fondi, indicatore di economie di villaggio piuttosto arcaiche.

La prolungata presenza dell'argilla cruda in talune aree sismiche italiane può avere inciso nel quadro complessivo degli effetti quali si rilevano oggi dalle fonti storiche? La domanda è doppiamente curiosa perché da un lato dovremmo considerare queste case come le peggiori dal punto di vista della risposta sismica (sono classificate di classe A nella scala MSK, nella versione del 1964 e del 1981 e nella recente revisione della scala MSK European Macroseismic Scale, 1994); dall'altro lato le troviamo proposte come edilizia antisismica dopo il terremoto del 1915 e come sistema economico e speditivo per la ricostruzione delle aree colpite (si veda in questo catalogo il terremoto del 1915 di Avezzano).

Oggi non sono disponibili dati statistici precisi su questo tipo di edilizia nel tempo e nelle varie zone d'Italia: poniamo quindi il problema in termini interlocutori, offrendo solo alcuni elementi per mettere in luce questo aspetto dell'edilizia storica, che a nostro parere può avere interagito in passato, fra altri e numerosi elementi già noti, con gli effetti dei terremoti.

Dove materiali come la pietra e il legno scarseggiavano e dovevano essere quindi trasportati da luoghi più lontani, e il mattone necessitava di procedimenti di lavorazione e di cottura in fornaci, e quindi non riusciva vantaggioso, non rimaneva che la terra per costruire case a basso costo e in tempi brevi.

Le numerose case di terra oggi presenti ancora sul territorio abruzzese sono, per esempio, datate alla prima metà dell'Ottocento, quando si formò un cospicuo ceto bracciantile. La diffusione dell'uso della terra nella costruzione delle case dipende spesso dalla necessità di avere una abitazione solitamente isolata costruita con le risorse familiari limitate. I difetti dovuti all'umidità, alla manutenzione annuale, alla breve durata che normalmente si aggira intorno ai 50 o 60 anni, hanno portato, poco alla volta, ad abbandonare tali sistemi per altri più duraturi e salubri, ma non c'è dubbio che questa edilizia fu largamente presente in molte aree dell'Italia centrale e meridionale.

Il materiale più usato per "armare" l'argilla era la paglia secca; tale materiale ha un doppio comportamento: da una parte agisce come un'ossatura che aumenta la resistenza del materiale e dall'altra protegge, anche se parzialmente, dai danni causati dalle infiltrazioni d'acqua, poiché le fibre vegetali favoriscono l'evaporazione di acqua in eccesso limitando gli effetti sull'argilla. Inconveniente secondario, ma non trascurabile, nell'uso di materie vegetali è il rischio di imputridimento e d'installazione di parassiti nella costruzione.

Le dimensioni e la forma delle case di terra erano pressoché costanti. Normalmente esse avevano uno sviluppo longitudinale e si accrescevano lungo il lato breve (l'interasse delle murature si aggirava intorno ai 4 metri e mezzo per avere un appoggio facile, rispetto alle dimensioni comuni, delle travi usate per le coperture e i solai). Ma se la forma era abbastanza rigida per ragioni di opportunità tecnica, gli schemi con cui si articolavano le diverse unità riuscivano a determinare soluzioni varie.

Le coperture delle case in terra seguivano generalmente le stesse tecniche costruttive usate per le case di pietra e di mattoni. Quasi sempre il tetto era a due falde; la travatura di sostegno era sempre in legno e la copertura in coppi. Variava la struttura intermedia tra le travi portanti e i coppi: nella maggior parte dei casi era costituita da un graticcio di canne ricoperto di terra e, a volte, ancora con uno strato di paglia; più raramente era costituita da mattoni cotti (anche decorati a semplici disegni). Una differenza sostanziale, e molto visibile, tra la casa di terra e gli altri tipi di pietra o mattoni, consisteva nella maggiore sporgenza della falde del tetto al fine di proteggere meglio la muratura dallo sgocciolio estremamente dannoso delle acque piovane.

La sopraelevazione comportava la necessità di costruire solai intermedi di calpestio: questi, normalmente, erano fatti con tecniche analoghe a quelle della copertura. Le

strutture orizzontali, quali i solai e lo scheletro delle coperture, erano composte, generalmente, con materiali naturali, quali il legno, le canne, la paglia, insieme ad elementi in laterizio o semplicemente da soli. La casa in terra era presente quando l'uso del legno era molto limitato sia per una tradizione culturale costruttiva, sia per l'effettiva mancanza sul territorio di boschi di una certa importanza.

La struttura dei solai era realizzata generalmente con una orditura di grosse travi (di solito tronchi di quercia o castagno appena sbozzati), innestate nella muratura su cui poggiava un secondo ordine di travicelli di minore sezione. Il piano di calpestio fatto con tavelle in cotto o assi di legno, poggiava direttamente su questa doppia orditura. Era usuale anche che l'orditura secondaria fosse ottenuta con un graticcio di canne annegato in uno strato di gesso o argilla; su quest'ultimo era steso il pavimento vero e proprio (anche le murature, sia pure più raramente, avevano l'armatura costituita da una gabbia di canne o paletti di legno annegati nel gesso e contenente pietre e detriti).

Le fondazioni erano simili, qualunque fossero le tecniche usate poi per alzare le mura. Secondo l'uso antico veniva preventivamente scavato un solco continuo (le cui dimensioni oscillavano intorno ai 50/60 cm di profondità e larghezza) per tutto il perimetro della casa; veniva poi sistemato il drenaggio, costituito da uno strato di pietre o brecce per una profondità di circa 30 cm, sopra quest'ultimo uno strato di argilla.

L'impasto di terra argillosa mescolata a paglia triturrata, acqua e brecciolino, era una tecnica abbastanza diffusa tra i contadini abruzzesi per costruire la propria abitazione, a basso costo, in aperta campagna; l'impasto di terra formato in casseformi o semplicemente sbozzato in zolle veniva messo in opera dallo stesso contadino secondo procedimenti tramandati attraverso generazioni. La tecnica della "zappata" era la più semplice: veniva distaccato un pezzo di impasto con la zappa e maneggiato e rotolato fino a che assumesse una forma più regolare. Questi blocchi venivano posti in opera senza essere prima essiccati, sovrapposti in strati, ognuno dei quali prevedeva un'essiccazione di cinque o sei giorni, dopodiché si passava a porre lo strato successivo avendo cura di bagnare il precedente per ottenere una sorta di legante tra i due. Le superfici della muratura venivano poi finite con una lisciatura fatta con le vanghe.

L'impasto che doveva essere utilizzato per la costruzione delle mura, da erigere direttamente sopra la fondazione, veniva preparato in uno scavo apposito oppure nell'area all'interno del perimetro che definiva la costruzione. Nel primo caso lo scavo aveva dimensioni ridotte e lo stesso contadino manipolava l'impasto con la pala fino alla giusta consistenza; nel secondo caso, si utilizzavano i buoi, che venivano fatti passare e ripassare sull'impasto, mentre in esso si aggiungevano acqua e altri ingredienti fino a raggiungere la giusta consistenza. La casa in terra era largamente presente nell'Italia centrale, in Calabria e in Sicilia.

Casi non valutabili degli effetti sismici: dimore ipogee, case isolate e abitazioni temporanee

Come in gran parte dell'area mediterranea, l'Italia meridionale e insulare ha un notevole patrimonio storico di centri abitati costruiti all'interno di alture di tufo, di arenarie o di calcare, ancora oggi osservabile. Di antichissima fondazione, spesso la continuità abitativa è tale che sulla cima dell'altura si è sviluppato l'abitato moderno, che poggia quindi letteralmente su queste straordinarie "trame" abitative, scavate nel tempo. Oggi le dimore rupestri sono portatrici di una progressiva e duplice fragilità: una propria, dovuta alle situazioni chimico-ambientali che ne deteriorano la struttura, una indotta, dovuta al conseguente aumento di vulnerabilità degli attuali insediamenti sovrastanti.

Al di là della qualità artistica di taluni di questi insediamenti e del loro valore testimoniale di civiltà abitative molto antiche, desideriamo rilevare in questa sede la presenza di questi abitati in relazione agli effetti sismici. Le dimore rupestri non possono essere considerate segnalatori di effetti sismici: infatti, le fonti storiche non rilevano dati al

riguardo e, se li rilevassero, non risponderebbero agli elementi del danno previsti dalle scale macrosismiche. Le aree delle dimore ipogee rimangono perciò in una zona d'ombra, di cui non ci sono noti eventuali effetti sismici.

La loro presenza è poco conosciuta e scarsamente rilevata dalle fonti. Robert Mallet, nel corso della sua ricognizione sul campo per studiare gli effetti del terremoto del 1857 in Basilicata, osservò che degli abitanti di Iscalonga, nel feudo dei Doria-Pamphilj, vestiti di pelli (era inverno), abitavano in grotte e cunicoli sotterranei, visibili solo se usciva fumo dall'apertura sul terreno, a cui corrispondeva un vano sottostante. Era l'area che nella cartografia di Rizzi-Zannoni veniva identificata come *terra incognita*. Meno di un secolo e mezzo ci separa da questa descrizione, che oggi stentiamo a inserire nei contesti storici a cui fanno riferimento tanti scenari sismici, ricostruiti attraverso le fonti scritte. Eppure, la cultura materiale ci pone davanti a caratteri di civiltà abitative in cui il tempo ha avuto scansioni assai lunghe e che oggi conosciamo assai poco.

Ma questi non sono gli unici aspetti problematici nella valutazione degli effetti: un caso molto diffuso, in tutte le aree italiane, dal nord al sud, è costituito dalle case sparse e dalle abitazioni temporanee, poste sui coltivi o in prossimità dei pascoli. Vi sono casi in cui il fenomeno è così esteso da costituire un problema; questo accade quando le case sparse costituiscono una caratteristica diffusa di un territorio tale da impedire una valutazione degli effetti per un'area abbastanza estesa. È il caso, per esempio, dell'Acese, dove le pendici dell'Etna furono messe a cultura attraverso questo tipo di insediamento. I contadini risiedevano per lo più negli abitati accentrati, ma stagionalmente nelle casette sparse, che venivano poi malamente riparate dai proprietari per contenere al massimo i costi. I terremoti del 1818, 1865, 1879, 1889, 1894, 1911, 1914 (si vedano in questo catalogo) presentano questo genere di situazione.

I crolli sono noti dalle fonti in modo generico e sommario e rimangono privi di una classificazione precisa e di una classificazione macrosismica per tre ragioni:

1. non sono chiaramente localizzabili;
2. i danni ad un solo edificio non sono previsti dalla scala macrosismica MCS;
3. non risulta applicabile neppure la scala convenzionale (A, B, C, D, si veda estesamente alle pp.80-81) che abbiamo approntato per valutare danni a singole strutture, in quanto mancano elementi di confronto con le architetture a tipologia specialistica.

Il mutare delle situazioni abitative e della stessa rete insediativa può fare sì che insediamenti assai più sviluppati si trovino oggi in queste "zone d'ombra": segnaliamo perciò la necessità di tenere conto del contesto complessivo per desumere indicazioni di pericolosità sismica sulla base dei dati di lungo periodo.

Verso un rapporto "ponderato"

fra valutazione degli effetti sismici e caratteri abitativi?

Gli elementi che abbiamo qui sintetizzato rilevano, a nostro parere, l'importanza di poter aprire la ricerca a contributi multidisciplinari specifici, per delineare con più precisione le variabili storiche che incidono nella valutazione degli effetti sismici. Forse, nuovi elementi quantitativi potrebbero favorire la formazione di una scala macrosismica che tenga conto, non solo per l'Italia, ma anche per altri paesi del Mediterraneo, delle peculiari civiltà abitative che hanno caratterizzato i territori e valutare assai meglio le eventuali risposte edilizie date ai disastri sismici. Ci sembra che attualmente il margine di incertezza sia, nei casi qui indicati, piuttosto elevato e che richieda una semplificazione drastica. L'uso della scala MSK per i terremoti storici, spesso auspicato, potrebbe trovare qualche possibilità di applicazione se si affrontasse in modo organico una sistemazione dei dati sull'edilizia storica non per astratte tipologie edilizie, ma per aree e periodi.

bibliografia

- Adam J.-P. 1988, *L'arte di costruire presso i Romani. Materiali e tecniche*, Milano [traduzione italiana di *La construction romaine. Matériaux et techniques*, Paris 1984].
- Adam J.-P. 1989 a, L'edilizia romana privata: Pompei e il suo agro, in *I terremoti prima del Mille in Italia e nell'area mediterranea. Storia archeologia sismologia*, a cura di E.Guidoboni, ING, Bologna, pp.224-243.
- Adam J.-P. 1989 b, Osservazioni tecniche sugli effetti del terremoto di Pompei del 62 d.C., in *I terremoti prima del Mille in Italia e nell'area mediterranea. Storia archeologia sismologia*, a cura di E.Guidoboni, ING, Bologna, pp.460-474.
- Barbieri G. e Gambi L. 1970, *La casa rurale in Italia*, Firenze.
- Belletтини A. 1980, L'evoluzione demografica dell'Italia nel quadro europeo del Settecento. Analogie e particolarità, in *La popolazione italiana nel Settecento. Relazioni e comunicazioni presentate al Convegno su: "La ripresa demografica del Settecento"* Bologna, 26-28 aprile 1979, Società Italiana di Demografia Storica, Bologna, pp.13-70.
- Beloch K.J., 1894, Per la storia della popolazione dell'antichità, in V.Pareto, *Biblioteca di storia economica*, IV, Milano 1909, pp. 509-531 (ristampa, Bologna 1977).
- Beloch K.J., 1898, Le città dell'Italia antica, *Atene e Roma* 6, pp.257-278.
- Beloch K.J., 1903, La popolazione dell'Italia nell'antichità, in V.Pareto, *Biblioteca di storia economica*, IV, Milano 1909, pp. 566-584 (ristampa, Bologna 1977).
- Beloch K.J. 1994 [1937-61], *Storia della popolazione d'Italia*, a cura della Società Italiana di Demografia Storica, "Introduzione" di L.Del Panta e E.Sonnino, Firenze (traduzione italiana di *Bevölkerungsgeschichte Italiens*, 3 voll., Berlin-Leipzig 1937-61).
- Brogio G.P. e Breda A. 1985, Piadena, località Castello, scavo 1984, lotti 2 e 3, *Archeologia Medievale* 12, pp.181-188.
- Carcopino J. 1978, *La vita quotidiana a Roma*, Roma-Bari, 5a ed.
- Cagian de Azevedo M. 1974, Aspetti urbanistici delle città altomedievali, in *Topografia urbana e vita cittadina nell'alto Medioevo in Occidente* [xxi Settimana di Studi del Centro Italiano di Studi sull'Alto Medioevo], II, Spoleto, pp.641-677.
- Coarelli F. 1988, Demografia e territorio, in *Storia di Roma. I. Roma in Italia*, Torino, pp.317-339.
- De Vos A. e De Vos M. 1982, *Pompei Ercolano Stabia. Guide archeologiche Laterza*, Roma-Bari.
- Gabba E. 1972, Urbanizzazione e rinnovamenti urbanistici nell'Italia centro-meridionale del I sec. a.C., *Studi classici e orientali* 21, pp.73-112.
- Galetti P. 1985, La casa dei contadini: strutture materiali dell'insediamento rurale nell'Italia padana (secoli VIII-XII), in *Le campagne italiane prima e dopo il Mille. Una società in trasformazione*, a cura di B.Andreolli, V.Fumagalli e M.Montanari, Bologna, pp.163-194.
- Galetti P. 1989, Strutture abitative nell'Italia altomedievale: aree culturali, materiali, tecniche, in *I terremoti prima del Mille in Italia e nell'area mediterranea. Storia archeologia sismologia*, a cura di E.Guidoboni, ING, Bologna, pp.344-365.
- Gallo L. 1990, Beloch e la demografia antica, in *Aspetti della storiografia di Giulio Beloch*, a cura di L.Polverini, Napoli, pp.115-158.
- Ginatempo M. e Sandri L. 1990, *L'Italia delle città. Il popolamento urbano tra Medioevo e Rinascimento (secoli XIII-XVI)*, Firenze.
- Guidoboni E. 1990, Paesaggi seminascosti: sismicità e disastri sismici in Italia, in *Il declino degli elementi. Ambiente naturale e rigenerazione delle risorse nell'Europa moderna*, a cura di A.Caracciolo e G.Bonacchi, Bologna, pp.205-237.
- Guidoboni E. e Molin D. 1995, Sismicità storica: linee generali e problemi, in *La geologia di Roma. Il centro storico, Memorie descrittive della carta geologica d'Italia*, vol.50, pp.332-337.
- Guidoboni E. e Stucchi M. 1993, The contribution of historical records of earthquakes to the evaluation of seismic hazard, *Annali di Geofisica* 36, pp.201-215.
- ISTAT Istituto Centrale di Statistica 1985, *Popolazione residente e presente dei comuni. Censimenti dal 1861 al 1981*, Roma.

- Kornemann E. 1897, Le cifre dei censimenti romani quale materiale statistico, in V.Pareto, *Biblioteca di storia economica*, IV, Milano (ristampa, Bologna 1977), pp.502-508.
- La demografia storica delle città italiane 1982, Relazioni e comunicazioni presentate al Convegno tenuto ad Assisi nei giorni 27-29 ottobre 1980, Società Italiana di Demografia Storica, Bologna.
- La popolazione delle campagne italiane in età moderna 1985, Società Italiana di Demografia Storica, Bologna.
- La popolazione italiana nel Settecento 1980, Relazioni e comunicazioni presentate al Convegno su: "La ripresa demografica del Settecento", 26-28 aprile 1979, Società Italiana di Demografia Storica, Bologna.
- La popolazione italiana nell'Ottocento, continuità e mutamenti 1985, Relazioni e comunicazioni presentate al Convegno tenuto ad Assisi, 26-28 aprile 1983, Società Italiana di Demografia Storica, Bologna.
- Latina C. 1994, *Muratura portante in laterizio*, Roma.
- Maiuri A. 1942, *L'ultima fase edilizia di Pompei*, Roma.
- Marta R. 1991, *Tecnica costruttiva romana*, Roma.
- Mazzarino S. 1951, *Aspetti sociali del quarto secolo*, Roma.
- Menicali U. 1992, *I materiali dell'edilizia storica, tecnologia e impiego dei materiali tradizionali*, Roma.
- Meyer E. 1898, Il numero dei cittadini romani sotto Augusto, in V.Pareto, *Biblioteca di storia economica*, IV, Milano 1909 (ristampa, Bologna 1977), pp.532-539.
- Molin D. e Guidoboni E. 1989, Effetto fonti effetto monumenti a Roma: i terremoti dall'antichità a oggi, in *I terremoti prima del Mille in Italia e nell'area mediterranea. Storia archeologia sismologia*, a cura di E.Guidoboni, ING, Bologna, pp.194-223.
- Nicolet C. 1979, *Rome et la conquête du monde méditerranéen. I. Les structures de l'Italie romaine*, Paris.
- Nicolet C. 1989, *L'inventario del mondo*, Roma-Bari.
- Nissen H. 1902, La popolazione dell'Italia antica, in V.Pareto, *Biblioteca di storia economica*, IV, Milano 1909 (ristampa, Bologna 1977), pp.540-565.
- Parenti R. 1988, Sulle possibilità di datazione e classificazione delle murature, in *Archeologia e restauro dei monumenti*, a cura di R.Francovich e R.Parenti, pp.280-304.
- Penta F. 1935, *I materiali da costruzione dell'Italia meridionale*, Napoli.
- Popolazione, società e ambiente, *Temi di demografia storica italiana*, secc. XVII-XIX, 1990, Società Italiana di Demografia Storica, Bologna.
- Rodolico F. 1953, *Le pietre delle città d'Italia*, Firenze.
- Rostow W.W. 1978, *The World Economy. History and Prospect*, Austin.
- Salmoiraghi F. 1882, *Materiali naturali da costruzione*, Milano.
- Salmon P. 1974, *Population et dépopulation dans l'Empire romain*, Bruxelles.
- Santoro Bianchi S. 1995, The ambiguous evidence: earthquakes and ancient poor building techniques, in *Terremoti e civiltà abitative, nuove discipline e applicazioni: dieci anni di ricerche*, numero speciale di *Annali di Geofisica* 38, in stampa.
- Seeck O. 1897, La statistica nella storia antica, in V.Pareto, *Biblioteca di storia economica*, IV, Milano 1909 (ristampa, Bologna 1977), pp.486-501.
- Settia A.A 1979, La struttura materiale del castello nei secoli X e XI. Elementi di morfologia castellana nelle fonti scritte dell'Italia settentrionale, *Bollettino storico-bibliografico subalpino* 77 (2), pp.361-450.
- Sonnino E. 1980, Bilanci demografici di città italiane: problemi di ricerca e risultati, in *La demografia storica delle città italiane*, Società Italiana di Demografia Storica, Bologna.
- Toubert P. 1973, *Les structures du Latium médiéval. Le Latium méridional et la Sabine du IX^e siècle à la fin du XII^e siècle*, Roma.
- Ward-Perkins B. 1984, *From Classical Antiquity to the Middle Ages. Urban public Building in Northern and Central Italy AD 300-850*, Oxford.