

Architettura e Terremoti

Il titolo di questo breve saggio¹ è assai più ambizioso di quanto in realtà esso sia in grado di offrire. I due termini messi a confronto implicano un rapporto, o una relazione, che solo di recente ha preso corpo e consistenza dando luogo ad una crisi non ancora completamente risolta. Chi si accingesse alla risoluzione di uno dei più complessi problemi posti dalla conservazione dei centri storici, quello del loro permanere, della loro stessa esistenza in luoghi dichiaratamente sismici per antiche storie o per sussulti recenti — ma non mai totalmente nuovi, al più inaspettati dopo secoli di silenzio —, chi si accingesse ad affrontare il problema della loro stabilità e resistenza si troverebbe a fare i conti assai frequentemente con materiali inconsistenti, con ciottoli di fiume elevati a dimore, con malte che sono fango e via dicendo.

Parlo di dimore, e non soltanto di monumenti, come vuole la moderna definizione di centro storico ; e mi riferisco ad una situazione che è dato riscontrare a tutte le latitudini e longitudini, di una situazione ricorrente che dovrebbe far meditare su che cosa in realtà questi centri sono dal punto di vista delle loro ossature portanti, delle loro strutture murarie, che è poi un modo di leggersi una storia del costruire che solo di rado coincide con quella che potrebbe desumersi dalla lettura dei Trattati di Architettura.

Posto dunque che il centro storico deve essere salvato e conservato ne discende come logica conseguenza l'interrogativo su come tale operazione debba essere fatta ; come conseguenza meno immediata, perché improduttiva e di scarso interesse applicativo, per mutate condizioni tecnologiche, dovrebbe scaturire dalla stessa premessa come tale salvaguardia è stata ottenuta nel passato, anche a dispetto dei sismi : interrogativo di non poco peso e di incerte risposte sulle quali occorrerebbe meditare per evitare errori irreparabili, come talvolta è dato di vedere in recenti interventi.

1. Questo saggio rappresenta l'elaborazione e l'ampliamento del contenuto di una conversazione con P. Rossi Monti tenuta il 30.3.83 per il 3° programma RAI e successivamente stampata in *Restauro*, LIX, LX, LXI ; 1983.

Indagando in tale direzione alcuni fatti emergono ; superata la terrificante equazione che vedeva nel terremoto la manifestazione della ira divina, cresce lentamente e per vie diverse l'idea, che è prima tentativo e poi consapevolezza concreta e razionale, di osservare ciò che il terremoto produce per trarne insegnamento sul modo di costruire, per scoprire quali sono le cause che producono la rovina dei fabbricati in modo da codificare nuove tecniche costruttive : il terremoto non interessa più come causa ma come effetto, almeno per coloro che operano nell'ambito del costruire ; e gli effetti, classificabili e catalogabili, costituiscono il riferimento obbligato, in negativo, da evitare o da contenere entro limiti che consentano almeno la salvezza.

Tutto ciò avviene intorno alla metà del diciottesimo secolo, all'indomani della catastrofe di Lisbona ; sebbene accenni specifici al modo di costruire, quando vi sia da temere il sisma, o al modo di ripararne i guasti siano reperibili in tutta la trattatistica architettonica, è in questo periodo che vengono messe a fuoco le direttrici fondamentali della moderna ingegneria antisismica :

- indagini teoriche volte alla determinazione, attraverso l'applicazione delle leggi della dinamica, del comportamento degli edifici sotto l'azione sismica ;
- indagini sulle tecniche costruttive specifiche per gli edifici in zone sismiche ;
- indagini sul modo di comportarsi degli edifici colpiti dal sisma in ragione della loro forma e della distribuzione delle loro masse.

Naturalmente si tratta di tracce di percorsi, per taluni aspetti forse anche con origini più lontane, ma che certamente approdano ai nostri giorni e di cui si può appena delineare il futuro ; particolarmente ciò mi pare si possa affermare per quanto concerne la dinamica delle murature e la morfologia dei fabbricati antisismici ; la prima, che si sappia, è ancora ferma al tentativo di Eusebio Sguario del 1756 : ovviamente penso ad una trattazione rigorosa del problema, su fondamenti razionali e logicamente concludenti ; la seconda con maggiori certezze riguardo ai tempi, la si può attribuire a Cristofano Sarti, 1783, e solo recentemente sembra che abbia destato l'interesse degli studiosi. Il tema delle tecniche costruttive specifiche per gli edifici in zone sismiche nasce su due direttrici distinte. La prima, formulata dal Milizia nel suo celebre trattato, consiste nell'isolare completamente l'edificio dalla sua platea di fondazione ; la si ritrova solo in recentissime proposte e codificazioni costruttive, fatta eccezione per una singolare « invenzione » che ha data 1880, consistente nell'idea di poggiare gli edifici su sfere di acciaio. La seconda direttrice, formulata dagli ingegneri di Ferdinando IV di Napoli dopo il terremoto del 1783, attestandosi subito su suggerimenti pratici tanto validi da mantenere inalterato il valore ancora oggi, ha uno sviluppo

continuo che non si arresta neppure davanti alla catastrofe di Reggio-Messina del 1908 ; ne constateranno la validità personaggi che appartengono alla storia della Scienza delle Costruzioni in Italia : Silvio Canevazzi, Cesare Ceradini, Modesto Panetti e Angelo Reyced, in qualità di membri della Commissione Governativa incaricata di elaborare la normativa del 1909.

Naturalmente, parlando di centri storici, intendo fare riferimento al costruito in muratura e non ad edifici in acciaio o in cemento armato per i quali sembra proprio che si sappia già tutto. Ma per gli edifici in muratura, per questo sessanta per cento e forse più del patrimonio edilizio nazionale, sembra proprio che non si sappia nulla circa il modo di conservarlo, particolarmente poi se si è in zona sismica ; come se questo costruito, destinato a probabili terremoti, non ne avesse già superati di certi : di qua il tentativo di leggere sui documenti, scritti o costruiti, la storia del rapporto tra architettura e terremoti.

È assai probabile che le conclusioni di una tale indagine appaiano scontate a chi è chiamato ad intervenire per conservare consolidando ; ma è altresì probabile che ne emergano suggerimenti ed indicazioni per intraprendere vie più idonee allo scopo di quelle che la moderna normativa prescrive ; al limite ne potrebbe emergere una presa di coscienza più completa del problema e, conseguentemente, maggiori certezze nella scelta del tipo di intervento da effettuare nel rispetto delle raccomandazioni contenute nelle Carte del Restauro. Come avrò occasione di chiarire meglio nel seguito, il terremoto, come evento eccezionale che si manifesta per giunta e per fortuna non quotidianamente, almeno negli stessi luoghi, si presta poco alla sperimentazione. Sperimentazione che per il costruito antico costituisce, oggi come ieri, l'unico riferimento dal quale trarre insegnamento : di qua la normativa vigente che poco o nulla ha di razionale nel significato che questo termine ha assunto nelle discipline che presiedono all'atto del costruire. Si tratta di una serie di prescrizioni e di suggerimenti sulla cui validità il giudizio è sospeso in attesa di un puntuale riscontro che non abbia bisogno solo del sisma per essere verificato.

Per concludere questa premessa devo anche sottolineare che non si troverà in ciò che ho scritto alcun accenno a problemi che pur intersecano, e talvolta in modo rilevante, il tema in esame. Solo di sfuggita, e per dargli parvenza di compiutezza, darò cenno di soluzioni escogitate prima della metà del diciottesimo secolo, a durante gli anni successivi, che permangono nella letteratura specifica seppure come improbabili rimedi. Tali soluzioni, prodotte da teorie concernenti l'origine dei terremoti, si articolano tra i pozzi, di cui è notizia in Plinio, ed il para-terremoto, suggerito alla fine del settecento sulla scia della nascente scienza dei fenomeni elettrici.

L'intersezione del rapporto con le vedute geologiche è sin troppo stretto per poterne completamente tacere ; ma, allorché la geologia diventerà scienza

autonoma dalla Genesi; allorché statica e dinamica saranno assurte a discipline completamente razionali, allora i loro legami con l'architettura, ed in particolare con i Trattati, saranno diventati già troppo esili. E scompariranno del tutto nella grande sistemazione ottocentesca: statica e dinamica, con i loro assunti, ancora oggi mal si adattano a pietre e mattoni ed a terreni incoerenti.

1.

« ... L'istante nel quale si verificò questa esplosione sembra possa essere fissato a Lisbona alle 9,50 del mattino, e quest'ora concorda abbastanza con quella in cui il terremoto fu avvertito a Madrid ... ».

L'esplosione, di cui parla Immanuel Kant in uno dei suoi scritti sul terremoto², è con notevole certezza quella che segna l'inizio di un nuovo modo di concepire il rapporto tra Architettura e Terremoti, il terremoto più filosofico, per dirla con P. Rossi, per l'ampio dibattito che ne seguì.

Nella lettera indirizzata a Voltaire il 18 agosto del 1756 J.J. Rousseau scriveva³:

« ... plus votre second poème m'enchanté, plus je prends librement parti contre le premier... tous mes griefs sont donc contre votre poème sur le désastre de Lisbonne parce que j'en attendais des effets plus dignes de l'humanité qui paroit vous l'avoir inspiré ... ».

Il primo poema⁴ cui Rousseau alludeva era « La loi naturelle »; il secondo, quello già citato, era stato scritto dall'Arouet pochi mesi dopo la tragedia che aveva distrutto Lisbona il 1 novembre del 1755. In quel giorno trentamila persone morivano sotto le macerie delle case e delle chiese sconvolte da uno dei più violenti terremoti che la storia ricordi. Voltaire aveva voluto replicare, in realtà, alla tesi di Alexander Pope del « tout est bien »; ma le sue idee appariranno più palesi pochi anni dopo, nella feroce satira che aleggia intorno al filosofo-metafisico-cosmologo Pangloss, precettore di Candido. Con questo poema e con la replica del Rousseau, si apre il dibattito sul terremoto in termini nuovi; è in questi anni che si registra il mutamento radicale di pensiero che sposterà l'interesse del problema dalle ricerche delle cause che producono il sisma, sino ad allora centrale nel pensiero dei filosofi della natura, al problema dei suoi effetti. Ed a questo spostamento di interessi non fu estraneo, come è intuibile, il lavoro scientifico accumulato nel secolo precedente per liberare la fisica, la scienze meccaniche e l'astronomia dai residui della metafisica. Non che il campo fosse già completamente libero: ancora in quegli anni, sugli Atti della

2. KANT, I., *Scritti sul terremoto*, a cura di P. Manganaro con una introduzione di A. Placanica, Salerno, 1984.

3. ROUSSEAU, J.J., *Oeuvres complètes*, T. VII, Paris, 1858.

4. VOLTAIRE, *Poèmes, épîtres et autres poésies*, Genève, 1777.

Accademia delle Scienze di Berlino compariva la questione⁵ proposta da Maupertuis « si les lois de nature sont nécessaires ou contingentes ».

J. Le Rond D'Alembert risponderà⁶ nei Preliminari del suo *Traité de Dynamique* :

« ... La riduzione che noi abbiamo fatto di tutte le leggi della Meccanica a tre sole può servire a risolvere il grande problema metafisico proposto da una delle più grandi accademie d'Europa « se le leggi della meccanica e dalla statica sono delle verità necessarie o contingenti ... »

È sempre la citazione « e poi, piuttosto che fare una metafisica sulle cause e sul motore primo preferisco fare una scienza degli effetti ». L'atteggiamento di D'Alembert è sin troppo chiaro ; la lezione newtoniana della « hypothesis non fingo » ha dato già i suoi primi prodigiosi frutti con la sistemazione, proprio per merito di Newton, della Meccanica Celeste ; pochi decenni dopo, Leonardo Eulero sistemerà definitivamente tutta la Meccanica Teorica aprendone anche le cosiddette formulazioni variazionali. Ma tutto ciò è stato reso possibile solo grazie all'invenzione ed al perfezionamento di quel poderoso strumento di analisi che è il calcolo differenziale ed integrale : le leggi della Dinamica sono formulate come equazioni differenziali del moto ; D'Alembert, con un intelligente scambio di termini, ne mostrerà l'intimo legame con la Statica. Senza lo strumento matematico si può fare solo della metafisica dissertando sulla natura delle cause ; o, in alternativa, limitarsi ad osservare, ed a descrivere, ciò che si è osservato, ammesso che l'osservazione non presupponga comunque una sorta di conoscenza. Appare così con maggiore chiarezza il panorama di questi anni : da un lato i filosofi della natura che persistono nella ricerca delle cause poiché non sono in grado di indagare razionalmente sugli effetti⁷ ; dall'altro i meccanici teorici che, in possesso delle leggi fondamentali della natura, matematicamente enunciate, cominciano ad affrontare ed a risolvere problemi ancora più complessi. Vale la pena di sottolineare che l'equazione differenziale del moto del pendolo, al quale può ridursi tutta la dinamica dei sistemi ad un grado di libertà, con o senza resistenze ed attriti, è della fine del Seicento ; e che le ricerche sulle corde vibranti, riferimento obbligato per la dinamica dei sistemi ad infiniti gradi di libertà, ebbero inizio tra la fine del Seicento ed i primi anni del Settecento.

Naturalmente la dinamica di una struttura muraria è cosa enormemente più complessa ; essa presuppone, per essere svolta, la definizione dei concetti

5. È, in altri termini, il problema dei principi generali fondati sul concetto di finalità e di teleonomia della natura ; matematicamente l'uso dei massimi e dei minimi in Meccanica. Cfr BENVENUTO, E., *La scienza delle costruzioni e il suo sviluppo storico*, Firenze, Sansoni, 1981.

6. LE ROND, J., D'ALEMBERT, *Traité de dynamique*, Paris, 1758.

7. Naturalmente il problema è molto più arduo di come potrebbe apparire da tale sommaria schematizzazione.

dei tensori di sforzo e di deformazione, concetti che verranno forniti ed espressi con chiarezza solo nei primi decenni dell'Ottocento ; non solo, ma ove si voglia tenere conto - e doverosamente direi della sua non resistenza a trazione, occorrono ulteriori specificazioni sui segni degli sforzi affinché questi siano accettabili. Queste motivazioni, interne allo sviluppo della Scienza delle Costruzioni, si aggiungono a quelle esterne, già note, che hanno condizionato la ricerca teorica nel campo delle murature ; non può quindi sorprendere il fatto che la dinamica delle murature, premessa indispensabile allo studio rigoroso del loro comportamento sismico, non abbia potuto fare alcun progresso nel Settecento ; sorprendere semmai il fatto che ancora oggi non se ne sappia praticamente nulla.

2.

All'indomani del terremoto di Lisbona l'Académie des Sciences, Belles Lettres et Arts di Rouen⁸ proponeva come soggetto di uno dei suoi premi la spiegazione delle cause del terremoto. Il premio fu vinto da M. Thomas che nel 1757 a Parigi pubblicò il volumetto *Sur les causes des tremblements de terre*. Qui l'autore, richiamandosi a Cartesio, riconosce nel fuoco sotterraneo l'origine del fenomeno ; ma, ed è quello che più conta per segnalare il persistere di una corrente di pensiero ancora fortissima, vi si può leggere che

« il est inutile de chercher hors du globe terrestre la cause d'un phénomène qui s'opère tout entier dans ses entrailles ... ».

Per rimediare ai danni occorre creare pozzi nel terreno, costruire case basse e ... una buona coscienza :

« elle regarde ces événements comme étant dans l'ordre de la providence pour faire trembler les impies en leur faisant voir des abîmes sous leurs pieds ... ».

Il 28 dicembre del 1755 veniva letta alla Royal Society⁹ di Londra una relazione inviata da Lisbona due mesi dopo la tragedia :

« ... può essere interessante dire che a partire dall'inizio del 1750 abbiamo avuto meno piogge del solito ... l'estate è stata più fresca del solito e durante gli ultimi quaranta giorni il tempo è stato molto chiaro e bello ... il primo di questo mese (novembre) alle nove e quaranta circa del mattino, si è fatta sentire una violentissima scossa di terremoto. È sembrata durare una decina di minuti e in questi attimi tutte le chiese e i conventi della città, con il palazzo reale e la magnifica sala dell'Opera sono crollati ; in una parola non un edificio è rimasto in piedi ... secondo un calcolo molto prudente circa 30.000 persone sono morte ... circa due ore dopo la scossa il fuoco si manifestò in tre diversi distretti della città ; un fortissimo vento, seguito alla precedente calma, animò talmente la violenza del fuoco che dopo tre giorni la città fu ridotta in cenere ... ».

8. Si veda in : *Mémoires de Trevoux*, novembre 1758.

9. *Trans Phil.*, 1755 parte 1^a.

Nel 1756, sempre a seguito del terremoto di Lisbona, P. Desmarest pubblicava una memoria molto significativa¹⁰ del mutamento in atto :

« ... non si tratta di spiegare le cause del terremoto, bensì di comprendere il meccanismo della trasmissione delle onde sismiche ... ».

Naturalmente, ed il titolo della memoria è significativo, si tratta di una congettura razionalmente svolta con i canoni delle scienze descrittive ; non è, né avrebbe potuto esserlo allora, una teoria matematica del fenomeno, ma la si può collocare tra quelle che aprirono il dibattito sul meccanismo di trasmissione delle onde.

Il riflesso di queste nuove idee è immediato ; alla voce *Tremblement de terre*, dell'Enciclopedia di Diderot-D'Alembert, scritta dal barone d'Holbach, si legge :

« il movimento impresso al terreno è come un'onda ... queste scosse seguono ordinariamente una direzione ben definita ; da ciò deriva che talvolta un terremoto rovescia edifici e muraglie secondo una direzione e distrugge completamente quelli in direzione opposta ... uno dei fenomeni più strani del terremoto è la loro propagazione, vale a dire il modo in cui essi si propagano a distanze spesso prodigiose in un brevissimo lasso di tempo ... Di fronte a effetti così prodigiosi del terremoto viene spontaneo riguardarli come le cause delle continue trasformazioni del nostro globo ... Può dunque sorprendere che non si trovino più laghi, mari, fiumi e città famose descritte da antichi geografi e di cui non resta più alcuna traccia ? ».

D'Holbach ha scambiato le cause con gli effetti, evidentemente ; ma sulla ipotesi del fuoco centrale dimostra di avere le idee molto chiare :

« non vi è dubbio che il fuoco abbia gran parte in questi fenomeni ; ma non è necessario, per trovare la causa, ricorrere ad ipotesi chimeriche, né di supporre un ammasso di fuoco al centro della terra ove giammai l'occhio umano potrà penetrare ... »¹¹.

Eppure proprio a Parigi, negli ambienti dell'Accademia delle Scienze, l'ipotesi del fuoco centrale aveva trovato, all'alba del diciottesimo secolo, una conferma negli esperimenti di Lemery, esperimenti largamente citati in tutti i successivi trattati sul terremoto. Nei *Résumé* pubblicati nel 1703 abbiamo il sunto della memoria che costui lesse nella seduta dell'11 aprile del 1700¹² :

« Il miglior mezzo per spiegare la natura, se potesse essere spesso impiegato, sarebbe di artefarla e darne per così dire, delle rappresentazioni, facendo seguire i medesimi effetti a cause prestabilite ... allora non vi sarebbe più alcun dubbio, vedendo coi propri occhi, e si sarebbe sicuri che i fenomeni naturali hanno le stesse cause di quelli artificiali o, perlomeno, cause molto prossime ... È così che ha fatto il Signor Lemery realizzando un Etna o un Vesuvio sotterrando a un piede di profondità, durante l'estate, cinquanta

10. Se ne veda il sunto in, « *Journal des savans* », marzo 1756.

11. DIDEROT, D'ALEMBERT, *Encyclopédie*, Paris, 1758.

12. LEMERY, *Explication physique et chimique des feux souterrains, des tremblements de terre, des ouragans, des éclairs et du tonnerre*. Mém. Ac. Roy. Sc. Paris, 1703.

libbre di un miscuglio di parti eguali di limatura di ferro e zolfo polverizzato, il tutto ridotto in pasta con l'aggiunta di acqua. Dopo otto, nove ore la terra cominciò a gonfiarsi, aprendosi da più parti, e ne vennero fuori vapori solforosi e caldi e più tardi delle fiamme ... ».

3.

I tre saggi di Kant, qui interessano appunto per il rapporto suddetto, che sarebbe vano ricercare in Kant per ovvi motivi ; altre considerazioni che tuttavia vi si trovano sviluppate meritano la nostra attenzione :

« Lo scotimento del terreno sposta gli edifici dalla loro verticale. Ora se una fila di case è fatta oscillare da est ad ovest, si ha che non solo ogni casa ha da mantenere il suo peso ma anche che quelle di occidente premono su quelli di oriente precipitandovi sopra infallibilmente ; mentre se questa fila è mossa trasversalmente, quando ogni casa ha da mantenere solo il suo equilibrio, in circostanze analoghe deve verificarsi un minor danno. La sventura di Lisbona sembra quindi acconsentita dalla posizione che essa ha per tutta la sua estensione lungo la riva del Tago. ».

Nei saggi sopra richiamati Kant tenta una spiegazione del fenomeno terremoto riconducendolo al fuoco sotterraneo, spiegazione non dissimile da quelle che, da Aristotele a Cartesio, ne avevano ravvisato l'origine nei quattro elementi : aria, acqua, terra, fuoco, ed alle conseguenti esplosioni sotterranee con una rapidissima trasmissione a distanza :

« ... se dico, consideriamo questa costituzione delle caverne sotterranee, forse o non sembra che in esse un nonnulla sia sufficiente a far sprofondare le nostre volte in un immenso mare di zolfo ardente e distruggere i nostri siti abitati con fiumi di materie incandescenti, così come la lava sgorgante ha distrutto i borghi che ai piedi dell'Etna sono stati edificati con placida incuranza ? ... ».

Le conclusioni del discorso sono ovvie ; contestata la nascente nuova teoria che vuole nella produzione di elettricità connessa ai fenomeni vulcanici — ritenuti in strettissima relazione coi fenomeni sismici — e messi in ridicolo coloro quelli come « ... il signor Franklin che vorrebbe combattere il fulmine, fino a colui che vuole spegnere il fuoco nella fucina di Vulcano ... », la più saggia ed ovvia decisione appare immediata : « allorché gli uomini costruiscono le città su terreni saturi di sostanze infiammabili, prima o poi tutta la magnificenza dei loro palazzi cadrà in rovina a motivo delle scosse telluriche ... Allorché una città o una regione s'avvedono della calamità con la quale la Provvidenza divina le terrorizza insieme ai loro vicini, vi è forse da esitare sulla decisione da prendere per sottrarsi alla rovina che le minaccia ... ? ».

Solo di sfuggita Kant accenna a quella che potrebe essere la soluzione alternativa :

« ... Gli abitanti del Perù vivono in abitazioni che sono in muratura solo per una certa altezza, mentre il rimanente è costruito con canne ... ».

È tuttavia evidente che ormai il problema viene posto proprio come rapporto tra Architettura, intesa nelle sue valenze urbanistiche, di scelta dei luoghi più opportuni per edificare le città, e Terremoto.

È proprio nel Settecento che tale rapporto trova una più precisa definizione che non nei secoli precedenti, sebbene al di fuori del processo di razionalizzazione dei procedimenti di proporzionamento delle strutture che caratterizzano questo periodo ; ho già fatto rilevare in altra occasione¹³ come il Settecento sia stato, per la Statica applicata agli edifici, un secolo di progressi molto lenti e tutt'altro che definitivi. Costretta a fare in conti con materiali, le pietre e i mattoni, poco docili alle ipotesi semplificative ed alla assunzione di leggi di comportamento meccanico, la Statica non poteva neanche giovare del nuovo strumento di analisi fornito dal calcolo differenziale ; questo infatti avrebbe richiesto l'assunzione, il presupposto di un « continuum » materiale da suddividere in parti infinitesime cui applicare le equazioni cardinali della Statica per ottenere le relative equazioni differenziali di equilibrio¹⁴. Le quali, quand'anche fossero state ottenute, in quel periodo, sarebbero state comunque insufficienti alla effettiva risoluzione della generalità dei problemi per la mancanza dell'altro gruppo di equazioni, quelle oggi dette elastocinematiche. Tale è la filosofia della meccanica dei continui ; e ancor oggi essa poco si adatta, senza basilari ulteriori specificazioni, a questi problemi, per i quali è proprio il requisito della permanenza della continuità, a deformazioni avvenute e quando si producono fratture, ad essere messo in discussione. Naturalmente nell'ambito dinamico il problema delle murature è ancora più difficile ; può trovare così giustificazione la persistenza di correnti di pensiero direi arretrate, rispetto allo sviluppo generale della scienza, nell'analisi di questo rapporto. Da un lato le trattazioni del problema terremoto che si servono di ampie descrizioni degli eventi succedutisi nel corso dei secoli, e delle loro interpretazioni nell'ambito di una filosofia della natura, per giungere talvolta a suggerire rimedi empirici contro i suoi effetti ; dall'altro i Trattati di architettura in cui il problema del terremoto, subito centrato per gli effetti che produce sugli edifici, viene risolto attraverso raccomandazioni circa la scelta dei luoghi, il modo di edificare ed i materiali da impiegare così come queste norme possono essere dedotte dalla conoscenza storica dei fati accaduti. Ciò vale ovviamente per i Trattati dell'uno e dell'altro tipo, ovvero per quelle comuni operazioni di divulgazione scientifica che possono essere condotte a termine solo quando il sapere relativo è stato codificato ; non vale per la ricerca che oggi diremmo avanzata e che soprattutto nel Settecento, dopo il disastro di Lisbona, cominciò a fiorire

13. DI PASQUALE, S., *Le scienze meccaniche nel Settecento napoletano. Primo convegno di Storia delle Matematiche*, Cagliari, 1982.

14. Non considero il problema della catenaria che credo sia il solo, nella statica dei corpi rigidi, ad essere stato affrontato con il calcolo differenziale nel 700 : infatti si tratta di una struttura del tutto particolare, labile.

nelle Accademie scientifiche, favorita dalla fitta ragnatela delle idee rapidamente messe in circolazione con la puntuale pubblicazione dei loro Atti.

Una analisi completa di queste opere, e degli Atti delle Accademie sul problema terremoto porterebbe fuori dei limiti imposti ; mi limiterò perciò a segnalare i contributi più significativi scegliendo nella vastissima letteratura che si può trovare su questo argomento.

4.

Accenni specifici alla stabilità delle fabbriche in presenza di terremoti ed alla scelta dei luoghi ove fabbricare sono contenuti nella maggior parte dei Trattati di architettura, talvolta in forma esplicita, altre volte senza fare espresso riferimento a questo problema. Il trattato di Vitruvio¹⁵, ad esempio, è tra questi ultimi, anche se nel libro II egli dimostra di essere a conoscenza dei fenomeni vulcanici che producono eccellenti materiali da costruzione :

« par che questo avvenga perché sotto quei monti ... vi sono gran fuochi ardenti di zolfo di allume o di bitume ».

E più avanti, parlando delle grotte di Cuma e di Baia :

« Si narra parimenti essersi anticamente acceso il fuoco sotto il Vesuvio, e bollendo essersi versato inondando le vicine campagne ... ».

Probabilmente è nella universale validità della sua firmitas che va ricercata l'assenza di specifiche norme costruttive ; e ciò appare confermato dalla lettura di Trattati successivi, almeno sino a quelli seicenteschi, nei quali il terremoto compare sì come evento che può turbare l'equilibrio della fabbrica, ma senza che da questa eventualità si traggano specifiche norme. Se l'edificio è costruito secondo le buone regole costruttive — e qui la letteratura dei Trattati è veramente esemplare — non c'è motivo di temere il terremoto, perché esso non sia distruttivo e di eccezionale gravità, più di quanto non siano da temere i fortissimi venti. Con buona probabilità l'assenza di specifiche norme va messa anche in relazione con una delle teorie del terremoto che ebbe maggior credito presso i filosofi naturalisti, da tempi remotissimi sino al Settecento inoltrato. È la teotia di Plinio, chiaramente mediata sulle precedenti idee storico-aristoteliche, che facevano dell'aria violentemente espulsa dalle caverne sotterranee il principale responsabile dello scuotimento terrestre :

« ... ventos in causa esse non dubium reor ; neque enim unquam intremiscunt terrae nisi sopito mari caeloque adeo tranquillo ut volatus avium non pendeant subtracto omni spiritu qui vehit, nec umquam nisi post ventos, condito scilicet in venas et cava eius occulta flatu ... »¹⁶.

15. VITRUVIO, *I dieci libri dell'architettura*, (Traduzione di Berardo Galiani), Siena, 1790.

16. PLINIO, *Storia naturale*, L. II, 192.

Tale è il pensiero di Cartesio¹⁷ mille e cinquecento anni dopo :

« ... *voilà le principe des tremblements de terre : les cavités de la terre, les parties qui composent cet élément ou ce globe, la nature des exhalaisons qui y sont renfermées, exhalaisons sulphureuses, bitumineuses, oléagineuses etc., la facilité de mettre en feu toutes ces matières combustibles... ».*

Il rimedio, stabilita la causa, è immediato : scavare pozzi profondissimi, e caverne, sotto le città, per permettere ai forti venti di circolare liberamente e di avere vie di sfogo.

Ne teorizza l'applicazione il Filarete nel dialogo sulle fondazioni al quinto libro¹⁸ :

« ... *io lascio questi vani nelle torri per farvi un pozzo per una. Ma dimmi, non basteria uno pozzo, o due il più, senza farne tanti ? Io gli fa questi per più cagioni : l'una per l'acqua, l'altra per cagione de'terremoti ; se caso fusse, non sono sì pericolose, benché questo paese non pare da dovere essere contaminato da terremoti. Per che cagione ? Dirovelo : perché la scorza della terra non è troppo grossa ; e per questo nè meati della terra non si può congregare vento, e per questo non bisogna avere troppo sospetto di terremoti. Niente di meno non nucono. E quello sazipio delle venti braccia io intendo di fare una volta di sopra, che ne verrà tanto alta che, quando sarà tempo, vi si potrà andare con una barchetta di sotto ... »¹⁹*

Qualche decennio più tardi anche lo Scamozzi segnerà il terremoto come evento da non trascurare nella fondazione degli edifici²⁰ :

« *Nel por le fondamenta, e anco le mura fuori terra, si deve avere grandissimo riguardo acciò che col tempo non possano partire gli edifici dè casi dè terremoti, come suole avvenire in molti luoghi ... »²¹.*

Dei terremoti ha discusso a lungo in precedenza²² ; ma la prescrizione di « fosse sotterranee di archi e volticelli sottoterra, e molti sfogatoj » non sembra avere diretta attinenza col terremoto, anche se, egli afferma che « a questo modo in ogni caso l'aria è libera e possono esalare tutti i fiati, e vapori, e non stare ristretti e racchiusi là sotto ».

Che la firmitas vitruviana, se correttamente intesa e rigorosamente messa in atto, fosse ritenuta garante della stabilità delle costruzioni, anche in presenza di terremoti, ci è testimoniato seppur indirettamente da L.B. Alberti²³ ; per la scelta del luogo ove edificare occorre conoscere le « caratteristiche del terreno anche più rare, deducibili dai ricordi dei tempi

17. DESCARTES, R., *Principia philosophiae*, Amstelodami, 1677, IV, 77, 79.

18. FILARETE, *Trattato di architettura*, a cura di P. Portoghesi e R. Bonelli, Milano, 1972.

19. Nella letteratura latina si trovano spesso accenni alla creazione di pozzi fuori le mura delle città. Vedasi in : FAVARO, A., *Intorno ai mezzi usati dagli antichi per attenuare le disastrose conseguenze dei terremoti*, Venezia, 1874.

20. SCAMOZZI, V., *Dell'idea dell'architettura universale*, Venezia, 1615.

21. SCAMOZZI, V., *op. cit.*, P. II, L. VIII, Cap. IV.

22. SCAMOZZI, V., *op. cit.*, P. I, L. II, Cap. III.

23. ALBERTI, L.B., *De re aedificatoria*, (A cura di V. Orlandi e P. Portoghesi), Milano, 1966.

trascorsi, tramandati dalle osservazioni dei sapienti » ; ciò perché : « vi sono località cui la natura ha conferito proprietà che possono rendere felice o infelice il soggiorno ». Il terremoto, come evento da cui guardarsi, non è ancora comparso ; compare poco dopo, nella descrizione dei luoghi che gli uomini hanno scelto per le proprie città :

« È antica leggenda, cantata dai poeti, che Tifone, sepolto nell'isola di Procida, si agita frequentemente sotto terra, sì da far tremare l'isola sin nel più profondo : in tal modo fu trasfigurato poeticamente il fatto che Procida viene scossa da terremoti ed eruzioni ... ».

Il fatto che non vi siano, in questo trattato come nei successivi che ho esaminato, e fino ad un preciso periodo storico, raccomandazioni particolari per costruire là dove esiste il pericolo del terremoto fa appunto pensare che la garanzia dovesse essere fornita, in ogni caso, dalla corretta applicazione delle regole costruttive suggerite ; ciò potrebbe essere confermato, e proprio con il Trattato albertiano, dalla osservazione che qui, nel libro dedicato ai restauri²⁴, si legge :

« Tra le cause (dei dissesti) alcune sono ben visibili ; altre più oscure, e in tal caso non è chiaro che cosa convenga fare più quando il danno non si sia manifestato ; altre ancora non sarebbero occulte per se stesse, se la pigrizia umana non si convincesse che esse non siano così esiziali all'edificio quanto effettivamente lo sono ... ; Cause evidenti di pericolo per un muro si avranno, ad esempio, quando questo sia troppo sottile ... Quelle cause invece che sono nascoste e si manifestano in modo imprevedibile sono : i terremoti, i fulmini, e ogni mutamento naturale della conformazione del terreno. Ma la causa fondamentale della maggioranza dei danni che si hanno in ogni parte degli edifici è la negligenza e la trascuratezza degli uomini ... ».

Per giungere alla conclusione che si potesse fornire qualche ulteriore specificazione dei canoni costruttivi per le costruzioni in zone soggette al pericolo del terremoto, occorre principalmente un nuovo atteggiamento nei riguardi del fenomeno così da non considerarlo più come una punizione divina, ed una attenta analisi dello stato degli edifici dopo un evento sismico in modo da individuare le cause interne che potevano averne provocato il crollo, il semplice dissesto o la perfetta conservazione. Fu proprio il terremoto di Lisbona, ed il formidabile dibattito scientifico e filosofico che ne seguì, ad aprire la strada definitiva alle nuove teorie geologiche e ad indirizzare la ricerca sul perfezionamento delle tecniche costruttive ; vale anche la pena di sottolineare subito che in seguito a quell'evento alcuni autori cominciarono anche ad interrogarsi — potrà apparire incredibile oggi che se ne discute apparentemente per la prima volta — sulla forma più opportuna da dare agli edifici. Ovviamente occorrerebbe ben altro che questo breve saggio ; le notizie che ho raccolto possono tuttavia essere utile guida per future ricerche.

24. ALBERTI, L.B., *op. cit.*, L. X.

5.

« Tra i flagelli distruggitori non credo che ve ne sia alcuno che ispira più profondamente il terrore e lo spavento quanto il terremoto. Il suolo che si abita non è più luogo di sicurezza ; le abitazioni, asili ordinari contro i venti e le tempeste, sono da temersi più del male medesimo ... ».

Con queste parole Giovanni Vivencio, primo medico di Casa Reale e direttore delle pubbliche cattedre di Chirurgia, Ostetricia, Anatomia e Fisica sperimentale, apre la sua « Istoria e teoria de' terremoti ».

Stampata a Napoli nel 1783 in varie edizioni²⁵, e rapidamente diffusa in tutta Europa, l'opera del Vivencio rappresenta un riferimento essenziale per la nostra storia ; preceduto da una dedica alla regina Maria Carolina in cui è palesato l'intendimento dell'autore di dare « *la più esatta, la più sincera e la più dettagliata narrazione di tutte le più piccole circostanze, per potersene dedurre quelle conseguenze che allo scovrimto delle occulte cagioni de' fenomeni della natura conducono* », l'opera del Vivencio offre una dettagliata rassegna storica dei più funesti terremoti, ricca di note che testimoniano una conoscenza vastissima di tutte le ipotesi fatte sull'origine del fenomeno ; prosegue poi con una descrizione dello stato dei luoghi visitati, arricchita da un « indice generale dei paesi della Calabria ulteriore, del loro stato, de' viventi prima de' terremoti di febbraio e del marzo 1783 e de' morti per cagion della rovina » ; completa il volume un giornale metereologico e, cosa per noi più interessante, il progetto, con le modalità costruttive in funzione antisismica, di un edificio per abitazioni²⁶. Questo progetto, assieme alle norme emanate subito dopo lo stesso terremoto dal luogotenente generale Francesco Pignatelli, espressamente inviato sui luoghi del disastro da Ferdinando IV, costituisce con buona probabilità il primo regolamento antisismico della storia²⁷. Nel seguito ne farò una analisi più dettagliata limitandomi qui a rilevare che la casa rappresentata nei disegni risulta dotata sul tetto di un congegno metallico : un'asta rigida munita di acuminati spuntoni all'estremità. L'asta, che deve essere affondata nel terreno il più possibile, ha funzione di para-terremoto. La cosa può far sorridere oggi ; ma devo segnalare che verso la metà del Settecento era già sufficientemente accreditata

25. Sul terremoto del 1783 solo recentemente si è concentrata l'attenzione degli storici dell'urbanistica che hanno messo in luce l'importanza di quell'evento nelle trasformazioni socio-economiche ed urbanistiche della Calabria. Si veda in particolare : PRINCIPE, I., *Città nuove in Calabria nel tardo settecento*, Chiaravalle Centrale, 1976. Su questo terremoto sono anche fondamentali, gli scritti di A. PLACANICA, *Tra questi segnali : L'Iliade funesta : storia del terremoto calabro-messinese del 1783*, Roma, 1982.

26. Il trattato del Vivencio ebbe anche una « edizione economica » nello stesso anno. Sulla provenienza delle notizie raccolte dal Vivencio si veda in I. PRINCIPE, *op. cit.*

27. Modalità concernenti la ricostruzione di edifici distrutti da eventi sismici, limitazioni alle loro altezze e vincoli sulle loro distanze si trovano in epoche precedenti ; mai però in forma organica. Si veda in A. FAVARO, *op. cit.*

negli ambienti scientifici europei la teoria che individuava l'origine del sisma nella grande produzione di elettricità che accompagna i fenomeni vulcanici, allora ritenuti della stessa natura dei terremoti²⁸. Il ricorso alle forze elettriche appare oggi come « extrema ratio », escogitata allora da certi filosofi della natura, per trovare una causa al fenomeno che non fosse l'aria, l'acqua, la terra o il fuoco dei precedenti tentativi ; e si innesta autonomamente sul tronco ben più sviluppato, già allora, che affondava le profonde sue radici nel fertile terreno della questione dei fossili. Tra la fine del Seicento e per il Settecento inoltrato, i sistemi escogitati dai filosofi della natura per dare una spiegazione al fenomeno sismico²⁹ si intrecciano con il problema della spiegazione della natura dei fossili e della loro origine andando ad intaccare, con le conseguenze che è facile immaginare, la cronologia sacra, la data del diluvio universale e, conseguentemente, quella dell'inizio del mondo.

Robert Hooke fu il massimo esponente delle nuove concezioni in materia di fossili dando inizio alle future correnti evoluzionistiche ; creduti sino ad allora scherzi di natura prodotti da una misteriosa virtù plastica, i fossili acquistarono nelle mani di Hooke il loro vero significato, di oggetti che testimoniavano inequivocabilmente l'evoluzione del pianeta terra. E a sostegno di questa sua idea³⁰, Hooke produceva appunto le relazioni tra terremoti ed i fossili venuti alla luce. Testacei, fossili e pomici :

« Fu mai questa pomice una produzione di fuoco, coeva alla nascita, o al deposito dei testacei ? Se fu tale qual mano amica difese i testacei e produsse la pomice ? Fu mai la produzione della pomice posteriore al deposito dei testacei ? Se ciò si pretendesse saremmo sempre nella stessa difficoltà che nasce dal vedere la totale integrità dei testacei sui quali non appare orma anche minima di forza di fuoco ... Non potremmo credere che in questo luogo fosse avvenuto in remotissimo tempo ciò che spesso avviene altrove, cioè che le pomici tuttoché produconsi, come si crede dà naturalisti, nel fondo del mare da fuochi sotterranei, pure giunte che esse siano alla superficie del mare stesso, errano lung'h'esso vagabonde, e compariscono in sito lontanissimo dal loro luogo natalizio, quivi deposte, e gettate dalla forza de' venti e delle onde ? Noi non osiamo di decidere nulla. Siamo semplici e fedeli relatori di ciò che abbiamo cò propri occhi osservato. Lasciamo a più coraggiosi ingegni il diritto di fare gl'interpreti della natura ».

28. Questione già liquidata da I. Kant ma che resterà in auge sino alla fine del 700 ; si vedano, nel seguito, le idee del Bertholon.

29. La questione dei fossili e la nascita della moderna geologia sono il tema di ROSSI, P., *I segni del tempo*, Milano, 1979. Una rassegna delle principali teorie geologiche tra Settecento ed Ottocento e in MORELLO, N., *La macchina della terra*, Torino, 1979. Si veda anche GREENE, J.C., *La morte di Adamo*, Milano, 1979.

30. L'opera di R. Hooke in cui viene affrontata la questione dei fossili è, in realtà, dedicata al terremoto. Vedasi in HOOKE, R., *Posthumous Works. A Discourse on Earthquake*, London, 1705.

Ho tratto questa lunga citazione dalla Reale Accademia delle Scienze e delle Belle Lettere di Napoli, pubblicata all'indomani del terremoto del 1783 sotto forma di un grosso volume accompagnato da un altante con 69 tavole incise in rame. Opera tra le più prestigiose della stampa napoletana del Settecento ci consente di valutare compiutamente quanto fosse mutato l'atteggiamento di alcuni ambienti scientifici nei riguardi del fenomeno terremoto. Nelle pagine introduttive del volume è chiaramente esplicitato l'obiettivo :

« ... Siccome questo terribile avvenimento non può non interessare altamente, e non attirare a sé l'attenzione dè più dotti cultori delle cose naturali ... con maturo consiglio si pensò d'instituire una peregrinazione letteraria per quei luoghi della Calabria ultra, e del Valdemone, i quali erano stati i più potentemente dalla natura nè fatali istanti del suo furore oltraggiati ; e coloro à quali fu commessa cura così gelosa, venne con inviolabile legge non solo vietato l'abbandonarsi alle seduzioni di qualunque delle tante ipotesi, inventate sulle cause di così formidabile vertigine della natura ; ma inculcato altresì lo sciogliersi talmente dal partito di tutt'i sistemi che, quasi mostrando di sconoscerli tutti, null'altro far dovessero che raccorre i soli fatti, osservarne con ogni possibile sagace indifferenza e veracità i fenomeni, ed esporne istoricamente, per così dire, il processo filosofico al giudizio della repubblica dè Savi. E perché trarre si fosse potuto da un'occasione di tanto danno un qualche bene, fu istituito che alla storia dè fenomeni del tremoto unita si fosse l'esatta esplorazione della geografia fisica delle Regioni stesse, per illustrarne la storia naturale, comprenderne la pubblica economia e conservare la memoria della già distrutta posizione delle città, e delle terre, che si conteneano in esse ... ».

Il mutamento di pensiero ci è testimoniato dal confronto con un'altra opera di grande diffusione, pure comparsa a Napoli, ma un secolo prima :

« L'opera che vi presento è stata raccolta e composta dal Signor D. Marcello Bonito ... qual si applicò a questo curioso studio incitato dal terremoto occorso nella città di Napoli à 5 di giugno dell'anno 1688 ... ».

Così esordisce lo stampatore nella presentazione della « Terra Tremante » di Marcello Bonito, stampata nel 1691, in cui — cito dal frontespizio — « s'ammirano metamorfosi della natura, ingoiamenti di Paesi, ... assorbimenti d'isole ... translazioni di città, di monti ... città ridotte in laghi di cenere, inondazioni di mare ... di fuoco ... tempeste, sterilità, fame e peste, ... parti mostruosissimi, piogge di sangue, di pietra, di terra, di animali ... ».

Il « curioso studio » di Don Marcello Bonito si apre con una vasta rassegna delle interpretazioni delle cause del sisma e prosegue con una cronologia dei terremoti che va dagli anni della creazione del mondo al 1690. « Avendo io dunque intrapreso di fabbricar un funestissimo teatro di terremoti : per maggior chiarezza pria d'inoltrarmi al racconto di essi : fa di mestiere che vediamo l'opinioni degli antichi Filosofi su la loro origine, e definizione, li segni che li precedono e susseguono, le loro qualità, li rimedi

per essi e i lor effetti che producono ». Così esordisce il nostro nel 1° libro prendendo le mosse del suo iter dai Meteorologici di Aristotele³¹ per giungere sino alle più recenti teorie del Paragallo e districandosi con grande abilità nel groviglio dei commentatori dello Stagirita.

6.

Probabilmente Francesco Milizia non aveva letto i saggi di I. Kant. Ma alle stesse conclusioni espresse dal filosofo tedesco circa il modo di costruire le città dovevano essere giunti in parecchi ; lo si può desumere dalla risposta del Milizia ad un filosofo linceo, non meglio identificato, che aveva scritto cose assai simili :

« da che gli uomini si sono accorti che la terra è soggetta ai terremoti per i quali le fabbriche rovinano, e talvolta le città intere restano smantellate, quale insano ardire ammucciar pietre su pietre, e andandovisi a metter sotto ? Se gli abitanti di Lisbona, invece di viver accatastati in ventimila case di pietra fossero stati sparsi più ugualmente e più leggermente alloggiati, appena si sarebbero avveduti di quel terremoto tanto memorando, e al primo scuotimento si sarebbero trovati il giorno appresso tanto gai come se niente fosse accaduto ... ».

Il Milizia, autore del celebre e fortunato trattato³² più volte ristampato nel corso del secolo decimonono, respinge nettamente queste parole :

« Si aspetti, risponderà l'architetto, che la follia abbandoni questo nostro globo (si avrà da spettar poco), e frattanto si prosegua a far tutto il conto dell'architettura ; e a servirsene nel modo più corretto e più valido da reggere anche ai terremoti più rovinosi. Monumenti Greci e Romani sussistono a dispetto di tante ingiurie fisiche e morali ».

La stabilità degli edifici, non solo in condizioni di normale esercizio, è ampiamente assicurata dalla precisa e puntigliosa osservanza delle regole del buon costruire ;

« ... Si ammirano ancora dopo migliaia di anni le regolari magnificenze della Grecia e di Roma, e si ammirano da tutte le nazioni ... ». Il requisito più essenziale degli edifici è la solidità « ... senza di cui la bellezza, la comodità, la magnificenza divengono un nulla ... ».

Con queste parole si apre la parte dedicata alla solidità delle fabbriche ; e la solidità dell'edificio viene fatta dipendere tutta dalla forza dei suoi sostegni, fondazioni e muri, da eseguire secondo concezioni e metodi di lavoro codificati nel corso dei secoli : i grandi monumenti del passato che ancora danno testimonianza di sè sono la migliore esemplificazione dei

31. Aristotele tratta il terremoto in *Meteorologia*, L. II ; C. VII ; VIII. Vedasi nella edizione a cura di L. PEPE, Napoli, 1982. Una descrizione più dettagliata degli effetti del terremoto, ed una loro classificazione, si trova in ARISTOTELE, *Trattato sul cosmo per Alessandro*, a cura di G. Reale, Napoli, 1974.

32. MILIZIA, F., *Principi di architettura civile*, Roma, 1781.

precetti e delle regole enunciate. Ma su un punto sembra che il Milizia si contraddica ; ed è punto di grande momento perché, chiamando in causa proprio il terremoto, vi si danno regole costruttive. Il capitolo in questione è il IX della terza parte intitolato « Delle case per i terremoti » e merita di essere riportato tutto nella sua brevità :

« Per difendersi dai terremoti vogliono esser case di legno, ma in maniera che ciascun pezzo sia così ben connesso e incassato con gli altri, che formino tutti insieme una sola massa. Non devesi questa massa piantare o fondare in terra, ma posare soltanto sopra un pavimento di pietre più grande della pianta della casa. Questo pavimento deve avere un dolce pendio dal centro alla circonferenza per facilitare lo scolo delle acque provenienti dal tetto. L'altezza di questa casa non deve eccedere la sua larghezza e la sua lunghezza, piuttosto sia un tantino minore. In questa guisa per qualunque scossa il centro di gravità rimarrà sempre dentro la sua base. Le scosse potranno farla tremare, ma mai rovesciare, né precipitare, come le case di muro : ella è una cassa ».

Una casa, o cassa, che tale essa è, sarà indistruttibile dal terremoto, al contrario delle case di pietrame o di mattoni i cui muri si rovesciano e precipitano disgregandosi. La contraddizione, palese, apre quesiti che qui posso appena enunciare ; i grandi monumenti greci e romani cui si rifà il Milizia come del resto tutta la trattatistica dall'Alberti in poi, sembrano costituire i modelli di un'architettura — almeno sub specie della costruzione — che esclude le case. Il grandioso apparato di regole e di precetti costruttivi che esplicitano la firmitas non vale, o quantomeno non risulta applicabile, probabilmente per motivi economici, alle case ; esso vale per la casa del Principe e per la casa di Dio. Il povero, la massa che riempie le città ed i borghi ha sempre costruito, e da sempre, con materiali scadenti, talvolta di risulta, tal'altra raccattati nelle vicinanze e messi insieme con malte e cementi di scadente qualità : tale è l'esperienza direttamente vissuta in regioni e città lontane tra di loro³³. Probabilmente la contraddizione in cui cade il Milizia è tale solo ai miei occhi poiché essa cade non appena si stabiliscono le finalità ed i destinatari del Trattato di Architettura : non siamo ancora al manuale ed alla manualistica ottocentesca, con tutto ciò che su di essi si può dire in termini di sviluppo sociale ed economico. Riprendo perciò il discorso nei termini a me più familiari per rilevare come il Milizia, suggerendo di costruire case antisismiche in forma di casse con una struttura lignea (i cui elementi siano perfettamente solidali tra di loro) appoggiata su di un piano appositamente predisposto che ne consenta movimenti indipendenti dal suolo (salvo ovviamente la possibilità di ribaltamento di tutta la casa-cassa, ribaltamento impedito dai rapporti suggeriti tra le dimensioni in pianta e in alzato), si collochi tra i precursori di una delle direzioni di ricerca della moderna ingegneria antisismica. Le case di legno, barracche nella formulazione

33. Mi riferisco ai luoghi direttamente sperimentati : Venzone nel Friuli, Parma, Borgo S. Sepolcro, Napoli e i paesi colpiti dal sisma del 1980, Ragusa-Ibla.

originaria del termine, erano state usate come abitazioni di emergenza dopo il terremoto di Lisbona³⁴, ma con una concezione strutturale completamente diversa da quella enunciata dal Milizia. Se ne può avere conferma osservando la ventottesima tavola dello splendido atlante che accompagna la descrizione del terremoto di Calabria e Messina del 1783³⁵. L'immagine, che si riferisce alla ricostruzione di Polistina, mostra chiaramente come queste case-baracche venissero costruite con una ossatura di legno i cui montanti, o pilastri, appaiono saldamente incastrati nella terra.

Non è questa la sede per enunciare e discutere compiutamente questo aspetto del rapporto Architettura-Terremoti; devo tuttavia segnalare come il problema della conservazione dei centri storici e di un loro eventuale adeguamento antisismico si scontri assai spesso con una realtà che è fatta di muri costruiti con ciottoli di fiume, pietre, spezzoni di mattoni e mattoni tenuti insieme da malte completamente disgregate.

Le differenze tra le idee enunciate dal Milizia e quella che può essere ritenuta prassi corrente risultano ancora più evidenti se si esamina il progetto della cassa antisismica elaborato dagli ingegneri di Ferdinando IV di Napoli all'indomani dello stesso terremoto. Qui l'edificio, dignitoso nella sua facciata neoclassica, simmetrico in pianta — come oggi richiedono le raccomandazioni antisismiche — e prospetti con altezza limitata a due piani fuori terra. Strutturalmente l'edificio è concepito come una ossatura lignea munita di montanti e traversi — travi longitudinali e trasversali — con diagonali e controdiagonali; i montanti sono realizzati ciascuno con quattro elementi mentre i traversi, disposti a coppie (in corrispondenza di piani di calpestio) sulle facce opposte dei muri di contorno, sono saldamente collegati da traversine innestate a coda di rondine. Tutta l'ossatura muraria è saldamente ancorata al suolo attraverso le opere di fondazione.

La funzione dell'ossatura di legno è evidente; posto che la rovina dei fabbricati in muratura avviene, vinto l'attrito tra le parti, per somma di spostamenti irreversibili prodotti dalle accelerazioni sismiche trasmesse dalle fondazioni alle soprastanti strutture, ne discende come ovvia conseguenza il tentativo di limitare, se non di eliminare, tali spostamenti mercé l'introduzione, all'interno delle masse murarie, di uno scheletro elastico — e tale è l'ossatura di legno — capace di riportare l'edificio nella sua configurazione

34. Un modello di tali baracche compare nella documentazione allegata a FRANCA, J.A., *Una città dell'Illuminismo. La Lisbona del marchese di Pombal*, Roma, 1972.

In questa opera si mette in luce un altro aspetto del terremoto: l'utilizzo delle macerie per modificare le originarie quote dell'impianto stradale. Soluzioni analoghe vengono adottate anche a Reggio, dopo il terremoto del 1783, creando un nuovo assetto urbanistico della città e, contemporaneamente, facendo sorgere interminabili liti tra i tecnici ed i singoli padroni delle macerie; vedremo nel seguito a quale ufficio venissero destinati tali resti, quando non utilizzati appunto per le nuove reti viarie.

35. *Atti della Reale Accademia delle Scienze e delle Belle Lettere*, Napoli, 1788.

iniziale, o prossima a questa allo spegnarsi delle accelerazioni sismiche. L'altra possibilità, come la precedente guida di tutte le moderne vedute in campo di ingegneria antisismica, è appunto quella escogitata dal Milizia : eliminare completamente il legame di solidarietà tra l'edificio concepito come scatola rigida, chiusa, e la sua fondazione in modo da evitare lo sfilamento delle travi dai muri, prodotto dalle oscillazioni e, con questo la rovina del fabbricato.

La puntualizzazione di questo aspetto del problema della stabilità degli edifici sotto l'azione sismica ha una data molto precisa : 1756. Spetta ad Eusebio Sguario, autore di un opuscolo³⁶ stampato a Venezia all'indomani del terremoto di Lisbona il merito di aver formulato la prima ipotesi meccanica in merito. In breve qui l'autore osserva che le due pareti di un edificio sulle quali insistono ed appoggiano le travi dei solai, se cominciano ad oscillare ortogonalmente al loro piano medio per effetto di sisma, si comportano come due pendoli rovesci che si muovono all'unisono solo se le due pareti sono perfettamente eguali come dimensioni e come disposizione, quantità e forma di aperture : in breve, simmetriche rispetto ad un piano verticale. In caso contrario ciascuna delle pareti oscilla con propria ampiezza e, conseguentemente, le travi si sfilano dagli alloggi : di qua la rovina del fabbricato.

Potrebbe apparire una forzatura leggere nella simmetria dell'edificio progettato dagli ingegneri di Ferdinando IV di Napoli una presa di coscienza del comportamento anomalo, durante il sisma, degli edifici fortemente asimmetrici ; tuttavia della questione si hanno chiarissimi accenni in un opuscolo³⁷ stampato a Firenze nel 1742, ad opera del medico Giovanni Gentili ed in un volume pubblicato poche decine di anni dopo, nel 1783, da Cristofano Sarti³⁸. Il Gentili così scrive all'indomani del terremoto avvenuto a Livorno :

« ... Quando sapremo così prevedendo avremo ancora bastante tempo di assicurare la persona, o con la fuga all'aria aperta, o in altro luogo di sicurezza, come sono le navi, le capanne, e quelle case che sono edificate a posta per resistere alla forza dè terremoti ; le quali pare che non molto aggravino le mura sotto poste ; che abbiano mura fabbricate di tufi, o sassi leggeri resistenti, e che facciano buona presa con le calcine, e poi ben circoterrate e sostenute da stabili fondamenti. Vi sarebbe forse luogo di esaminare qual sia la figura delle fabbriche che più delle altre resista a queste diverse specie di impeti concussivi, perché reggano le impalcature, e le volte, senza schiantarsi quando succeda un simil disordine ... ».

36. SGUARIO, E., *Specimen physico-geometricum de terraemotu ad architecturae utilitatem concinnatum*, Venetii, 1756. È stato recentemente ripubblicato con attenta lettura critica, in BARBIAN, E., LANER, F., *Terremoti e architettura*, Venezia, 1983.

37. GENTILI, G., *Relazione sul terremoto di Livorno del 1742*, Firenze, 1942.

38. SARTI, C., *Saggio di congetture sui terremoti*, Lucca, 1783. Il saggio fu scritto dopo il terremoto di Borgo S. Sepolcro del 3 giugno 1781.

C'è di che meditare su queste poche parole ; ove si pensi alla grande circolazione non solo di idee, attraverso gli Atti delle Accademie, ma anche di resoconti di viaggi, di notizie attinte nei modi più disparati da bollettini e gazzettini, non deve sorprendere la descrizione della « casa antisismica » che rinvia alle immagini di Lima ed alle argomentazioni di Kant.

Del tutto nuova, che io sappia, è la formulazione del quesito concernente la « figura delle fabbriche che più delle altre resista a questa diverse specie di impeti concussivi » in modo che reggano « impalcature e volte ». Sembra evidente, infatti, che il Gentili abbia intuito, in qualità di relatore inviato dal Granduca per relazionare sui danni alla città di Livorno, che gli edifici sottoposti al sisma si comportano in relazione alla loro forma ed alla distribuzione delle loro parti e che la maggior parte dei danni derivano dal crollo delle impalcature e delle volte ; nelle pagine precedenti egli aveva avuto modo di rilevare come :

« ... fu veduto ancora scommoversi il Torrione del Marzocco nel quale però non si osservano né aperture né screpoli ... Questa gran torre ha più resistito ... per essere di figura all'esterno ottagonale e nell'interna struttura s'approssima alla cilindrica, la quale più delle altre deve resistere a simil violenze ».

Alle stesse conclusioni perviene il Sarti, seppure con maggior cautela suggerita dalle opinioni assai contrastanti e per le osservazioni fatte dagli studiosi per distinguere tra terremoti sussultori ed ondulatori :

« quest'ultima ragione mi ha fatto abbandonare un sentimento che avevo di progettare pe' luoghi più sottoposti all'infelice e funesta tragedia le fabbriche costruite in forma rotonda ... ».

La impossibilità di prevedere quale tipo di terremoto sia da temere e per tipo deve intendersi fondamentalmente ondulatorio o sussultorio, non consente all'autore di affermare categoricamente ciò che ha intuito :

« ... Solo dunque dirò che gli edifici in forma consimile (rotonda) sono molto a proposito per iscarsare i danni dell'aeromoto, come quelli che presentano meno punti di opposizione all'agitata atmosfera ».

L'idea che le forme circolari siano molto più resistenti delle altre, beninteso a parità di altezza e di volumi, ha radici profonde in tutta la trattatistica militare cinquecentesca ; e il riferimento alla « agitata atmosfera » deve essere messo in relazione alle esplosioni ed al conseguente spostamento dell'aria : fuoco sotterraneo — esplosioni — terremoto sono costantemente messi in rapporto di causa-effetto in tutta la letteratura del settecento ; Kant valga come esempio per tutti.

Le due correnti di pensiero che cominciano intorno alla metà del settecento sul problema della riduzione dei danni prodotti dal terremoto non nascono dal nulla. Quando i materiali da costruzione sono sempre gli stessi : pietre, malte, mattoni, legno, ciò che essi consentono, dal punto di vista

strutturale e costruttivo, può essere ricondotto a schemi e tipologie assai semplici e limitate. Spogliando i monumenti dai loro aspetti formali e stilistici restano sempre e soltanto muri, archi, colonne, cupole e volte, piattabande ed architravi : sistemi trilitici, sistemi voltati, sistemi a cupola ; poco importa, da questo punto di vista, distinguere tra Medioevo e Rinascimento, tra Rinascimento e Barocco, tra Barocco e Neoclassico. Certamente esistono differenze fondamentali tra la crociera romanico-gotica e le cupole settecentesche. Ma sono differenze che mostrano, in ultima analisi, solo un diverso impiego del materiale ; il quale, dal punto di vista meccanico — e qui mi riferisco alle ossature murarie — può essere impiegato solo se sottoposto, nella compagine strutturale, a sforzi di compressione : è la sua qualità immanente che lo distingue dal legno e dai materiali moderni. I non-sensi di cui talvolta si legge nelle descrizioni di oggetti che sembrano contraddire questa elementare verità sono tali solo agli occhi di chi li propone : l'esistenza di una curva, o superficie, delle pressioni tutta interna all'oggetto che si esamina è condizione irrinunciabile per l'esistenza dell'oggetto stesso. Naturalmente questo è senno di poi, è nostro modo di leggere questi oggetti ; nulla di simile è dato ipotizzare che fosse in possesso di chi li ha prodotti. Occorre pensare piuttosto ad una somma di conoscenze dedotte da esperienze tramandate nel corso dei secoli attraverso la presenza stessa degli oggetti che, sopravvissuti, danno una palese testimonianza di ciò che dal punto di vista costruttivo e strutturale è possibile ottenere con quei materiali. Sotto questa ottica l'esame dei Trattati di architettura per ciò che concerne il rapporto con il terremoto è abbastanza significativo ; il fondamento del trattato è l'esperienza ; esperienza significa anche incapacità di risolvere problemi che si manifestano all'improvviso, che durano pochi attimi e che per la loro carica distruttiva sembrano doversi subire come punizione divina : nulla vale contro le forze della natura comandata da Dio che scarica piogge di sangue, che fa ribollire i vulcani e che solleva gli oceani scaraventandoli contro città indifese di cui restano solo rovine e morte. Per sperimentare occorre avere il controllo di ciò che si sperimenta ; il terremoto non è prevedibile, sebbene molti segni premonitori ne suggeriscano il prossimo verificarsi ; l'esperienza può solo insegnare a distinguere tra le regioni quelle che per il saltuario e sporadico verificarsi dell'evento, ne sono soggette ; e tuttavia l'uomo continua ostinatamente a raccogliere le macerie ed a ricostruire nelle stesse regioni, negli stessi luoghi. Quindi la pratica costruttiva può soltanto porre interrogativi, dopo il terremoto, sul perché alcuni edifici orientati in un certo modo abbiano subito la rovina risparmiata ad altri edifici orientati in modo diverso. Certamente molto dipende dal « come » gli edifici sono stati costruiti, con quali materiali ; se sono state rispettate o meno le regole del buon costruire dalle fondazioni alle coperture. Ma la perfetta osservanza di tali regole assai spesso si manifesta non risolutrice del problema. Il terremoto è qualcosa in più, qualcosa che sconvolge i canoni del buon costruire e che richiede altri rimedi.

Questo è, in breve, la svolta della metà del diciottesimo secolo : la presa di coscienza di un fenomeno le cui conseguenze possono essere almeno parzialmente attenuate mercé l'introduzione, nell'apparato di regole e di canoni che costituiscono l'ossatura tecnica dei Trattati, di nuovi suggerimenti.

7.

Il Trattato di Eusebio Sguario è dedicato alla spiegazione delle cause interne del fenomeno e, cosa certamente straordinaria per quei tempi, vi è il tentativo — tentamen — primo di applicazione delle leggi della meccanica al moto della terra situata al di sopra della caverna ove avviene l'esplosione sotterranea ed al susseguente moto degli edifici sovrastanti.

Sguario si propone di usare la geometria e la fisica per spiegare gli effetti del fenomeno :

« ... Nonnulla tamen prostant a Philosophis simpliciter dicta quae ad causarum investigationem spectantia, quamvis mentem recreent, nondum id praestare valere, ut huiusmodi naturae effectus ad rerum humanarum utilitatem converterentur. Hoc igitur mecum ipse reputans, cum ex diligenti causarum indagine, Geometria duce, cognoverim, rem hanc eiusque provehi posse, ut in aedificiis erigendis, validissima rationum momenta adferret, quibus eadem, juxta quasdam Regulas condita, concussionibus resistere possent diutius, quod reliquum erat, maximumque pro eorum commodo, qui loca naturaliter huiusmodi aerumnis obnoxia incolunt, praesenti specimine evulgare non dubitavi ».

Né gli interessano le sue cause :

« Neutrum enim rite explanatum ; nec apud Physicos nec apud Mechanicos inveneram, atque adeo nunc primum utrumque mihi expediendum esse, antequam ad Architectonica documenta tradenda descenderem, necessarium sensi ... ».

Il punto di partenza dello Specimen dello Sguario è il disastro di Lisbona :

« Recens quae totius Europae animos commiseratione et dolore percussit, luctuosaque Ulissiponis floridissimae nobilissimaeque Portugalliae urbis calamitas anno 1755 Kal. novemb. terraemotu concussae et ad duos trientes usque dirutae, cum mihi renuntianta esset inter Geometrica studia versanti, incidit in mentem cogitatio perpendenti ... ».

Nei primi dieci paragrafi dà una rapida rassegna dei terremoti, delle cause escogitate e dei luoghi ove si sono verificati questi eventi ; nel paragrafo X richiama l'esperienza di Lemery ; nell'XI espone le più recenti ricerche di Hauksbeij, Amontons, Belidor ; poi immagina una caverna sotterranea sede dell'esplosione, spiega la meccanica del moto (par. XVI e segg.) e valuta la forza che solleva il suolo. Rivolge quindi l'attenzione agli edifici soprastanti (par XXIV) :

« ... visis, quae terraemotus, tum in abolitis terrae visceribus, tum etiam in ejus superficie profert, naturalis ordo postulat, ut aedificiorum ex eo lapsus et ruinas perpendamus. Omne enim opus hominum murarium ex quatuor parietibus angulariter conjunctis constat, vel muro in orbem ducto. Nonnulla aedificia, praecipua magnificentiora, et sacra, ita locata sunt ut quatuor eorum facies, quatuor majores mundi cardines aspiciant; minore vero, aliaquae plurima non item; pauca demum non consilio aliquo, sed fortuito adventu, eosdem cardines obtinent. Ei domus sit admodum ampla, praeter quatuor muros externos, interiores alii a fundamentis usque transversim eriguntur, atque afferibus, trabibusque interjectis, tota domus altitudo in plurima tabulata discriminatur; sic in singula domu praeter cellas inferiores, quae solo innituntur, omne cubiculum ... Omnes varietates, innumerosque casus, qui in hujusmodi ruinis accidere possunt, non enarrabo; ad propositum vero meum magis facit, ut quaenam aedificia ex terraemotu casura sint priora, quaenam contra concussionibus resistere possint diutius, perlustrem ».

Il paragrafo XLI è fondamentale; lo Sguario prende in esame due muri principali di un edificio in cui trovano appoggio le travi di sostegno dei solai e dimostra per quale motivo se ne ha lo sfilamento:

« Ast quos ejusdem aedificii muros huc usque aequa ratione inclinari supposimus, quia aequa ratione elevata a solo eorum centra gravitatis D, d , et C, c gerere percepimus, eosdem fingamus varia ratione inclinari, ex eo quia eodem contra C, c , diversam altitudinem obtineant: tali casu certimum est trabes, et contignationes pessumdari; nam cum ex diversitate inclinationis EF, ef , duo muri ex adverso positi AB , ab et sibi mutuo trabibus MN ecc. interjectis paralleli, necessarium parallelismum ad servandas, detinendasque in suis alvearibus C humilior est; contignatio trabibus mn sussulta uno fulcro n amisso concidere debet et ex vi percussiois concidentium ponderum totius domus ruinam secum ducere ».

La conclusione dell'opera è tutta nella raccomandazione di far sì che i centri di gravità delle due pareti siano alla stessa distanza dal suolo:

« Quae cum ita sint, maximum inde praestantissimumque fluit Architecturae documentum pro locis, quae terremotibus subjiciuntur: ut, nempe, bini oppositi parietes cujuslibet aedificii omnino aequales, cum figura, numero, magnitudine et situ fenestrarum, januarumque tum crassitie, delectu et distributione fictilium, saxorum et laterum compingantur ut inde ratum sit, utriusque muri centrum gravitatis aequabiliter a solo distare ».

Il Tentamen dello Sguario non ebbe molta fortuna, a giudicare dal fatto che soltanto un secolo dopo, precisamente nel 1857, a seguito del terremoto che colpì ancora quelle regioni napoletane, l'argomento viene ripreso con lo stesso intendimento di valutare le cause che producono il crollo degli edifici; tuttavia lo spostamento dell'interesse dalle cause del terremoto allo studio dei suoi effetti è ormai avvenuto, almeno in certi ambienti, sebbene soltanto a livello generale e non circoscritto all'esame dei danni prodotti agli edifici.

Con l'approfondimento delle ricerche sull'elettricità, ricerche sistematicamente compiute in Europa da G.B. Beccaria e da A. Nollet, riprese da A. Volta a partire dal 1763, si comincia a mettere in relazione il terremoto ed i

fenomeni vulcanici con le violente scariche elettriche che talvolta li accompagnano ; la teoria interpretativa del Bertholon e le relative conseguenze ebbero notevole successo ; nei volumi del Vivenzio già citati, viene suggerito l'impiego del para-terremoto di Bertholon così come lo troviamo descritto nel « Journal de Physique », agosto 1779 :

« Il faut — dice Bertholon — enfoncer dans la terre le plus avant qu'il sera possible, des très longues verges de fer, dont les deux extrémités, celle qui est cachée et celle qui se trouve au dessus de la superficie du globe terrestre, seront armées de plusieurs verticilles ou pointes divergentes très aiguës ... ».

Le teorie del Bertholon vengono subito riprese da G.B. Beccaria ; nella lettera settima delle sue opere³⁹ si legge :

« ... la genesi finora esposta del terribile fenomeno è totalmente analoga alle fisiche cause da noi addotte : il suo meccanismo ed i suoi effetti, che hanno colle forze elettriche la più stretta corrispondenza : tutto insomma va a rendere indubitato che, sebbene concorrano a formarlo gli aliti infiammabili, le fermentazioni sotterranee, l'aerea compressione, e la sua forza espansiva ; pure il principale agente, che ne sviluppa con l'accensione la forza e le scariche deve riferirsi al potere del fuoco elettrico qualor raccolto, accumulato e trattenuto da corpi o da sostanze coibenti, si apre da ultimo un rapido tragitto a quei luoghi, dove manca il suo equilibrio ... ».

E più oltre, nella lettera ottava, precisa il suo pensiero sulla connessione tra fenomeni vulcanici e terremoti :

« I terremoti hanno una connessione manifesta con i vulcani, ed essi pure amano di propagarsi per le catene dei monti ; e in essi pure, massime quando sono molto impetuosi, e si estendono ampiamente, suole corrispondentemente sgorgare nell'atmosfera alcuna parte del ruinoso fuoco ».

Il problema più pressante della stabilità degli edifici, ed in generale dei mezzi più idonei per sottrarsi ai danni dei terremoti, ha ormai conquistato l'attenzione degli studiosi ; il terremoto napoletano del 1783 fornisce lo spunto al Sarti⁴⁰ per segnalare, tutta una serie di rimedi suddivisi in due classi. Alla prima « appartengono i pozzi di Plinio, l'apertura artificiale di nuovi vulcani, le spranghe di Bertholon, la fabbricazione di una macchina che per tempo ci avvisi del moto ... ».

Alla seconda classe appartengono invece le modalità costruttive degli edifici e delle città nonché altri rimedi come il « letto paraterremoto » (una amenità suggerita da tal Guglielmo Della Valle e consistente in un letto ricoperto da una solida incavallatura di legno) e quello praticato da ognuno « ... di correr fuori dalle proprie abitazioni all'aperta campagna o almeno in qualche gran piazza ... ».

39. BECCARIA, G.B., *Opere T. II (Dell'Elettricismo)*, Macerata, 1793.

40. SARTI, C., *op. cit.*, C. XIV : « Se vi siano, e quali siano, i migliori mezzi per sottrarsi dai danni più ordinari dei terremoti ».

Quanto poi alle modalità costruttive :

« è regola di non permettere che le fabbriche si innalzino ad una altezza di molti piani. Il saggio Ministro di Napoli, che per la somma disavventura accaduta di fresco si applica con tutte le forze a riparare i danni della Calabria, saprà in proporzione del bisogno profittare di questa massima ... Nelle fabbriche della maggior altezza si presentano al terremoto due elementi che ne ingrandiscono mirabilmente la forza, cioè la resistenza, o l'ondulazione per un arco maggiore. Quanto più si oppone la resistenza alla forza motrice, tanto più ella diventa energica nel suo operare : e quanto più i pendoli oscillano in grande, tanto più si allontanano dal centro di detta gravità. Alla bassezza delle fabbriche debbono unirsi tre altre cautele di una somma importanza : e sono, la maniera di formare i fondamenti, l'arte di costruire le mura, e l'industria di incatenare un appartamento con l'altro ... Tornerà anche bene che si incatenino gli appartamenti collegando almeno le testate delle travi in guisa che una sia strettamente unita all'atra anche nel passaggio da una in un'altra stanza ... il medesimo vincolo ed unione dee farsi tra casa e casa quando si voglia fermare dei borghi e dei vicinati ad uso delle città e delle terre. È superfluo che io discorra dell'arena, delle calci e de' materiali che debbono scegliersi per la stabilità ; giacché i professori dell'arte da loro medesimi debbon sapere tali cose ... ».

L'accostamento tra queste massime ed il Tentamen dello Sguario è spontaneo. La parete, con il suo movimento è assimilata al pendolo ed alle sue oscillazioni ; ma la formulazione matematica del problema è ancora lontana. Concludendo queste raccomandazioni il Sarti tocca l'altro argomento di grande importanza, la relazione che ha la direzione del sisma nei riguardi della stabilità degli edifici in relazione alla loro forma.

Le fabbriche costruite in forma rotonda sono il punto d'approdo delle moderne ricerche tipologiche sull'edilizia in zona sismica, confortate da innumerevoli casi concreti in cui si è palesata la perniciosità della dissimmetria delle masse oscillanti ; un accenno specifico alla necessità di concatenare tra di loro gli elementi resistenti delle fabbriche in modo da evitare il pericolo della loro sconnessione sotto l'azione del sisma lo si trova, con esplicito riferimento al terremoto, nel Sanvitali⁴¹, alla prima parte del suo trattato, dedicata alla solidità o fermezza degli edifici ; e lo si ritroverà, come vedremo fra breve, nelle raccomandazioni emanate dal governo borbonico subito dopo il terremoto dell'83.

Della solidità deli edifici, ancora con specifici accenni al problema del terremoto, parla anche il Milizia, come si è visto, nel suo Trattato ; qui il discorso è più generale, rivolto a sensibilizzare i governi alla necessità di formulare apposite leggi ed alla definizione delle misure da prendere per il loro rispetto :

41. SANVITALI, *Elementi di architettura civile*, Brescia, 1765.

« ... Gli artisti moderni par che abbiano perduto il gusto della solidità. Si dubita se le loro opere possono sostenere l'assalto appena di tre secoli. In una delle cospicue capitali d'Italia le case hanno più breve durata della vita degli uomini, e quasi ogni anno ne rovinano parecchie, né senza strage e spavento degli abitati ... Qualunque ne sia la causa, il pubblico sarà sempre esposto ai dannosi effetti, se chi presiede alla pubblica felicità non si incarica di un piano di savi regolamenti sopra l'architettura, e di una incessante vigilanza in eseguirli »⁴².

Dunque la fabbrica è solida quando è in grado di resistere per lunghissimo tempo anche agli « urti accidentali » ; e sulla solidità, e sul modo di conseguirla, il Milizia ha già dato precetti, suggerimenti e regole di calcolo. C'è il problema però del terremoto ; il ricordo del terremoto di Lisbona è ancora troppo vivo nella memoria degli uomini perché possa tacersi ; e, soprattutto, occorre prendere una posizione contro una crescente opinione secondo la quale le abitazioni, gli edifici, tutta l'architettura costretta a fare in conti con il terremoto deve rivedere le proprie posizioni e le problematiche interne per piegarsi alla esigenza della assoluta modestia dimensionale che il terremoto impone.

Nel volgere di pochi anni sarà proprio il terremoto di Messina e Reggio dell'83 a riproporre in termini drammatici il problema degli edifici in zona sismica. La notizia della catastrofe arrivò a Napoli dieci giorni dopo ; Ferdinando IV inviò in Calabria il vicario generale Don Francesco Pignatelli con il compito di provvedere alle necessità più urgenti ; poco dopo partirono da Napoli due gruppi di ingegneri e di scienziati aventi il compito di relazionare sulle entità dei danni e di predisporre i piani di ricostruzione.

Ed è a questo evento che può farsi risalire la prima normativa italiana, e probabilmente europea, per l'edilizia in zone sismiche ; normativa la cui validità sarà evidenziata in senso positivo ove rispettata, negativamente ove trasgredita⁴³, poco più di un secolo dopo, nel ben più tragico terremoto di Reggio e Messina del 1908.

Il 20 marzo del 1784, con apposita legge⁴⁴, si resero obbligatorie le

« norme tecniche ed edilizie per ricostruire le case distrutte ».

42. Tanto qui, quanto nel precedente lavoro citato dal Sarti, il riferimento è costituito dal terremoto del 1783 ; ciò fa meditare sulla prontezza della risposta fornita dagli addetti ai lavori alla vastissima problematica che il sisma genera.

43. Una documentata relazione fotografica su questo terremoto è stata ristampata recentemente, (1977), su precedente edizione, (1909) dalla Libreria Bonansinga di Messina. Le testimonianze di quanti tra giornalisti, scrittori, poeti, uomini politici visitarono Reggio e Messina all'indomani della catastrofe del 1908 sono raccolte in *Il terremoto di Messina. Testimonianze e polemiche giornalistiche*, Roma, 1962.

44. Le date sono abbastanza certe ; ma sulla questione della ricostruzione e delle modalità da tenersi andrebbe svolto uno studio approfondito. I riferimenti fondamentali sono nella capitale opera di I. Principe già citata.

Frattanto venivano impiegate, come asilo per le popolazioni, le baracche di legno di cui Goethe ha lasciato testimonianza nel suo diario. Baracche, regolamenti e Cassa Sacra —

« ente autonomo destinato ad introitare tutte le rendite dei luoghi pii della Calabria ulteriore, da impiegarsi nella ricostruzione della medesima ». —

richiamano alla mente ben più recenti e tanto più sinistre ed ambigue se paragonate a quanto la situazione, le conoscenze attuali e la potenza tecnologica di cui ci si vanta farebbero supporre che si sarebbe potuto fare o, meglio, prevedere. Ma questo sembra essere il nostro destino, e non modificabile. L'unica magra consolazione, se così si può dire, in cotante tragedie, ci è fornita dalle parole di C. Plinio Secondo :

« Motus enim terrae sileantur et quicquid est ubi saltem busta urbium exstant, simul terrae miracula potius dicamus quam scelera naturae. Et Hercule, non coelestia enarratu difficiliora fuerint : metallorum opulentia tam varia ... medicatorum fontium vis, ignium et locis emicantium perpetua tot saeculis incendia, spiritus letales ... ».

Non diversamente da Plinio, Immanuel Kant⁴⁵ chiuderà la sua descrizione dei terremoti con le parole :

« Malgrado tutte queste disgrazie prodotte da terremoti, sono essi nonostante utili, e sembrano influire sull'esistenza generale. I bagni caldi, per esempio, e le acque minerali, il zolfo, e le miniere ed i metalli, probabilmente non sussisterebbero senza la fermentazione intorno ad essi ... ».

8.

Volendo ora riassumere i termini del discorso per seguirne le tappe della evoluzione ritengo che si possano individuare quattro direttrici fondamentali distinte che con alterne fortune ed imprevedibili sviluppi approdano ai nostri giorni.

Il Tentamen di Eusebio Sguario rappresenta, che io sappia, il primo esperimento teorico di applicazione delle leggi della Dinamica al moto di un edificio sotto l'effetto del sisma. L'edificio considerato è estremamente semplice, quasi un « modello meccanico » diremmo oggi ; se poi si riflette sulle date si comprende anche la limitatezza del contenuto e la grossolanità della formulazione teorica del problema : è certamente vero che Newton aveva già composto la sua opera capitale e che Eulero e D'Alembert avevano dato sistemazione definitiva alla Dinamica. Ma come ben sanno coloro che praticano questi sentieri, nulla di assimilabile al problema di un edificio che oscilla sotto l'azione di carichi dinamici è contenuto nelle opere allora in circolazione. E non soltanto allora.

45. Il concetto, che è dominante nel pensiero di Kant, è chiaramente espresso un pò ovunque nei tre saggi citati. La citazione è tratta però dalle *Lezioni di geografia fisica*, Milano 1809 (IV volume) raccolte durante l'insegnamento viennese di tale disciplina.

La Statica applicata alle costruzioni si avviava, proprio alla fine del secolo, ad un periodo di stasi sottolineato dalla stanchezza del dibattito che veniva portato avanti su temi particolari, come potevano essere il calcolo degli archi o delle cupole in muratura, nei quali dominava ancora l'ipotesi della rigidità del materiale ; o sulla esatta posizione dell'asse neutro nelle travi inflesse, argomento già sufficientemente discusso dai Bernouilli e da Leibnitz, per non citare che i maggiori, ma a livello di Accademie scientifiche e tuttavia non ancora definitivamente sistemato. Per tutto il Settecento la teoria accreditata nei Trattati di Meccanica, o di Architettura con aperture verso la Statica, fu quella galileiana per le travi e quella del De la Hire per gli archi. L'ultima memoria di rilievo su questi problemi venne presentata da C.A. Coulomb all'Accademia delle Scienze di Parigi nel 1773 ; tra questa e la creazione della Teoria dell'elasticità corrono quaranta anni circa nei quali nulla di nuovo può essere detto. E, significativamente, nulla verrà detto dopo, sino ai nostri giorni, perché la nuova teoria fu subito condizionata dalla comparsa del ferro come materiale costruttivo.

I progressi della dinamica delle strutture sono troppo recenti, nella loro accezione sismica, e comunque limitati all'ambito di ipotesi che trovano riscontro soltanto tra i materiali con comportamento, almeno iniziale, lineare. Della dinamica delle ossature murarie, del loro comportamento sotto carichi rapidamente variabili si sa oggi quasi nulla, in campo teorico : si sa ciò che i terremoti insegnano ed hanno insegnato ovviamente solo dopo che essi si sono manifestati. Così abbiamo imparato a leggere dalle fratture che osserviamo *dopo il terremoto* quale direzione ed intensità ha avuto proprio in base ai danni che ha prodotto. Il trattatello di Eusebio Sguario costituisce tuttavia la prima tappa di un percorso, la nascita di un ramo dal tronco della Dinamica, che per molti anni sarà destinato a restare allo stato di spunto ; nessun cenno, nessuna ricerca che abbia perfezionato le idee dello Sguario si trova per le applicazioni della Dinamica agli edifici. Né ciò può sorprendere : la trattazione rigorosa del problema, ancorché sotto ipotesi che nella ossatura muraria sono ben lungi dall'essere verificate, e comunque di un problema per certi versi assai più semplice, è del 1829 ed ha come autore Simon Denis Poisson. È nello celebre⁴⁶ suo « Mémoire sur l'équilibre et le mouvement des corps élastiques » che vengono messe in luce, trattando del problema delle vibrazioni libere di una sfera, i due tipi di onde, longitudinale e trasversale, che ne definiscono il comportamento. Assai più tardi, nel 1862, Alfred Clebsch darà al problema una formulazione assai più generale nella sua *Theorie der Elasticität fester Körper*⁴⁷ e finalmente, nel 1887, sarà Lord Rayleigh a scoprire il terzo tipo di onde, le superficiali, che portano appunto il suo nome. Da queste ricerche nasce la moderna Geodinamica ; la quale

46. *Mém. Ac. Sc. Paris*, 1829 T. VIII.

47. Leipzig, 1862.

fornisce soltanto uno degli ingredienti del problema del comportamento degli edifici di zona sismica. L'altro ingrediente, quello delle vibrazioni di lamine, travi, piastre, membrane ecc., a comportamento lineare elastico, ha sviluppi paralleli ma origini più antiche legate alla scoperta delle equazioni del moto ; e tuttavia agli sviluppi di questo settore della Dinamica non possono in alcun modo ricondursi i problemi posti dagli edifici in muratura. Troppa differenza c'è tra il materiale che le costituisce e quello, ideale, che viene assunto come costituente nei casi esaminati. Del resto si possono addurre documenti assai significativi della situazione delle ricerche in questo settore : nel 1857 un violento terremoto colpisce ancora il Regno di Napoli, a pochi anni dall'altro, non meno catastrofico, del 1851. L'Italia, e quella meridionale soprattutto, offre l'ambiente ideale per questo tipo di indagini, il teatro più accessibile agli ambienti scientifici europei. Robert Mallet, pubblica a distanza di cinque anni, dopo una meticolosa campagna di osservazioni condotta sui luoghi del disastro, un volume di grandissimo interesse, oltre che di gradevole lettura per ciò che traspare dall'impatto dell'« inglese » con gli interlocutori più disparati. Il « Great Neapolitan Earthquake », pubblicato a Londra nel 1862⁴⁸, si apre con la fredda dichiarazione concernente l'uso scientifico degli effetti del terremoto :

« On the 16th December, 1857, an earthquake of great violence visited several of the southern provinces of the Neapolitan Kingdom ... An earthquake, like every other operation of natural forces, must be investigated by means of its phenomena or effects. Some of these are transient and momentary ... But others are more or less permanent, and, from the terrible hand writing of the overturned towns and buildings, may be deciphered more or less clearly ... ».

Prosegue poi con la esplicitazione del metodo di indagine, nuovo, che è stato escogitato per determinare in base alla osservazione degli effetti prodotti, velocità e direzioni delle onde sismiche :

« The method of investigation which I purposed to adopt is based upon very obvious truth, that the disturbances and dislocations of various solid objects by the shock of earthquake, if carefully observed with reference to their directions and extent of disturbances, and to the mechanical conditions in play, must afford the means of tracing back from these effects, the directions, velocities, and other circumstances of the movements or forces that caused them. This mode of examination, strange to say, appears to be perfectly new ... ».

Le chiavi di volta del procedimento sono fornite da due grandi classi di osservazioni dedotte dal comportamento di edifici lesionati o completamente distrutti — anche sul modo che gli edifici hanno di farsi distruggere dal terremoto si può fare scienza — e dalle presumibili traiettorie percorse da elementi funzionali o decorativi sbalzati a terra dalle loro originarie posizioni :

48. MALLEY, R., *Great Neapolitan Earthquake of 1857. The First Principles of Observational Seismology*, London, 1862.

1st) *Fracture or dislocations chiefly in the masonry of buildings which afford two principal sources and sorts of informations ...*

2nd) *The overthrow, or the projection or both, of bodies, large or small, simple or complex ... ».*

L'interesse dell'opera del Mallet non sta nella finalit  che l'autore persegue — egli   infatti un geologo e in tale ambito sono confinati i suoi interessi — quanto nella ricchissima documentazione grafica che mostra ancora una volta gli stessi luoghi, le stesse devastazioni, le stesse immagini che si ritrovano nelle tavole che descrivono gli effetti del terremoto del 1783 e che si ritroveranno dopo qualche decina d'anni nel terremoto del 1909. Epper  le osservazioni e le conclusioni sulle cause, intrinseche ai manufatti edilizi, che ne hanno prodotto la rovina sono significativamente le stesse :

« The effects produced by precisely the same shock, acting upon buildings differing in position, construction, material ecc., are so great, that it will be necessary ... ».

I parametri fondamentali che determinano il comportamento dei fabbricati sono elencati con grande lucidit  :

1) *The form, magnitude, height, and unsymmetrical character of construction.*

2) *The form of the surface of foundation, and the relations of buildings in juxtaposition, as in towns.*

3) *The class of masonry and materials, their flexibility and elasticity ecc.*

4) *The reactions on roofs and floors, and of these again, upon the other parts of buildings.*

5) *The effects of apertures in walls, as gateways, doors, windows ecc ».*

Il sisma pu  produrre il ribaltamento, come di un unico blocco, dell'edificio :

« ... The final dissolution and fall of every compound structure in masonry, occurs by the successive development, of two stages of dislocation. Were it possible that a building could be overturned by the shock, as a whole, the conditions of its overthrow, would of course depend simply upon its « moment of stability ... ».

Ma pu  anche produrre, per accumulazione di danni successivi e repentini la disgregazione dell'edificio :

« In all other cases, however, the great fractures are produced in the first instance, which break up the whole, into a number of distinct, and more or less independent masses. The immediately subsequent movements of each of these, depends upon its own moment of stability, in as far as it is unsupported, or unsuspected by the stability, or by the fall of others. The disintegration of the building — vit., whether it shall split up at all — depends, as we have seen, upon :

1) *The direction and the velocity of the wave, directly, and the density of the materials.*

2) *Upon the tenacity and bond of the materials, inversely, and upon the form and magnitude of the structure ».*

Tutto si riduce, si vedano le parole conclusive del Mallet, a rilevare « come » sono rovinate le case, gli archi, le colonne per poter ricavare, con le leggi della meccanica, le forze che sono occorse a produrre tutto ciò, il loro punto di nascita e di diramazione :

« ... In the ancient churches of Southern Italy, that nine centuries ago here founded by Lombard or Norman hands, in the massive walls of the Coliseum, the arches of the Campagna, the shattered columns of the Forum, we can still ascertain the direction, in which the shocks were delivered, and even approach to measure the forces, by which, while England was receiving its first Norman lords, these churches were ruined, and centuries before that, and the edifices of the Imperial city, were overturned and destroyed ... ».

Non ho verificato la esattezza delle conclusioni del Mallet circa le rovine dei Fori Romani e del Colosseo ; forse vi sono delle esagerazioni mestiere, prodotte dalla cieca e ferma fiducia in ciò che si è escogitato per dare conto delle ragioni che presiedono alla rovina — ma questa non è di sicuro ascrivibile sempre e soltanto al sisma — delle fabbriche. E tuttavia, al di là dell'interesse del geologo, affiorano nelle minuziose descrizioni dei luoghi visitati le notazioni di una realtà che è sempre la stessa⁴⁹ :

« ... muri che sono sovente un insieme di pietre piccole, informi o, peggio, rotonde e lisce, avviluppate da malte incoerenti ; costruzioni con mattoni crudi, seccati al sole, collegati con fango e ricoperti con un intonaco di calcina che nascondeva, si direbbe, la loro compassionevole fragilità ... ».

Queste case, costituiscono casi indecifrabili per il nostro geologo ; il procedimento inverso effetto-causa, il tentativo di risalire dalle probabili traiettorie dei blocchi disseminati qua e là alle forze che tali traiettorie hanno prodotto si risolve in un fallimento al cospetto di un cumulo informe di macerie in cui più nulla è distinguibile.

9.

Il terremoto sul quale Robert Mallet costruisce la sua « Observational Seismiology » segue di pochi anni quello che nel 1851 ha colpito le stesse zone. Ancora una volta abbiamo la testimonianza diretta degli ingegneri inviati immediatamente sul luogo del disastro per dare conto della entità dei danni e del numero delle vittime. Il senso di scoramento che traspare dalla relazione che questi fecero è enorme ; nessuna opera umana può resistere alle forze della natura ; nessuna teoria è in grado di preannunciare il sopraggiungere della catastrofe ; è pur vero che si cominciano a costruire stazioni ed osservatori sismici dove vengono installati i primi rudimentali sismografi ; ma il loro obiettivo primario è tutto concentrato nella indagine che le tracce lasciate dal sisma consentiranno di sviluppare sulla collocazione dell'epicentro e sulla direzione delle onde. Il terremoto non ha risparmiato neppure i monumenti⁵⁰ :

49. MASCIARI, F., *Genovese : Trattato di costruzioni antisismiche*, Milano, 1915.

50. FECCI, G., *Relazione dei tremuoti di Basilicata del 1851*, Napoli, 1853.

« ... questa regione, teatro di mille politici avvenimenti, serbava tuttavia incolumi i monumenti dell'intera storia patria : questi preziosi retaggi però delle passate vicende, oggi ridotti in mucchi di sfasciumi, non potendo più risorgere, non ne resterà che una dolorosa rimembranza ».

Neppure le fabbriche rotonde, perfettamente eseguite, hanno potuto sopportare le scosse :

« ... Dopo settecento anni che giacquero addossati gli uni altri quegli enormi macigni destinati alla costruzione di quel gigantesco campanile, cinto di merli ghibellini da Federico II, questo portento della potenza normanna in un baleno cadde in rovina. Il castello malfitano torreggiava ancora incolume quando le più famose rocche, le più gigantesche torri e le più colossali fortezze del Reame, elevate contemporaneamente o qualche secolo dopo non eran più... la sola potenza dalla natura rovesciar potea in un istante questo gigantesco monumento ! ... »⁵¹.

La relazione da cui è tratta la citazione offre una dettagliata descrizione dei danni e, come era allora consuetudine, è conclusa da un « giornale meteorologico » contenente la registrazione di tutti i fenomeni naturali ritenuti anormali, dai quali trarre per il futuro e per confronto con altri analoghi giornali, la previsione del sisma ; analoga operazione era stata concepita anche in occasione del sisma del 1783 e con i medesimi risultati : lunghissime, interminabili descrizioni di luci abbaglianti, di tuoni sotterranei, del permanere per più giorni vedi pagina seguente temperature anomale rispetto alla stagione, di pozzi improvvisamente essiccati e di laghi sorti ove prima non vi era traccia di acqua. Il quarto capitolo di questa relazione dedicato alla descrizione dei fenomeni del terremoto :

« Tutte le piazze e le vie rese inafficabili da monti di rottami ; mura cadute o cadenti ; tetti sfondati ; i più solidi edifici abbattuti e le loro più grosse pietre balzate in lontano ; travi mezzo sepolte e mezzo sporgenti ; ed altre pendenti o stranamente incrocciate formano ponte per sostenere altri monti di rottami ... ».

I disegni che accompagnano la relazione sono assai poca cosa se confrontati con quelli dell'83 o con la ricchissima e preziosa raccolta del Mallet ; e tuttavia rendono con buona fedeltà — ciò può dirsi oggi per ciò che è dato vedere nelle zone colpite dal sisma — la natura dei danni subiti dalle fabbriche. Certamente dovette creare una impressione di impotenza e di fatalità la generalizzazione della catastrofe che aveva abbattuto tutto, senza alcuna discriminazione tra case povere e dimore di miglior fattura :

« ... Non altrimenti avvenir dovea ; poiché se la cagione di questi fatali sconvolgimenti è tanto profonda quanto sembrano indicarlo i varii fenomeni che l'accompagnano, il meschino tugurio del misero, e la superba torre del potente, l'altera crosta di alpestre monte, e la dolce vetta di amena collina dovevano egualmente sperimentare i luttuosi effetti ... ».

51. È la descrizione delle rovine della torre di Melfi, rappresentate nella Tav. VI.

Ma una differenza c'è, a parere dell'autore della relazione ; e sta in ciò, che se alla forza dei terremoti cedono i più colossali edifici :

« ... quelli di ben intesa costruzione non sono i primi a scrollare e danno scampo almeno di salvarsi a chi vi dimora ... ».

Ancora una volta sono sotto accusa le tecniche costruttive e i materiali impiegati :

« ... le gravi ruine dei paesi della regione del Vulture sono in gran parte dovute alla natura dei loro fabbricati. Difatti, profittando quei naturali delle loro lave, costruiscono le mura e le volte di cui coprono tutte le stanze aggiustando alla meglio le pietre come vengono grandi e piccole, e senza squadrarle, e congiungendole poi con cemento di non buona qualità il quale perciò col volgere degli anni invece d'impietrirsi facilmente si sgretola. Se questi fabbricati al forte balzar della terra si ridussero in monti di rottami, per la regolare costruzione, per lo intaglio ed assetto delle pietre e per la bontà del cemento il monumentale castello di Melfi, l'Episcopio ed il campanile del Duomo, quantunque in pessima condizione ridotti, ed in parte rovinati, sorreggono ancora per destare in chi gli ammira l'idea della loro antica grandezza... ».

Le tavole VI, VII e VIII della relazione — litografie su « disegni dal vero » — riguardano appunto Melfi ; e si possono riconoscere con attenta osservazione edifici semi diroccati con fratture assai significative (come noterà anche il Mallet) ma non totalmente abbattuti : e sono gli edifici di maggior rilievo come il castello ed il Duomo ; ciò fa logicamente supporre che allo scoramento iniziale che traspare dalle prime parole, e che fa accomunare in un unico destino tutti gli abitanti e tutte le loro pur diverse dimore, si sostituisca pian piano una visione più pacata dei fatti ed una descrizione più attenta al reale svolgimento del fenomeno. Più difficile appare il compito della ricostruzione ; con quali tecniche e con quali accorgimenti si debba riedificare non è ancora chiaro ; né l'esperienza di Reggio e Messina può essere messa a frutto poiché i sistemi allora escogitati non hanno ancora avuto il battesimo del sisma. Le teorie del terremoto sono ormai attestate sulla direttrice emergente ; l'elettricismo come causa scatenante ha già concluso la sua effimera parabola :

« ... Per tutte queste ed altre non ancora investigate cause modificanti gli effetti delle sotterranee forze, quali norme serbare per la riedificazione delle distrutte città e per la ricostruzione dei crollati edifici ? Ogni suggerimento manca di un carattere, almeno probabile, da meritare fiducia ... ».

Unico rimedio consigliabile è nell'uso delle catene, il solo espediente atto a contenere i movimenti relativi delle pareti murarie per quel tanto di solidarietà che viene ad esse conferito. L'idea di solidarizzare le pareti di una costruzione muraria mediante l'introduzione di pali e travi di legno, ancor prima che di ferro, è antichissima come attestano recenti reperti archeologici dell'area egea nei quali sono state scoperte murature attraversate obliquamente da pali, talvolta abbrustoliti, con funzione antisismica, progenitori di

una recentissima tecnica di consolidamento che ha oggi molta fortuna e non sempre spiegabile. Ma il prof. Paci, che stendeva la relazione sui danni del sisma del 1851, giunge alla conclusione di suggerire l'impiego di tale tecnica attraverso considerazioni che devono salvaguardare la sua posizione di scienziato, membro di svariate Accademie, nonché di professore di Fisica nell'Accademia di Marina del regno napoletano. All'Accademia delle Scienze di Napoli, il 23 Gennaio del 1852, era stata letta dal segretario perpetuo Vincenzo Flauti una « Memoria sulle concussioni e sù tremoti » scritta da Nicola Fergola,⁵² ma non pubblicata, all'indomani del terremoto di Isernia del 26 Luglio 1805 : le concussioni sono gli scuotimenti, cum-quotere ; e sono, con i terremoti, in rapporto di effetto-causa per quanto concerne gli edifici. Dello studio del Fergola non è dato saper di più quanto è stato riassunto dal Flauti, che ne era stato allievo ; e tuttavia le proposizioni-teoremi enunciati sono già significativi del mutato atteggiamento e della presa di coscienza di un fenomeno che, deve essere indagato, e razionalmente, attraverso gli effetti visibili :

« ... Nello spiegare filosoficamente i tremoti non debbonsi ammettere altre cagioni che le sole vere, e le sufficienti a ispiegare queste cose, cioè le diversità dei moti che un forte terremoto suol impartire à corpi terrestri, la sorprendente forza, la costante direzione delle ondulazioni, il loro isocronismo, l'istantaneità nel propagarsi i detti moti, e la discontinuità nell'impartizione de' medesimi moti, le loro repliche... ».

L'ultima proposizione del Fergola, riportata dal Flauti, stabilisce le differenze di comportamento statico e dinamico degli edifici, per cui :

« Nè forti tremoti i maggiori e più robusti edifici son di meno resistenza de' minori ; laddove nello stato di quiete i primi hanno più consistenza de' secondi ».

Di qua le deduzione dell'uso vantaggioso delle catene di ferro per la funzione che esse esplicano durante il sisma. Le conclusioni di Fergola richiamano alla mente le considerazioni svolte da Kant sul modo usato dagli abitanti del Perù per costruire le loro case antisismiche ; ma ora è la scienza, ancorché ai suoi primi approcci al problema della stabilità sismica dei fabbricati, a dettare i primi suggerimenti. A queste conclusioni si attiene il Paci nella sua relazione richiamandosi esplicitamente ai « teoremi » di Fergola ed ai « corollari » che suggeriscono nell'uso delle catene di ferro un possibile rimedio contro il terremoto. Naturalmente anche in occasione di questo evento si pone il problema di creare alloggi di fortuna per il ricovero degli abitanti che hanno avuto le proprie case distrutte o danneggiate : e la soluzione — come ancora oggi accade — sta nella rapida costruzione di baracche, di legno allora, di lamiere, cementi prefabbricati e containers oggi. Dove costruire tali agglomerati provvisori ; dove e come ricostruire le città danneggiate ; come

52. FERGOLA, N., *Memorie sulle concussioni*, in *Atti R. Acc. Scienze*, Napoli, 1852.

spostare in blocco migliaia di persone e quali servizi organizzare per la loro sopravvivenza ; dove trovare le risorse finanziarie per far fronte ai molteplici problemi sempre presenti ma che il terremoto ingigantisce nella loro cruda ed immediata realtà : questo è l'altro aspetto del rapporto tra Architettura e Terremoti che pur andrebbe indagato per le trasformazioni palesi o latenti che produce sul territorio⁵³. La relazione del Paci tratta questi problemi ; qui interessa solo il « metodo per la costruzione delle baracche » per le quali occorre legname, ferramenta, tegole ; ma soprattutto occorre personale qualificato e specializzato per tali incombenze. Le baracche costituiscono il primo intervento delle autorità in favore delle popolazioni colpite dal terremoto ; la loro struttura è codificata da secoli di impiego per le occasioni più disparate in cui queste costruzioni di emergenza trovano impiego. Così si esprime, ad esempio, il Cesariano nella sua edizione del Vitruvio⁵⁴ :

« ... Vole indicare non solum in qual modo fabricare de lignami si come etiandio si usa in la Germania et molte altre regioni : questo etiandio si usa in la campagna dove se fano le ... fere de mercantie in liquali loci si fanno de asse sono dicte capane ... ».

Ma sono capanne-baracche da fiera per esporvi mercanzie o animali in occasione di mercati ; appunto come scriverà Goethe⁵⁵, « dove si fanno vedere a pagamento gli animali feroci o altre curiosità » ; destinati a ben altri tempi d'uso che quelli che sarebbe lecito immaginare. Ed anche questo oggi come allora. La testimonianza viene, appunto, da Goethe. Nella lettera spedita da Messina l'11 Maggio del 1786, cioè tre anni dopo il terremoto dell'83, così scriveva :

« ... Dopo l'immane catastrofe che colpiva Messina e uccideva dodicimila abitanti non era rimasto un tetto per trentamila superstiti ; la maggior parte delle case era crollata ; quelle che erano rimaste in piedi non offrivano, per le mura tutte lesionate, alcun rifugio sicuro ; si pensò allora a costruire in fretta e furia a nord della città, in una estesa pianura, una città di baracche ... Avevamo appena espresso alla nostra guida il desiderio di visitare internamente una delle baracche più grandi, del resto non più alte di un piano, e di osservare l'arredamento e quel tenor di vita improvvisata ... Entrammo nella baracca, costruita e coperta di tavole di legno. L'impressione è stata proprio quella che fanno i baracconi delle fiere, dove si fan vedere a pagamento gli animali feroci o altre curiosità. L'ossatura del legname era visibile tanto alle pareti quanto sul tetto ... ».

La testimonianza di Goethe, qui in veste di acuto naturalista intento ad osservare e a descrivere il « luogo ove fioriscono i limoni », lontano dagli sfarzi e dalle magnificenze dei salotti della capitale, è preziosa ; le cause del disastro di Messina sono limpidamente riassunte nella lettera del 13 Maggio :

53. Si veda il saggio di P. BEVILACQUA, *Catastrofi, continuità, rotture nella storia del mezzogiorno*, in *Laboratorio Politico*, 5, 6, 1981.

54. CESARIANO, C., *Commento al Vitruvio*, L. II, XXXII, Milano, 1521.

55. GOETHE, W., *Viaggio in Italia*, Firenze, 1959.

« Nulla di più tragico che lo spettacolo della cosiddetta Palazzata, una serie di palazzi a falce di luna che incorniciano la spiaggia per il tratto di un quarto d'ora. Erano tutti edifici a quattro piani e costruiti in pietra ; di questi alcune facciate sono rimaste ancora in piedi fino al sommo della cornice, altre son crollate fino al terzo piano, al secondo, al primo ; ... nell'interno le abitazioni propriamente dette son tutte sfasciate. La ragione di questo fenomeno singolare è che, per seguir l'esempio del brillante piano architettonico tracciato dai proprietari più ricchi, i vicini, meno facoltosi, in un'apparente gara di sfarzo, avevano mascherato, dietro alle facciate nuove costruite in pietra viva, le loro vecchie case murate con ciottoli grossi e piccoli tenuti insieme con molta calce. Una struttura simile, poco sicura per sé, sfasciata e frantumata dall'orrenda convulsione, non poteva non rovinare completamente ... Che poi la cattiva costruzione delle case, dovuta a mancanza di pietre nei dintorni, sia stata la causa precipua della rovina totale di Messina, lo dimostra anche la resistenza opposta dagli edifici più saldi. Il collegio e la Chiesa dei Gesuiti, massime costruzioni in pietra, stanno ancora in piedi, incolumi nella loro originaria solidità.

Come si vede, dunque, le conclusioni sono sempre le stesse ; vi è di più ; Goethe è spettatore di una catastrofe che si è consumata tre anni prima :

« Ed eccoci arrivati a Messina ... Questa nostra risoluzione ci ha offerto fin dai primi passi lo spettacolo più orrendo di una città distrutta : abbiamo percorso a cavallo il tratto di un quarto d'ora attraverso rovine e rovine prima di arrivare allo locanda, l'unica abitazione ricostruita in tutto il quartiere, e che perciò dai balconi del piano superiore non presentava che la vista d'un deserto frastagliato di macerie ... ».

Che tre anni dopo la tragedia i luoghi non fossero stati sgomberati dalle macerie può anche non destare sorpresa ; ma lo svolgersi dei fatti dopo il terremoto può servire a chiarire le ragioni della successiva catastrofe, quella del 1908. La questione fondamentale che si pone all'indomani del 6 Febbraio 1783 è il disgombramento delle macerie, chi deve pagare, e come, tali operazioni. Ne scrive Ferdinando Galiani,⁵⁶ il celeberrimo autore, ventunenne, del Trattato della Moneta, all'epoca impiegato come una sorta di direttore generale del Ministero del Commercio del Regno delle Due Sicilie, in una delle tre lettere⁵⁷ spedite ad ignoto destinatario nel Novembre del 1785. La prima di queste lettere contiene le « avvertenze che debbono aversi nel riedificare i luoghi distrutti dal terremoto » e ricalca, come vedremo, le stesse disposizioni emanate dal vicario del Re, il generale Francesco Pignatelli :

56. Personaggio chiave, con il Generale Pignatelli, della struttura amministrativa creata per far fronte ai problemi prodotti dal sisma ; si veda nei testi richiamati in nota 25.

57. A Ferdinando Galiani è dedicato in intero volume — che contiene anche queste lettere — della collana. *La letteratura italiana, Storia e Testi. Illuministi italiani, VI, opere di F. Galiani*. A cura di F. DIAZ. Le lettere sono scritte sotto forma di « Pensieri vari di F.G. sul tremuoto della Calabria Ultra e di Messina ».

- 2) *Le strade maggiori non debbono aver meno di 24 palmi napoletani di larghezza ; le minori non meno di sedici palmi. Non importa molto che sian dritte, ma importa assaissimo che sian carreggiabili quanto più si potrà.*
- 3) *Le case non dovranno avere più di quaranta palmi di altezza di muro fino al tetto. Per le chiese si potranno conceder dieci palmi di più, o sia cinquanta palmi. Non vi dovranno esser né torrette nelle case private, né campanili o cupole nelle chiese.*
- 5) *Acciocché si faciliti e s'incoraggisca la riedificazione, dovrà ordinarsi che la Università ed i baroni abbandonino ai particolari tutti i materiali delle mura, torri e castelli diruti del luogo, i quali siano primi occupanti senza che debbano pagarne niente. Parimente si abbandoneranno ai riedificatori tutti i materiali delle chiese, cappelle e conventi diruti, dei quali non sia stata concessa dal Re la riedificazione.*
- 11) *E finalmente è necessario mandar da Napoli i migliori capi mastri affinché le costruzioni riescano solide e ben intese in architettura, scienza che in Calabria s'ignora all'intutto.*

La terza lettera fondamentale per la catastrofe economica prodotta dal sisma e per le conseguenti misure da prendere, non è interessante ai nostri fini ; la seconda è invece illuminante per ciò che accadrà un secolo dopo circa :

« ... se, per rigorosa giustizia fossero tenuti i soli infelici proprietari delle case cadute o pericolanti a pagarne lo sgombero, e con qual sorta di ratizzo tra loro, o se vi dovessero concorrer anche i possessori delle case non cadute ... Ben giusto è però che, non facendosi lo sgombero per conto de particolari, ma d'una cassa regia, resti il valore de materiali utili al rifabricamento a profitto di quella stessa cassa che ne ha fatto il nettamento. Questi si sono ammassati in quegli stessi spazi dove sono caduti. Sarebbe conveniente mettervi un prezzo fisso, e arriffato ad una dolcissima valutazione per incoraggiare maggiormente coloro che vorranno rifabricare, a comprarseli e rimettergli in opra, dando la preferenza ai più solventi ».

Non è azzardato ritenere, dato il prestigio dello scrivente, che il suo parere venisse accolto ; risolto brillantemente il problema economico del costo dello sgombero e del riutilizzo delle macerie, rimane il ben più grave problema della affidabilità che una ricostruzione siffatta avrebbe avuto. Nelle norme emanate dal Pignatelli, ed affidate per l'attuazione agli ingegneri Winspeare e La Vega, non si fa cenno di tale utilizzo ; l'ingegnere G.B. Mori, generale del genio militare, stilandole aveva prodotto, con buona probabilità, il primo regolamento per le costruzioni antisismiche della storia del costruire. Naturalmente si tratta di un regolamento che in modo assai simile a quanto avviene oggi, è fondato sulle osservazioni fatte *dopo* il sisma sul comportamento degli edifici che lo hanno superato o che ne sono stati, in parte o nel tutto, danneggiati. Vi è una sola frase, posta all'inizio, in cui si adombrano le ragioni meccaniche che lo hanno dettato :

« ... Un edificio sarà tanto resistente al terremoto quanto le sue parti non potranno distaccarsi nelle scosse ; e perciò quanto esse avranno maggior coesione e minor peso ... ».

I passi fondamentali del regolamento sono i seguenti⁵⁸ :

« ... Le case della Calabria dovranno essere costrutte nella maniera seguente. Avranno un atrio, o tutto scoperto, o circondato da porticato, secondo il gusto e le facoltà dei proprietari ; avranno altresì uno zoccolo di fabbrica con fondazione intera, più o meno profonda, secondo la tenacità del suolo. Questo zoccolo potrà elevarsi dal piano delle strade fino all'altezza di palmi 5 (m. 1, 32) o poco più, ed allora prenderà la forma di un basamento, e servirà per dare alle abitazioni il comodo delle cantine che avranno il resto della necessaria altezza sotto terra e le rispettive saettere o luci in detto basamento. Tali cantine saranno fatte a volta a pieno centro, che incominci a nascere al di sotto della strada acciocché trovino le stesse volte un invincibile ostacolo al di loro urto. Su questo zoccolo o basamento saranno piantate le case, le quali si costruiranno con ossatura di grosse travi di castagno o di quercia, secondo la natura dei boschi vicini. Questi si situeranno negli angoli ed a tali ragionevoli distanze e saranno in tale maniera legati con altri travi traversali che venghino a posare su di questi, così le travature dei palchi che quella dei tetti ; sarà tutta detta ossatura di legnami abbracciata di fabrica, in maniera che non resti esposta la menoma parte alle varie impressioni dell'aria ed ad un tale effetto non restino le mura men grossi di palmi due e mezzo. La fabrica sarà di mattoni o di pietre piccole, evitando espressamente di servirsi di qualunque pietra viva liscia nella superficie che non possa abbracciarsi dalla mano se prima non sia spezzata con mazza di ferro. Saranno legate con calce spenta all'uso di Napoli ed impastata con arena di torrente o terra aspra al tatto e non cretosa, ed intonacata dentro e fuori di tonaca di buona qualità.

Perché i travi ed i legnami che si pongono in opera dentro la fabrica non siano soggetti a marcimenti, saranno ben stagionati e tagliati sull'opportuni tempi e dovranno togliersene la scorra ed abbrustolirsene tutte le superfici o impeciarsi ed avvertire che siino circondate da sole pietre o mattoni e non da calcina.

Non si ammetterà che per intiero le case costruite con intelaiatura, cioè con armatura di legno, legati tra di loro con croce di S. Andrea e riempiti i vacui con fabrica di calcina o gesso, poiché in tali specie di fabbriche, restando i legnami troppo esposti all'aria, facilmente possono soffrire dell'alterazioni in un clima soggetto a molte ed istantanee mutazioni, oltreché il gran caldo, che ci domina, facilmente ci può nascere dei molesti insetti.

Queste solo si ammetteranno nelle divisioni interne, usandosi ogni cautela, che l'intonachi restino ben legati e cuoprino con esattezza i legnami, come si potrà ammettere nell'istesso caso di farsi dell'intessuto o di verghie o di canne battute con armatura di legno e coperto il tutto con gesso o calcina ; molto migliore sarà di formare le divisioni interne con pietre e mattoni legati a getto, dentro casse con gesso, ove sia facile ad aversi, come si pratica nella Terra d'Ardore e sue vicinanze. Tale divieto di fare delle abitazioni intieramente d'intelatura, non s'intenda che abbia luogo nel formare le Baracche durante la terra venga scossa dai tremoti.

58. Ho tratto queste informazioni da AVICÒ, N., MILELLA, O., *Riedificare contro la storia*, Roma, Reggio Calabria, 1984. Con i testi citati in (25) è riferimento obbligato per la storia della ricostruzione di queste zone dopo il terremoto del 1783.

Le fabbriche di Brest usate già in questa Provincia, o siano di mattoni di Terra cretosa mescolate con minute paglie, potranno ammettersi nelle case di un solo appartamento ; facendoli un zoccolo di nuova fabbrica e formando le mura di palmi due e mezzo di grossezza con armatura di travi, come si è spiegato al numero 9, 10, 11 ; e s'avrà in questo riguardo a quanto dice Vitruvio nel capitolo 3 e 8 del Libro 2, che principalmente consiste in fare che i medesimi mattoni siano seccati per lungo tempo all'ombra, e che sulla sommità delle mura sotto il tetto si facci un suolo di fabbrica di cocci per impedire che le acque piovane vi s'introduchino per qualche accidente.

L'altezza d'ogni piano terreno da sopra allo zoccolo fino al gocciolatoio sarà palmi 28 in circa e nei Paesi situati in pianura e dove le strade devono livellarsi con moderato pendio si procurerà che gli edifizii lungo le dette strade abbiano la medesima altezza e la stessa regola s'osserverà indispensabilmente in tutte le Piazze.

Saranno i detti edifizii ad un sol piano coperti da un tetto a cui sia sottoposto il palco con travi bene assicurati sui traversi dei muri esteriori.

Le persone facultose potranno costruire sopra il detto piano terreno anche un altro piano, lasciando alla perizia dell'Ingegnere incaricato di prescrivere ed invigilare che le travature siano di sufficiente robustezza e che restino bene legati con quelli del piano inferiore. L'altezza di queste case fino sotto al gocciolatoio non eccederà palmi 38 e questa sarà uniforme per tutti gl'edifizii di tale categoria, potendo però ciascheduno variare nella decorazione, che dovrà essere sempre semplice e senza carica di aggetti molto pesanti, e stucchi soverchi. Le chiese principali, come i vescovati, e le parrocchie dovranno avere un'ampiezza non maggiore di quella che richiede la popolazione del Paese. Queste tali chiese non potranno in tutto seguire la costruzione accennata per la difficoltà di formare stabili ossature di legnami ad altezze considerabili, onde si costruiranno di buona fabbrica di mattoni o pietra piccola. Saranno le armature dei tetti posati su dei travi orizzontalmente lungo la sommità dei muri ed imperniati fortemente a questi, sicché formi tutta l'armatura quasi un telaro. I palchi delle chiese, restando come sopra prescritte le volte, saranno formati con travi che facciano l'uffizio di catena per mezzo di fascie di ferro, inchiodatevi verso le cime, lasciando una specie di anello per passarvi una sbarra di ferro, e di più saranno tali travi impernati ad altri nella maniera espressa per le armature dei tetti, ma che resteranno del tutto abbracciati dalla fabbrica. Al di sotto dei medesimi palchi, quando le mura che li devono reggere e quando non succedesse una spiacevole deformità, si dovranno mettere secondo la prudenza dell'Ingegneri delle catene di ferro che attraversino le larghezze dei vani.

10.

Le norme emanate da Ferdinando IV di Borbone non prevedevano sanzioni contro gli inadempienti ; cosicché, poco più che un secolo dopo, nel 1908 per la precisione, si dovette constatare quali tragedie si sarebbero potute evitare : alludo alla catastrofe di Reggio e Messina. Della bontà di quelle norme è testimonianza in quanto scrissero i Membri della commissione istituita con D.R. del 15 gennaio 1909 :

« ... il Governo borbonico emanò dei provvedimenti che, anche oggi, in cui disponiamo di materiali allora ignorati e di cognizioni e mezzi tecnici incomparabilmente migliori e più efficaci, appaiono informati ad una grande saggezza ed è veramente a deplorare che, nel giro di pochi lustri, essi siansi lasciati cadere nell'oblio, mentre la loro scrupolosa osservanza e la loro estensione ad altre regioni avrebbero risparmiato alla Patria nostra i tremendi lutti di questi ultimi tempi, in ispecie del 1894, del 1905, del 1908, sapendosi di case che, costrutte sotto l'impero di queste prescrizioni, resistettero a tutti i terremoti successivi ... ».

Si potrebbe facilmente mostrare che alcuni punti di quel regolamento permangono immutati nella odierna normativa : il divieto delle strutture spingenti, la limitazione nell'altezza degli edifici, l'uso delle catene o di elementi assimilabili sono raccomandazioni tutt'ora vigenti e che difficilmente potranno essere rimosse nel futuro. Esse sono state dettate soprattutto da esperienze, e quali esperienze ! difficilmente si riuscirebbe oggi, malgrado le mutate condizioni scientifiche, tecniche e tecnologiche, a dare loro una « spiegazione scientifica » così come siamo abituati a pretendere per edifici con strutture in acciaio o in cemento armato.

I motivi di tale situazione esulano dagli scopi di questa nota ; posso segnalare alla riflessione l'arretratezza degli studi sul comportamento delle murature, il loro pratico abbandono dalla fine del settecento ad oggi, la mancanza, conseguente, di un regolamento per gli edifici in muratura che sia paragonabile a quelli vigenti per strutture in acciaio o in c.a. In pratica, e per dirla in breve, deve essersi verificato, a partire dai primi decenni dell'800, una sorta di monopolizzazione delle indagini scientifiche su quell'ipotetico materiale elastico-isotropo-omogeneo al quale prima il ferro, poi l'acciaio e, poco più tardi appunto, il calcestruzzo armato — con una apposita omogeneizzazione — sono stati ricondotti. Né, con buona probabilità, si poteva pretendere di più dai fondatori di tali indagini : Navier, Cauchy, Poisson hanno dato i fondamenti della teoria della elasticità da cui, più tardi, sarebbe sorto il grande edificio innalzato dal de St. Venant : qui l'ipotesi di materiale omogeneo, elastico, isotropo è assolutamente irrinunciabile ; le murature, potrebbero anche essere costrette negli ambiti di questa ipotesi ; ma hanno il difetto della scarsa o nulla resistenza a trazione : ciò che sconvolge completamente l'apparato teorico già disponibile.

Eppure non si possono condannare questi edifici alla ruspa o alla rovina : si vedano le parole, citate, del Milizia a conclusione del suo Trattato.

Analogo atteggiamento venne assunto dalla Commissione del 1909 :

« ... È per sé chiaro, e del resto lo confermano i rilievi della prima sottocommissione, che sarebbe assurdo condannare in modo assoluto le ordinarie costruzioni in muratura, quando alla esecuzione di esse concorrono materiali ottimi e presieda la mente direttiva di un architetto esperto e nutrito di buoni studi e siano di altezza limitata ... ».

11.

Con la relazione pubblicata nel « Giornale del Genio Civile » del 1909 la Commissione incaricata di « studiare e proporre le norme edilizie obbligatorie per i comuni colpiti dal terremoto del 28 dicembre 1908 e da altri anteriori », commissione composta tra gli altri da Silvio Canevazzi, professore nella R. Suola di applicazione per gli ingegneri a Bologna, Cesare Ceradini professore a Roma, Modesto Panetti a Genova, Salemi-Pace a Palermo ed Angelo Reyceud a Torino, viene posto in termini razionali il problema della verifica sismica degli edifici ; con buona probabilità, ma occorrerebbe uno studio più approfondito dell'argomento, questa data segna anche l'inizio di un nuovo modo di costruire, l'avvento di una tecnica destinata a diventare egemone nel volgere di pochi anni.

Ancorché a livello di tentativi, e di primi esperimenti, i primi edifici con struttura in cemento armato sono già comparsi nel panorama dell'edilizia ; la loro concezione è estremamente semplice e razionale : uno scheletro costituito da travi e pilastri rigidamente collegati tra di loro sorregge i solai — nei primi edifici questi erano vere e proprie piastre con armature metalliche di ogni sorta : fili, rotaie decauville, quadri e tondi — che risultano a loro volta incastrati nelle travi di sostegno. Tale scheletro, se razionalmente progettato e correttamente eseguito, è in grado di sopportare anche le azioni sismiche, da solo, poiché le murature di pietrame o di mattoni poste a formare le pareti esterne e divisorie interne non hanno alcuna funzione statica ; possono assumerla, come vedremo tra breve, appunto in caso di sisma, a patto che siano soddisfatti alcuni requisiti essenziali ; analoghe cose possono dirsi per gli edifici con scheletro in legno — giusto quello ideato per il terremoto del 1783 — ed in acciaio.

Il primo decennio del novecento è dei pionieri del cemento armato ; F. Hennebique, che ne fu tra i massimi esponenti, presentava alla Società degli Ingegneri di Parigi nella seduta del 5 marzo 1909 una memoria dal titolo assai significativo : « il calcestruzzo armato e i terremoti »⁵⁹. Il nuovo materiale ha tutti i requisiti richiesti in caso di sisma : omogeneità :

« ... che permette l'unità di vibrazione e di accelerazione, fattore principale e indispensabile alla conservazione degli edifici in caso di sisma ».

Non è distruttibile, come il legno o l'acciaio :

« ... per opera dell'incendio che segue sempre il terremoto ».

La casa d'abitazione può posare sopra una platea anch'essa in « calcestruzzo armato » :

59. Rapidamente tradotta e pubblicata a Catania (1909). F. Hennebique fu, come taluni ben sanno, tra i padri del cemento armato. A lui si deve il ponte Risorgimento a Roma (1911), vero capostipite di una tecnica costruttiva dalla quale doveva nascere uno dei più cospicui capitoli della moderna Scienza delle Costruzioni.

« ... i muri, i solai, le scale, le pareti ; i tetti, i terrazzi, tutto è in calcestruzzo armato e costituisce assolutamente un monolite ».

Non vi sono limiti di altezza da imporre, né vincoli alla forma degli edifici :

« ... il calcestruzzo armato permetterà di costruire chiese, palazzi e monumenti con un peso relativamente ridotto su quale che sia terreno ... non vi sarà da temere che per il rovesciamento, e pertanto più la superficie in pianta sarà estesa, più l'edificio potrà elevarsi ... ».

Alle parole seguono i fatti ; con una appropriata scelta di immagini⁶⁰ — sono già fotografie — Hennebique mette a confronto interi edifici con struttura in calcestruzzo armato, vistosamente inclinati per scorrimento del terreno, con i tragici resti di Messina da cui emergono, intatti, i pochi edifici costruiti in cemento armato. Pietre e mattoni formano cumuli di macerie prodotte dalla incapacità che essi hanno, elevate a struttura, di resistere alle forze orizzontali prodotte dal sisma : scivolano le une sulle altre, vinto l'attrito, come scivolerebbe le carte di un mazzo da gioco, che sono lisce e con poco o nulla attrito.

Questo è il comportamento tipico degli edifici in muratura quando i materiali sono scadenti e le malte di pessima qualità ; ancora una volta, a dispetto della storia che pur avrebbe dovuto insegnare qualche cosa, la Commissione del 1909 si trova di fronte ad una situazione catastrofica tanto simile alle precedenti da venir descritta con le stesse parole⁶¹ :

« ... in generale le murature costituenti gli edifici delle zone colpite sono di pessima struttura, il materiale pietroso impiegato è quasi sempre di forma irregolare e più generalmente di ciottoli fluviali, nemmeno spaccati, le malte non presentano consistenza per cattiva calce e cattive sabbie e i fabbricati non hanno fondazioni corrispondenti ad un buon tipo costruttivo ;

... i solai sono in generale difettosi, perché hanno poca presa sulle murature e perché pochissime sono le travi impalettate alle estremità e quindi predisposte a fungere da catena, o che anche semplicemente attraversino i muri, sui quali poggiano per tutta la grossezza dei medesimi. Onde ne segue che nei movimenti sismici, le teste delle travi sfilandosi ad un'estremità, il soffitto tende a cadere e che, per altre scosse sopraggiungenti, le travi urtando contro il muro, che prima loro serviva d'appoggio, ne determinano la caduta. Anche i tetti rovinati pongono in vista costruzioni rudimentali e spesso si mostrano sprovvisti di membrature atte a resistere alla spinta dei puntoni... ».

Diversa è invece la situazione degli edifici costruiti con buone murature o, e sono pochi casi, secondo i dettami stabiliti dagli ingegneri di Ferdinando IV :

60. Mi riferisco allo nota citata in (59) ed alle eloquenti sue fotografie.

61. Relazione della Commissione incaricata di studiare e proporre norme edilizie obbligatorie per i Comuni colpiti dal terremoto del 28 dicembre 1908 e da altri anteriori. *Giornale del Genio Civile*, Roma, 1909.

« ... le case baraccate antiche, con ossature di legnami disposte in senso verticale, orizzontale e diagonale, tra di loro collegate e racchiuse entro le murature perimetrali e trasversali, benché presentino lesioni e scompaginamenti nelle masse murali, pure sono rimaste in piedi, salvando la vita alle persone che ospitavano ;

... lo stesso può ripetersi delle case intelaiate, cioè di quelle la cui ossatura è di legname, mentre le pareti negli specchi formati dalle membrature di legno sono riempite di muratura ;

... migliore resistenza presentano le case costrutte con ottima muratura di mattoni ; quelle basse di uno, od al più di due piani ; quelle fondate su roccia o su terreno sodo e quelle che hanno larghe, solide e profonde fondazioni ».

Anche il sistema delle catene non ha dato buoni risultati ; ma ciò è dipeso « ... dalla poca razionalità tenuta in tale applicazione e dalla cattiva compagine delle murature ».

Emerge così l'orientamento della Commissione ; la quale ha il duplice compito di fissare le norme per la ricostruzione e di indicare — credo per la prima volta — un procedimento per il calcolo delle strutture in zona sismica.

I concetti ispiratori della normativa per la ricostruzione emergono ancora una volta dalle osservazioni comparate, sul campo, circa il diverso comportamento delle fabbriche in relazione a ciò che esse sono ancora in grado di mostrare, sia che abbiano resistito, sia che abbiano assunto l'aspetto e la consistenza di cumuli di macerie ; case superstiti e diroccate acquistano uguale importanza agli occhi di chi deve decidere quali prassi debbano essere bandite e quali accettate : « Risulta anzitutto provato che il sistema delle case baraccate, secondo le norme imposte coi regolamenti del Governo borbonico subito dopo il terremoto del 1783, è un sistema che può considerarsi buono anche oggi e da consigliarsi in tutti quei casi nei quali difettano materiali per sistemi di costruzioni più perfetti, e meglio rispondenti alle speciali condizioni create alle costruzioni nelle zone sismiche e dove invece si può a buon mercato, e sul luogo stesso, avere a disposizione legname di buona qualità, di dimensioni considerevoli per le baraccature, mattoni o pietre di forma regolare, quanto meno con due piani di posa, calce e sabbia di buona qualità.

Altrettanto può dirsi, e a più forte ragione, delle case intelaiate. La necessità di ottimi materiali agglomeranti e di razionali sistemi costruttivi, per sé intuitiva, è luminosamente confermata dai rilievi fatti sul luogo del disastro e di ciò la Commissione si preoccupò nel votare il 2 marzo 1909 l'ordine del giorno allegato C...

La razionalità del costruire non concerne solo le murature, ma si estende alla natura delle fondazioni, al modo di comporre i solai e di assicurarli ai muri, alla costruzione dei tetti, la spinta dei quali va evitata coi mezzi suggeriti dall'arte e dalla scienza del fabbricare... »

È per sé chiaro, e del resto lo confermano i rilievi della prima Sottocommissione, che sarebbe assurdo condannare in modo assoluto le ordinarie costruzioni in muratura, quando alla esecuzione di esse concorrano

materiali ottimi e presieda la mente direttiva di un architetto esperto e nutrito di buoni studi e siano di altezza limitata.

Risulta altresì dalle constatazioni fatte che il materiale da impiegarsi nelle costruzioni intelaiate (cioè con ossatura di legname, con specchi di muratura tra le membrature) deve presentare dei collegamenti tra elemento ed elemento e colle intelaiature, indipendenti dall'azione delle malte.

Molto più arduo è il problema del calcolo ; questo richiederebbe anzi tutto :

« ... la conoscenza esatta dei movimenti in cui consiste la scossa sismica, e che sono ancora oggi molto imperfettamente noti ».

Il tema è affidato, nell'ambito della Commissione a M. Panetti, la cui lucidissima relazione, viene approvata e consegnata agli atti come :

« allegato B : sui calcoli di stabilità e di resistenza degli edifici ai moti sismici. ».

Il tema è del tutto generale e deve perciò comprendere ogni sorta di edifici ; ma al suo sviluppo devono presiedere, da un lato, la esatta conoscenza « dei movimenti in cui consiste la scossa sismica », dall'altro la scelta di un modello di comportamento per le strutture che renda il problema abbordabile con gli strumenti messi a punto dalla Scienza delle Costruzioni.

Ma la conoscenza del fenomeno sismico è ancora embrionale⁶² :

« ... la risoluzione più soddisfacente dei problemi di resistenza delle costruzioni alle scosse sismiche consisterebbe dunque in una analisi matematica del fenomeno concepito in tutta la sua complessità, prendendo a considerare schemi rappresentanti i tipi fondamentali degli edifici, e supponendoli perfettamente elastici e convenientemente collegati nei loro posti e al suolo nel modo che i particolari costruttivi meglio giustificano ...

Ma le difficoltà di una ricerca di questo genere sono così grandi, anche per gli schemi più semplici, che bisogna senz'altro rinunciarvi ... ».

Ciò che invece è ben noto è l'effetto della scossa sismica sugli edifici, il loro agire :

« sulla coesione dei corpi che facilmente disgregano, anche nel caso fortuito della risonanza con le oscillazioni proprie dell'edificio ... » ;

le indagini hanno anche palesato — ma non è il contenuto del Tentamen dello Sguario per ciò che concerne una delle cause di rovina ? — come :

« ... le scosse del terreno nelle strutture attigue o confrontanti di un edificio, non troppo bene collegate fra loro, non siano sincrone per differenza di forma, dimensioni, o massa delle strutture stesse. In tal caso esse si staccano, e oscillando ciascuna per proprio conto cozzano l'una contro l'altra, producendo inevitabilmente lo sfasciamento della più debole ... ».

Gli ingredienti sono ormai tutti presenti, i fatti fondamentali chiaramente esprimibili ; le parti dell'edificio devono essere rese quanto più è possibile

62. Si veda la Appendice alla Relazione citata in (61).

solidali tra di loro ; la gravitas produce automaticamente tale solidarietà, a condizione che la fabbrica sia eseguita correttamente ; la stessa gravitas, durante il sisma, produce forze distruttrici prevalentemente orizzontali, tali forze debbono essere tenute in conto quando si progetta un nuovo edificio o quando si metta in opera, su di un edificio danneggiato, qualche espediente atto a neutralizzarle. Fanno così ingresso, tra le azioni esterne che determinano il comportamento delle strutture, quelle sismiche ma ridotte a carichi statici equivalenti :

« ... L'unico metodo che, allo stato attuale delle nostre cognizioni, può dare una soluzione accessibile del problema consiste ... nel sostituire convenzionalmente le azioni dinamiche con sollecitazioni puramente statiche, da fissare in modo che producano, per quanto è possibile, gli stessi effetti ... ».

Circa la valutazione di tali forze equivalenti così si esprime M. Panetti :

« ... In omaggio ai buoni principi della meccanica le forze rappresentative degli effetti sismici, da applicarsi alle singole parti di un edificio, si devono fissare in un conveniente rapporto colle masse corrispondenti ovvero, ciò che riesce più semplice per la pratica, in relazione ai rispettivi pesi. Riferendosi a questi ultimi, il coefficiente che serve a definire le azioni sismiche convenzionali non è altro che il rapporto dell'accelerazione sismica alla gravità. Esso costituisce quindi una caratteristica da fissare per ogni regione in base agli elementi forniti dalla geodinamica e si potrebbe indicare col nome di rapporto sismico ... ».

Nel primo decennio del novecento il nucleo centrale della Scienza delle costruzioni è già perfettamente definito ; mancano ancora gli studi e le ricerche sulle tipologie strutturali che l'Ottocento non aveva ancora prodotto e che saranno proprio i primi due decenni del novecento a proporre all'interesse degli studiosi : alludo alla vastissima letteratura tecnica che fiorirà sul tema dei telai, questa categoria strutturale che dominerà incontrastata negli anni futuri — ancora oggi essi costituiscono la maggioranza assoluta nel panorama edilizio — e che culminerà negli anni quaranta con il celeberrimo metodo proposto da H. Cross. M. Panetti affronta il problema della modellazione strutturale degli edifici in zona sismica ponendo a caposaldo delle sue indagini la constatazione che :

« L'attitudine a resistere alle scosse sismiche in un fabbricato riposa anzitutto sulla efficacia dei collegamenti delle varie sue parti ... perciò nelle regioni soggette ai terremoti hanno trovato fortuna le costruzioni in legno ed i sistemi baraccati e nella modernissima edilizia nord americana hanno fatto buona prova le case intelaiate in ferro quantunque di grande altezza ; in conseguenza ogni regolamento edilizio per tali ragioni suggerisce o prescrive di dare la preferenza a quei sistemi di costruzione nei quali la funzione resistente è concentrata in una ossatura a collegamenti completi ... ».

Sistemi baraccati e strutture intelaiate assurgono così a riferimento obbligato per il progettista ; il sistema baraccato è concepito come una orditura di travi e pilastri irrigidita :

« per mezzo di un sistema di diagonali o controventi ».

Come non riandare ai disegni dell'edificio antisismico progettato dagli ingegneri di Ferdinando IV ? — mentre il sistema intelaiato è formato :

« ... da travature a maglie quadrilatera le cui membrature sono chiamate a resistere sopra tutto a flessione ... ».

Naturalmente la realtà è cosa assai diversa, per cui si può delineare :

« ... tutta una serie di strutture aventi proprietà intermedie ... ».

Le pareti di chiusura poste a riempimento delle maglie strutturali devono comunque, in misura maggiore o minore ed in relazione alle aperture che vi sono praticate, svolgere una funzione resistente : sono gli esordi delle indagini attualmente condotte sul comportamento strutturale degli edifici, in relazione alla loro prevalente o insufficiente resistenza a taglio. Per il calcolo di queste strutture, una novità assoluta per quei tempi, non si poteva far ricorso ad altro che ai « teoremi generali » della Scienza delle costruzioni ; e M. Panetti mostrerà, nella appendice aggiunta ai lavori della Commissione, come questo potesse essere svolto, e mirabilmente, con il Teorema dei Lavori Virtuali.

Rimaneva da esaminare il problema degli edifici, ancorché di modeste dimensioni, con strutture interamente murarie. La funzione dei pilastri viene affidata alle pareti murarie ; la funzione delle travi alle fasce orizzontali continue di muratura purché munite di tiranti di concatenamento ; la funzione di controventamento (rispetto alle forze orizzontali), non potendosi fare affidamento sulla resistenza a trazione delle murature, conduce a ritenere che in ogni scomparto, o parete, sia comunque presente una diagonale compressa. L'ufficio delle catene di ferro, o chiavi, diventa allora non solo palese, ma anche quantizzabile in termini di sforzi che esse debbono assorbire :

« ... in un muro di fattura ordinaria non si fa assegnamento sulla resistenza a trazione, cosicché la sua funzione di controventamento si limita ... a sostituire in ogni scomparto la sola diagonale compressa, ed è quindi necessariamente incompleta. L'ufficio delle chiavi si può dunque considerare come un'integramento di questa speciale funzione dei muri, e in tale ipotesi è chiaro che esse si debbono calcolare come i montanti a tensione artificiale di una trave Howe, destinati ad elidere gli sforzi di trazione nelle diagonali principali ... ».

Il riferimento alla trave Howe⁶³ getta una luce improvvisa su tutto il problema : le ossature murarie, dotate di opportuni e modesti accorgimenti, non sono poi tanto dissimili dagli oggetti che siamo abituati a considerare.

63. L'idea di calcolare le travi alte, cioè con altezza non piccola rispetto alla luce perché siano utilizzabili i risultati forniti dalla cosiddetta « teoria tecnica », con metodi approssimati che riconducono tale calcolo a quello di una travatura reticolare — tale è la trave Howe — spetta a D.I. Jourawski che per primo ne fece una applicazione al celebre Britannia Bridge. Più tardi lo stesso de St. Venant utilizzò tale metodo riportandolo nelle note aggiunte al testo del Navier. Cfr TIMOSHENKO, S., *History of Strength of Materials*, New York, 1953.

Ma la norma del 1909, e la successiva « seconda relazione », integralmente ripubblicata nel 1925, meritava forse miglior fortuna di quella che ha avuto, essendo stata praticamente dimenticata. Sembra infatti, per il susseguirsi di terremoti sul territorio nazionale, che questo sia evento nuovo, mai considerato prima ; la enorme diffusione e rapidità dei mezzi di comunicazione ha in realtà fatto sì che anche la più piccola scossa, producendo qualche rovina e purtroppo anche qualche vittima, assurga ad evento nazionale, luttuoso certamente ; di qua il sorgere di un interesse più diffuso, specie negli ambienti tradizionalmente dedicati alla ricerca, interesse rivolto alla messa a punto, e questo specialmente oggi, di metodi di calcolo per le ossature murarie in presenza di sisma. Per quante ricerche io abbia fatto in questa recente e recentissima letteratura scientifica non ho mai trovato un solo riferimento al capitale lavoro svolto dai membri della commissione del 1909 ; ciò fa appunto supporre che gli Autori di codeste ricerche, pur pregevoli nella maggioranza dei casi, non si siano posto il problema di ciò che è stato già fatto, al punto che, in qualche occasione, si scopre oggi ciò che era addirittura norma o suggerimento di approccio al problema appena qualche decennio addietro.

Naturalmente alludo alle idee che possono reggere un « metodo di calcolo » e non alle sue concrete applicazioni, chè oggi l'elaboratore ha notevolmente mutato i nostri punti di vista in merito ; le idee, al contrario, difficilmente possono mutare. Ciò che invece è veramente nuovo nell'ambito della Scienza delle Costruzioni, è il tentativo perseguito da più parti di istituire una sorta di « meccanica razionale delle murature » ; i metodi di calcolo recentemente comparsi nella letteratura specifica per il calcolo, in generale, degli edifici in muratura, in particolare in zona sismica, hanno talvolta il difetto di poggiare su ipotesi non sempre sufficientemente chiare, talvolta addirittura contraddittorie in sè o con gli scopi che si vorrebbero perseguire. Di qua l'esigenza di tentare un inquadramento del problema entro gli schemi classici della Scienza delle Costruzioni al fine di dare fondamento rigoroso a successive proposte di metodi di calcolo ed alle conseguenti terapie.

12.

La normativa del 1909 fu oggetto di particolari attacchi, del resto previsti nel testo, da parte di ambienti economici che poco gradivano le severe limitazioni da questa imposte :

« ... la rigorosa applicazione di queste norme, non è lecito dissimularselo, urterà troppi interessi perché non abbia a sollevare qui e colà delle opposizioni ed occorre prevedere una coalizione di interessati, tendenti a sottrarsi alla vigilanza delle autorità ... ».

La Commissione, riconvocata con R.D. del 7/12/1911, presentò una nuova relazione che dava luogo ad uno « Schema di norme tecniche ed

igieniche obbligatorie » (16 maggio 1912) ; i punti salienti di tale relazione occupano gli art. 8, 9 e 10 ; in particolare si afferma che gli edifici devono essere costruiti ;

« ... con muratura armata o con muratura animata o con sistemi tali da comprendere un'ossatura di membrature di legno, di ferro, o di muratura armata o di muratura animata, capaci di resistere contemporaneamente a sollecitazioni di compressione, trazione e taglio. Esse debbono formare una armatura completa di per sè stante dalle fondamenta al tetto ... ».

La grossa novità riguardava però gli edifici in semplice muratura a due piani (art. 10), esclusi dalla precedente normativa :

« la muratura ordinaria è altresì ammessa per edifici a due piani, purché non cantinati e non più alti di 7 m. alle seguenti condizioni :

- a) la muratura sia fatta con mattoni o blocchi di pietra naturale o artificiale, di forma parallelepipedica rettangola, cementati con buona malta.*
- c) i muri perimetrali abbiano alla base una grossezza non minore di 1/10 dell'altezza e siano immorsati con muri trasversali distanti non più di 5 metri ; nel caso di intervalli maggiori i muri predetti, ed in genere quelli maestri, debbono essere muniti di lesene di rinforzo ripartite a una distanza non superiore a 5 m. e di assetto uguale almeno alle metà della grossezza del muro stesso.*
- d) la costruzione sia consolidata ai piani dei pavimenti ... da collegamenti rigidi ed alla sommità dei muri maestri, tanto perimetrali quanto trasversali, da catene di ferro o da telai di legno rinforzati da squadre negli angoli o da telai di cemento armato.*
- e) quando i collegamenti orizzontali, di cui al precedente comma, siano riuniti con altri collegamenti verticali in corrispondenza all'incrocio dei muri ... l'altezza del fabbricato può raggiungere gli 8 metri.*

Il divieto dell'uso delle volte di muratura, o di quelle comunque spingenti permane e permarrà in tutte le successive norme ; qui è interessante rilevare che con il permesso di costruire edifici in struttura interamente muraria, a due piani e senza l'obbligo e/o delle diagonali di controventamento, si apre un nuovo problema per il loro calcolo.

Questo, insieme ad altri suggerimenti relativi al problema degli edifici intelaiati, costituirà l'oggetto di una nuova relazione stilata nel 1912 dai Proff. Ceradini, Canevazzi, Panetti, Reycend, Salemi-Pace, e dall'ingegnere Camerana, ed integralmente ripubblicata nel 1925⁶⁴, ⁶⁵. Una parte cospicua

64. *Istruzioni ed esempi di calcolo delle costruzioni stabili alle azioni sismiche*, Roma, 1925.

65. In quegli anni non era stato ancora definito uno specifico insegnamento rivolto al comportamento degli edifici in zone sismiche. Nel 1930 C. Guidi pubblicherà — Roma — il volumetto, *Telai asismici* in aggiunta al suo grande trattato di Scienza delle Costruzioni in cui domina come strumento risolutivo il teorema dei lavori virtuali. Per chi ama la storia di queste discipline segnalo che tra gli *Esercizi sulla Scienza delle Costruzioni*, pubblicati nel 1942 (Torino) dal Guidi, compare la *Intelaiatura trasversale di una cattedrale soggetta a terremoto*.

L'esercizio, come è segnalato dalla nota in margine, era stato svolto dall'Assistente Ing. Letterio Donato con la Teoria dell'Ellisse di elasticità. Naturalmente la muratura è trattata alla stregua del materiale canonico della Scienza delle Costruzioni.

della Relazione del 1909 è destinata all'esame delle proposte « richieste e da varie parti giunte alla Commissione, per avere un panorama il più possibile completo delle idee maturate in proposito ». Per analoghi motivi fu anche creata una sotto-commissione che aveva lo scopo di vagliare tutto ciò che prima del fatidico 1908 era stato proposto, o attuato tanto in Italia quanto all'estero, in tema di edilizia antisismica. Tra le proposte esaminate vi è anche quella suggerita, credo, dall'ingegnere inglese Stevenson⁶⁶, e sperimentata senza grandi successi nella costruzione di alcuni fari nei territori indiani⁶⁷, consistente nell'idea di poggiare gli edifici, costruiti come blocchi monolitici su fondazioni rigidissime, su sfere di acciaio⁶⁸ : è di questi giorni la ripresa di interesse per analoghe soluzioni : come non pensare al Milizia ?

Non compare, per contro, un'altra proposta che pur dovette pervenire alla commissione. Ne fu autore G. Torres, che con brevetto del 27 Gennaio 1909 — si badi alla data — propose in una memoria stampata a Roma⁶⁹, *La casa antisismica*. Anche questa, come la precedente, non meriterebbe attenzione se non richiamasse alla mente idee ed immagini lontane, sepolte sotto la polvere dei secoli, e puntualmente riscoperte oggi come novità. Ma procediamo con ordine. Il nostro approda nei luoghi del disastro all'indomani del sisma :

« ... Fu con uno strano senso di raccapriccio ch'io posai il piede sulle disfatte città di Reggio e Messina ... E fu poi in queste tristi condizioni d'animo che volli interrogare quanto s'è scritto in questi giorni circa la possibilità di costruire delle case antisismiche che ai poveri paesi costantemente in lotta col suolo, dessero asilo sicuro ed incrollabile ... ».

L'architetto Giuseppe Torres non ha alcuna fiducia nei procedimenti dominati dalla scienza e nei risultati che da questi possono derivare :

« ... Le leggi di statica, di equilibrio, i postulati più rispettabili, gli assiomi più convincenti, i corollari più persuasivi, hanno trovato nella rovina di quelle due città il loro completo disorientamento ... ».

Come se, appunto, Reggio e Messina fossero state costruite con teoremi, corollari ed assiomi ; in realtà, però, la colpa non è tanto di queste

66. STEVENSON, *Notice of Aseismatic Arrangements Adopted to Structures in Countries Subject to Earthquake Shock*, Edinburgh, 1868.

67. Si veda in (61) *op. cit.* e in : FAVARO, A., *Norme di costruzione per aumentare la resistenza degli edifici contro il terremoto*, in *Atti Ist. Veneto di Scienze, Lettere e Arti*, T. II Serie sesta, Venezia, 1883-1884.

68. Due eventi recentissimi testimoniano la ripresa di interesse verso questa direttrice di ricerca :
1°) L'Earthquake Engineering Research Institute, massima associazione statunitense creata nel 1949 pubblicherà la nuova rivista *Earthquake Spectra* ; nel 1° numero vi è l'articolo, a cura di R.L. MAYES, L.R. JONES, T.E. KELLY e M.R. BUTTON, *Design Guidelines for Base-Isolated Buildings with Energy Dissipators*.

2°) Al Wessex Institute of Technology di Southampton è organizzato un ciclo di lezioni-conferenze sul tema *Base Isolation*.

69. TORRES, G., *La casa antisismica*, Roma, 1909.

costruzioni della mente quanto di un procedere razionale e sovrastrutturale che ha fatto credere agli uomini

« facendo perdere l'ingenuo primo istinto che è degli animali, di costruire solidamente, conducendoli al convincimento di dover costruire sempre ad un modo di forma : una fabbrica sorgente in linea verticale sopra una base rettangolare, senza pensare mai che questa base potesse essere, ad esempio, poligonale ... o addirittura circolare ! ... ».

Questa è la tesi del Torres ; e viene documentata, fotograficamente, da tutto ciò che, essendo circolare, è rimasto integro ; il « sistema circolare escogitato dall'istinto è il solo veramente perfetto ». Ne fanno testimonianza

« l'universo con la sua sfericità », gli uccelli « che danno ai loro nidi la maggiore stabilità costruendoli in sagome convesse ».

Le conseguenze sono immediate ; le proposte costruttive che ne scaturiscono, pur se le argomentazioni pseudo-scientifiche addotte risultano poco convincenti, se non completamente errate, sono assai significative : tutto è circolare, dalla casa tubolare, alla banca, all'oratorio, alla casa popolare. E non sono queste le soluzioni veramente ideali per coloro che oggi si occupano del problema della morfologia⁷⁰ dei fabbricati in zona sismica ? Ma non erano già le idee sommessamente espresse dal Sarti nel 1783 ?

Naturalmente non vi è alcuna ragione polemica in ciò che ho tentato di esporre. Penso soltanto che per noi « vili meccanici » sarebbe molto utile avere una storia di questi nostri problemi non foss'altro che per capire dove andiamo sapendo da dove veniamo. Come scrisse un insigne Maestro delle nostre discipline sembra proprio « che nulla vi è di nuovo se non ciò che si è dimenticato ». Sembra tutto nuovo. In realtà, e ciò vale per l'arte del costruire, mutano tecniche e tecnologie ma le idee sono sempre le stesse.

Salvatore DI PASQUALE

Piazza Brunelleschi, 6
I - 50121 FIRENZE

70. La letteratura sull'argomento è, ormai, vastissima. Si veda, per tutte, l'opera a cura di M. MELE, *Ingegneria antisismica*, CISM courses and lectures n° 206, Udine, 1976.