

Egli dice che le case giapponesi sono di legno, spesso formate dal solo piano terreno sopraelevato sul suolo e che quando sul pianterreno si eleva un altro piano, questo non eccede l'altezza di m. 2,40. Rarissimo è il caso di case a due piani sopra il pianterreno.

Le case giapponesi hanno poca fondazione, o non ne hanno affatto.

Il basamento è in muratura; qualche volta di pietre poste a secco. Su questo basamento sono disposte delle cavità ripiene di sabbia, destinate a ricevere le estremità inferiori dei ritti, oppure sono collocati dadi di pietra entro cui i detti ritti si affondano, sempre con l'interposizione di sabbia. Tra questi ritti se ne collocano altri, a cui sono raccomandate delle pareti di carta.

Le maggior parte delle case hanno le pareti interne, e spesso anche le esterne e di facciata, mobili così, che possono essere rimosse, restando solo in piedi i ritti e le traverse orizzontali dei solai e quelle che servono di sostegno ai tetti. Mancano completamente di legamenti e di saette (controventi). I tetti sono molto pesanti, con intelaiature formate da grosse travi, sulle quali sono sovrapposti orizzontalmente dei tavoloni, coperti da un intonaco di terra e di calce; sopra tutto ciò, una copertura di tegole pesantissime.

Come si vede queste case non sono tali da resistere a scosse di qualche intensità e difatti si sconnettono facilmente e cedono con grande facilità.

Il Lescasse non crede che lo strato di sabbia che i Giapponesi pongono tra il suolo e la casa assicuri lo scorrimento di questa senza che essa ne risenta danno, perchè lo scorrimento del suolo non è rapido come quello del foglio posto sopra un tavolo e sotto alcuni oggetti e che si toglie istantaneamente senza trascinare seco gli oggetti che vi stanno sopra. I Giapponesi sostengono per altro che, se anche le loro case partecipano al movimento del suolo, vi partecipano in una misura limitata. I Giapponesi non hanno le ossature delle loro case rigidamente tra di loro connesse; queste ossature sono slegate, colle giunzioni scorrenti negli intagli, in guisa tale da permettere all'intero sistema una leggiera deformazione.

L'A. è decisamente contrario a questo genere di costruzioni, fatte con armature a connessioni scorrevoli, con poca o nessuna fondazione e con pesantissime coperture.

Esse infatti cadono abbastanza facilmente e, se si hanno in genere poche vittime, ciò è dovuto principalmente alla circostanza che le case, essendo generalmente di un solo piano e con pareti mobili, possono essere con tutta facilità abbandonate al primo manifestarsi del terremoto.

Ma nel Giappone è anche diffuso un sistema di case baraccate, le cui pareti, della grossezza media di m. 0,22, sono formate con intelaiature di grosse tavole, o di travicelli molto distanti e di cui si riempiono gli intervalli con pietre o mattoni. Per riparare le pareti, così sottili, dalla umidità e proteggere i legnami formanti l'ossatura, si chiodano all'esterno, e diagonalmente sulle membrature, delle tavole della grossezza di 2 cm., larghe da 8 a 10 cm. e finalmente su queste si fissano specie di tegole piane o mattonelle, talvolta smaltate. Queste tegole hanno la misura di cm. 30 \times cm. 30 e portano agli angoli dei piccoli fori per le chiodature. La piccola intercapedine risultante fra il muro interno e questo rivestimento, dovuta alla grossezza del

tavolato a stecche in diagonale, basta ad impedire l'adito alla umidità ed il Lescasse dice di avere veduto delle case molto vecchie costrutte con questo sistema ed in buono stato di conservazione.

Da pochi anni soltanto si è introdotto infine nel Giappone l'uso delle costruzioni di mattoni e forse il primo fabbricato importante di tal genere è l'arsenale di Yokohama (1867). All'epoca in cui il Lescasse scriveva (1877) l'uso delle costruzioni a mattoni per case civili si era già molto diffuso nel Giappone: ma siccome da 20 a 25 anni non s'erano avuti dei terremoti violenti, così a quell'epoca non si avevano dati sperimentali. È per altro degno di nota che molti camini di officine, costruiti con mattoni, con o senza armature esterne, hanno resistito a tutti i terremoti, se non violenti, certo non trascurabili.

Il Lescasse propone per la costruzione delle case il seguente sistema di muratura armata. Quando la fondazione volge al suo termine, poco più sotto del piano di risega si colloca un telaio formato con lame di ferro di mm. 60 \times mm. 20, congiunte tra di loro per mezzo di occhi attraversati da chiavarde. A questo telaio si collegano montanti di ferro tondo, i quali rimangono annegati nella muratura che li avvolge da ogni parte ed il cui diametro è di mm. 40 per tutta l'altezza del pianterreno, di mm. 35 a mm. 30 per il piano superiore, rilegata da un'intelaiatura di lame identica a quella posta in fondazione. Il Lescasse ammette la possibilità di un secondo piano e per questo riduce a mm. 50 \times 18,5 le dimensioni delle lame componenti l'intelaiatura. L'A. dice di avere costruito con questo sistema parecchie case, le quali hanno fatto buonissima prova contro l'urto dei terremoti.

4. - Pervennero alla nostra Commissione parecchi fascicoli in lingua giapponese, illustrati da numerose figure e concernenti i sistemi di costruzione usati nel Giappone; ma da essi non si poté trarre conclusioni sostanzialmente diverse da quelle che si possono leggere nei lavori dell'Alfani, del Lescasse, del Baratta e del Milne. Uno di questi fascicoli (il più importante) contiene una serie numerosa di tipi di giunzioni di legnami, utili al più per una scuola industriale.

Da questi fascicoli emerge che non sempre i Giapponesi fondano sulla sabbia, come afferma il Lescasse, ma anche su pietre, però disposte a riseghe, in modo da offrire sempre una larga base d'appoggio ai montanti. Il primo strato di pietre della fondazione non poggia sul suolo, ma sopra uno strato di grossi ciottoli destinati a rendere la fondazione indipendente dal suolo.

Risulta altresì da questi fascicoli, che, nelle case intelaiate, unicamente i montanti hanno fondazione, cosicchè le case risultano portate da questi montanti come i mobili dai loro piedi e stanno come su stampelle.

5. - Dell'ing. John Milne si ha una comunicazione fatta al Collegio degli ingegneri civili di Londra, che ha per titolo: *On construction in earthquake countries*, oltre una relazione fatta in nome della Commissione americana, incaricata di riferire sul terremoto che il 18 aprile 1906 colpì così terribilmente la città di S. Francisco. Il Milne ha fatto anche lunga dimora nel Giappone ed ebbe quindi opportunità di occuparsi delle commozioni telluriche così frequenti in quella regione.

Il Milne dà grande importanza alla scelta della località per l'impianto degli edifici, raccomanda o fondazioni libere, oppure profonde, di scansare le volte, oppure di prolungarne la costruzione nei piedritti, di sfalsare gli assi delle aperture e di evitare il collegamento di quelle parti della fabbrica che sono soggette a muoversi secondo periodi vibratorii diversi e consiglia infine di costruire i camini con base larga e poca altezza, con cappello leggero e senza ornamenti.

Rileva infine che a Tokio alcuni tetti sono fatti in modo da poggiare liberamente sui muri, che le pareti possono essere fatte in modo da riuscire più leggiere in alto col mezzo di mattoni vuoti e che riesce utilissimo l'impiego di tiranti verticali, destinati a collegare le parti più elevate con quelle più basse dei muri.

6. - Immediatamente dopo il terremoto e l'incendio di S. Francisco del 18 aprile 1906, fu deciso dal Governo degli Stati Uniti di procedere ad una inchiesta sul modo di comportarsi e sulla resistenza delle costruzioni e dei materiali da costruzione; e ne fu affidato l'incarico ad una Commissione composta dei signori Grove Karl Gilbert, del Comitato geologico; Richard Lewis Humphrey, segretario della Commissione sui materiali da costruzione; John Stephen Sewell, capitano del Corpo degli Ingegneri navali, e Frank Soulé, decano del Collegio dell'ingegneria civile dell'Università di California.

Questa Commissione presentò quattro relazioni. Da quella del sig. Richard Humphrey, che tratta degli effetti del terremoto sulle varie strutture e materiali costruttivi, riportiamo i brani nei quali si riassumono gl'insegnamenti che possono ricavarsi dagli effetti prodotti dal terremoto:

A) Le cause delle rovine in San Francisco debbono riassumersi come segue:

1° la pressione esercitata dai committenti sugli architetti per ottenere costruzioni della minima spesa. Ciò non è conciliabile con i principii corretti dell'arte del costruire e porta al risultato di ottenere strutture resistenti agli ordinari carichi, ma che rovinano se assoggettate a sforzi straordinari. Così il palazzo dell'Università di Stanford, di cui la parte poveramente costruita con semplici listature di pietrame resistette nelle condizioni ordinarie, ma rovinò nel terremoto, mentre la parte a struttura più solida, come i dormitorii, uno in cemento armato e l'altro di solida muratura di pietrame, resistette;

2° progetti e costruzioni addirittura disonesti.

B) Nei paesi soggetti a terremoti dovrebbero tenersi presenti le seguenti avvertenze:

1° evitare le località sopra o presso le fratture;

2° eseguire fondazioni e soprastrutture in tal modo che l'edificio si muova come un tutto unico;

3° eseguire le strutture di legno con incorniciature piuttosto pesanti, con membrature verticali continue, con collegamenti diagonali e con fondazioni solide;

4° provvedere che le strutture in acciaio riposino su fondazioni ade-

guate e collegate diagonalmente. Ciò è importantissimo, essendo assolutamente essenziale la rigidità;

5° fare che le strutture di mattoni e pietrame sieno interamente circondate da listelli con malta di cemento Portland;

6° collegare le murature in modo perfetto alle membrature di incorniciamento;

7° evitare il materiale superfluo nelle soprastrutture, ed omettere le decorazioni pesanti;

8° evitare gli ammezzati;

9° il cemento armato è un ottimo materiale per costruzioni.

7. - Nell'annata III (1877) del periodico *l'Ingegneria civile e le arti industriali* si legge una memoria dell'ingegnere del Genio civile Pesso sul *Consolidamento delle fabbriche nelle Calabrie contro i danni del terremoto*.

Superfluo sarebbe il riassumere qui i suggerimenti dati dal Pesso per l'incatenamento delle fabbriche, e quanto egli dice intorno alle case *baraccate*, perchè non si farebbe che ripetere quanto su tale argomento abbiamo riassunto da altri lavori venuti dopo quello del Pesso, ma dei quali, per considerazioni indipendenti dalla cronologia, abbiamo ritenuto doverci occupare prima, senza negargli però il merito della priorità.

Solo noteremo, a proposito degli incatenamenti, che il metodo di mettere le catene in tensione mediante il riscaldamento delle medesime, se è teoricamente ragionevole, non è praticamente consigliabile; tanto vero che nella pratica ordinaria non si segue e si applica solo nei casi in cui si tratti di correggere lo strapiombo dei muri e di eliminare le crepe delle costruzioni voltate, specialmente delle cupole, come fecero il Poleni alla cupola vaticana ed il Rondelet in quella di S. Genoveffa a Parigi.

8. - È degna di menzione una nota apposta dalla Direzione del periodico alla memoria del Pesso, nella quale, riferendosi alla comunicazione fatta dal sig. E. Barrault nella seduta del 6 aprile 1877 alla Società degli ingegneri civili di Francia intorno agli studi fatti da Lescasse nel Giappone, scrivesi: « nulla diremo delle costruzioni civili con muri di legno e di carta del Giappone, giacchè, anche per ciò che si riferisce ai terremoti, non vogliono essere « portate ad esempio, ma rejette ».

Merita appena un cenno, a titolo di curiosità, la comunicazione che il signor Brunton ⁽¹⁾ faceva all'Istituzione degli ingegneri civili di Londra, dalla quale risulta che gl'Inglesi, essendo stati incaricati di costruire buon numero di fari in quelle coste, seguendo in sulle prime le norme direttive del Giappone e raffinandone l'idea, avevano pensato di premunirsi dai terremoti ponendo sotto la piattaforma di ciascuna torre delle sfere, le quali avrebbero dovuto impedire che si propagassero le vibrazioni alla parte superiore.

Il sig. D. Stevenson, cui venne affidato l'incarico della costruzione dei detti fari, pensò che, a neutralizzare l'azione del terremoto, valesse una *discontinuità*

⁽¹⁾ *The Japan Lights*, by Rich. Henry Brunton, M. Inst. C. E., seduta 14 nov. 1876.

nelle parti rigide costituenti l'edificio e propose un apparecchio al quale impose l'appellativo di *giunto asismatico*, consistente in sfere di bronzo interposte tra ralle dello stesso materiale assicurate a due distinte piattaforme.

Questo sistema, applicato ai primi fari, non rispose all'aspettazione dell'autore, perchè la libertà di movimento, se valeva a neutralizzare sino ad un certo punto l'azione della scossa sismica, era, in certe circostanze, cagione di gravi inconvenienti, come nel caso di venti violenti. Lo Stevenson cercò di mettere riparo a questi inconvenienti ricorrendo ad una robusta molla di acciaio, fissa nella sua parte inferiore e raccomandata alla sua sommità ad una sfera, posta nel bel mezzo della piattaforma superiore. Ma questo rimedio ebbe effetti limitati ed il sistema dello Stevenson fu in seguito abbandonato.

Gli Inglesi ricorsero allora al sistema delle costruzioni di muratura, con dimensioni considerevoli e con fondazioni molto ampie e tali costruzioni in muratura vanno estendendosi ogni giorno più nel Giappone.

Prima di chiudere queste osservazioni crediamo importante di far rilevare che nella seduta della Società degli ingegneri civili, nella quale il Barrault riferì il risultato degli studi del Lescasse, venne sancito il principio che nelle costruzioni antisismiche si dovesse dare la massima importanza alla elasticità dei sistemi.

9. - A. Favaro. *Le norme per aumentare la resistenza degli edifici contro il terremoto* (Istituto Veneto, 1883-84, serie VI) e gli *Studi sul terremoto* sono due lavori, il secondo dei quali si può considerare come un'appendice del primo ed è completamente dedicato a studi sismologici.

Nel primo di questi lavori, l'A. dallo studio degli effetti prodotti dal terremoto nel Cile (1822), in Toscana (1846), a Messina (1783), ad Urbino ed a Bagnara (1873), alla Martinica (1839), a Casamicciola (1883) trae la conclusione che le case debbono essere fondate sulla roccia ed osserva che, come le onde più pericolose sono quelle che si abbattono sui muri normalmente alla loro direzione, così occorre orientare gli edifici diagonalmente rispetto alla direzione delle onde. Raccomanda fondazioni solide ed edifici bassi e fa notare che nel Cile il piano soprastante al pianterreno è sempre leggerissimo e fatto di legno. Riferisce le norme fissate dal Governo spagnuolo dopo il terremoto di Granata (1884) e delle quali abbiamo già fatto cenno parlando dei lavori del Manby.

L'A. ripete quanto fu detto dal Lescasse sulle case del Giappone e parlando dei *terremoti dell'antichità* riferisce le idee degli antichi e dice dei provvedimenti escogitati per prevenire ed attenuarne i danni. È singolare che in Sicilia e nel Veneto si ricorreva all'isolamento delle regioni sismiche col mezzo di pozzi profondi, dei quali esistono ancora quattro ad Udine scavati nel secolo XIII.

10. - A questo gruppo di pubblicazioni appartiene l'importante lavoro del P. G. Alfani: *I terremoti e le case*, di cui si è fatta una recente edizione, mentre la parte sostanziale di esso vide la luce qualche anno addietro.

Il libro del P. Alfani, benchè piccolo di mole, è ricco di osservazioni e di suggerimenti di grande importanza e, non ostante la sua veste semplice e quasi popolare, è informato ai dettati più rigorosi della scienza.

Con semplici deduzioni, appoggiate alla teoria delle vibrazioni dei corpi elastici e rincalzate dalla osservazione, l'A. dà ragione delle conclusioni alle quali pervenne il compianto P. Bertelli e che espose nella conferenza sismologica tenuta a Firenze nel maggio del 1887, che cioè:

1° avendosi a scegliere l'area più conveniente per fabbricare, si debba dare la preferenza alle rocce ed ai terreni più compatti, escludendo quelli di poco recente formazione, i terreni argillosi e sabbiosi, evitando soprattutto di fabbricare sul confine di questi terreni, cioè là ove questi si appoggiano a quelli più antichi, di maggiore compattezza, perchè in tali località si manifestano più notevoli e l'*asincronismo* di oscillazione e la *interferenza* ed il *rinsacco*, analogamente a ciò che si verifica nel maremoto fra l'acqua del mare e la spiaggia:

2° che in riguardo ai fabbricati nuovi si procuri che i muri esterni si presentino obliquamente rispetto alla direzione della scossa, cioè rispetto all'impulsione sismica prevalente nella regione;

3° si evitino gli edifici di molta elevazione, o che presentino in alto delle masse considerevoli;

4° si procuri che i fabbricati siano solidamente costrutti, con materiali possibilmente squadrati, od almeno inframmezzati a brevi intervalli da filari di mattoni o da legamenti di pietra, specialmente alle cantonate; che la calce e la rena siano di buona qualità e non s'adoperi acqua salmastra per l'estinzione della calce e per l'impasto delle malte; evitando l'impiego delle volte nelle parti della fabbrica emergenti dal suolo.

5° Ritenuto che le diverse parti di un medesimo edificio, in dipendenza della differente loro massa, struttura ed orientamento, sono soggette a vibrazioni diverse anche sotto l'azione della medesima scossa e che questa dissimetria e questo asincronismo di movimento sono le precipue cagioni dei guasti e delle rovine che si manifestano nei fabbricati, si debba cercare, per via di opportuni concatenamenti, di costringere codesta specie di pendoli, di diversa lunghezza, massa e ritmo, ad oscillare insieme come se costituissero un solo pendolo composto.

E qui, dopo avere espone le norme più ovvie e sicure per raggiungere questo incatenamento, quelle cioè che si possono leggere nelle istruzioni governative precedentemente riassunte, il P. Bertelli si occupa in modo speciale della costruzione delle scale, siccome il mezzo più diretto di scampo, da mantenersi, per quanto è possibile, illeso. Il P. Bertelli consiglia di evitare l'uso di volte rampanti e, quando si può, di fare le *scale a sbalzo*, cioè cogli scalini infissi solidamente ad un capo nel muro; oppure, come dicono i toscani, *a stratta*, cioè con un muro intermedio che serva d'appoggio alle estremità degli scalini di due branche laterali, procedenti in senso opposto; ricorrendo invece a speciali armature di ferro allorchè la scala debba essere *a pozzo*.

In seguito il P. Alfani, sulla traccia di parecchi lavori del prof. Omori, Presidente della Commissione giapponese sui terremoti, passa a studiare coll'aiuto dell'analisi le condizioni teoricamente necessarie pel rovesciamento delle colonne, per la loro rottura ed estendendo i risultati di questi studi ai muri, giunge alla conseguenza che la figura della sezione di questi, che assicura, a

parità di massa muraria, il massimo grado di stabilità sismica, è quella parabolica. E ciò è intuitivo perchè tale profilo è di uniforme resistenza, rispetto a forze normali al suo asse longitudinale ⁽¹⁾.

(¹) Questa proprietà della forma parabolica giapponese trova la sua dimostrazione nel semplice calcolo seguente, comunicato dal Commissario Prof. Ceradini:

« Si immagini come prima ipotesi un solido ad asse rettilineo, incastrato orizzontalmente ad un estremo, libero all'altro, di sezione rettangolare con larghezza costante a , di grossezza b_x variabile parabolicamente in guisa che sia $b_x : b_1 = x^2 : l^2$, essendo b_1 la grossezza del solido all'incastro, l la lunghezza del solido, ed x la distanza dell'estremo libero dalla sezione di spessore b_x .

« Si avrà :

$$b_x = b_1 \frac{x^2}{l^2}. \quad (I)$$

« Un simile solido, essendo soggetto alla sola azione del peso proprio, è di uniforme resistenza a flessione, e la relativa tensione unitaria massima σ si ottiene uguagliando il momento delle forze interne in una sezione al momento flettente, e cioè facendo :

$$\sigma \frac{a b_x^3}{6} = \frac{1}{12} a b_x x^3 \delta$$

« dove δ esprime il peso dell'unità di volume della muratura. Tale eguaglianza, a cagione della (I), conduce a $\sigma = \delta \frac{l^2}{b_1}$, valore indipendente da x , condizione appunto dell'uniforme resistenza su tutta la lunghezza del solido.

« Passando ora al caso del muro antisismico, basta disporre il detto solido verticalmente e immaginarlo sollecitato orizzontalmente dalla forza δ' per unità di volume, dovuta all'accelerazione sismica α , in modo che $\delta' = \delta \frac{\alpha}{g}$. Tale solido rimane sempre, per l'azione di flessione, solido di uniforme resistenza relativo alla tensione unitaria massima $\sigma' = \delta' \frac{l^2}{b_1}$, dove la sezione d'incastro b_1 è alla base del muro, disposta orizzontalmente.

« Nella ipotesi del muro verticale parabolico, va considerata anche l'influenza delle forze applicate in sommità alla gronda ed in corrispondenza all'altezza dei diversi piani. In sommità posa il tetto con un carico P , il quale induce nella sezione di gronda uno sforzo orizzontale $P' = P \frac{\alpha}{g}$, agente con braccio p . Occorrerà allora alla sommità del muro una grossezza di muro b_0 data da :

$$P' p = \sigma' \frac{a b_0^3}{6},$$

« da cui :

$$b_0 = \sqrt[3]{\frac{6 P' p}{\sigma' a}}$$

« e sarebbe $P' p$ il momento flettente dipendente dalla parte di muro di profilo parabolico sovrastante a b_0 immaginato il detto profilo esteso fino alla grossezza zero, e l'altezza x_0 di questa parte ipotetica di profilo sarebbe infatti data dalla :

$$P' p = \frac{1}{12} a b_0 x_0^3 \delta'.$$

« Considerazioni simili si ripetono ai vari piani ».

Prof. C. CERADINI.

Infine l'A., distinguendo le costruzioni da erigere nei luoghi soggetti a terremoto, le raggruppa in due categorie: *ricoveri d'urgenza*, *ricoveri permanenti* e ne delinea i caratteri peculiari, cioè: rapidità di costruzione, stabilità sufficiente, protezione dalle intemperie ed economia per le prime e per le seconde; sezione parabolica per i muri e non solo per quelli di perimetro, ma anche per quelli interni sempre quando essi abbiano notevole lunghezza ed una funzione statica importante; concatenamento delle singole parti dello edificio; tetti portati da incavallature controventate ed osservanza di tutte le prescrizioni formulate dal P. Bertelli.

Il P. Alfani non poteva a meno di prevedere le obiezioni che avrebbe sollevato il precetto di costruire i muri con profilo parabolico su entrambe le faccie; e noi crediamo dover qui riassumere quanto egli contrappone a queste obiezioni.

Anzitutto egli pensa che, tenuto conto dell'importanza del risultato, si dovrebbe passare, senza troppe difficoltà, sugli inconvenienti inerenti ad un tale profilo ed opina che a tali inconvenienti esistano facili rimedi, sia modificando le pareti interne dei muri con rivestimento di legno, sia ingrossando i muri con mattoni vuoti, solidamente collegati. Aggiunge infine che, a suo avviso, neppure la considerazione della maggiore spesa dovrebbe essere di ostacolo all'adozione dei presidi accennati, perchè, dopo tutto, l'aumento di spesa di primo impianto ovvierebbe a spese ulteriori gravissime e a danni incalcolabili.

11. - Il prof. M. Baratta nel suo *Studio sulle nuove costruzioni in Calabria dopo il disastroso terremoto dell'8 settembre 1905*, passa in rassegna tutti i tipi di costruzioni stati adottati nelle singole regioni.

Dopo aver rilevato che le case costrutte razionalmente e con buoni materiali hanno quasi ovunque resistito al terremoto e che per es. le case dei così detti « Americani », cioè degli emigrati arricchiti, eseguite a regola d'arte, senza badar a lesinare sulla spesa, hanno presentato una resistenza incomparabilmente superiore alle altre, anche nelle zone che più vennero tormentate dal terremoto, non si nasconde la difficoltà che incontra l'applicazione delle buone norme del fabbricare in Calabria, ove difettano i mattoni per murature, la buona sabbia e la buona ghiaia per le costruzioni di cemento armato.

Discorrendo delle case costrutte a Martirana dal Comitato lombardo sotto la direzione degli ing. Broggi e Nava, fa appunto rilevare come il costo piuttosto rilevante delle medesime debba attribuirsi specialmente alla circostanza che, ad eccezione delle pietre e della sabbia, tutti gli altri materiali si dovettero acquistare in località lontano parecchio.

È superfluo seguire passo passo l'A. nella minuta e particolareggiata rassegna delle costruzioni di Favelloni, Martirana, Jacursi, Ajello, Castrolibero, S. Leo ecc., che illustra con numerose figure, tanto più che, se non avesse scritto prima che intervenisse il fatale terremoto del 1908, avrebbe modificato in qualche punto le sue impressioni.

Non si può tuttavia non rilevare ciò ch'egli dice a proposito delle costruzioni di Melicuccà, eseguite dal Comitato della città di Livorno, che egli

avrebbe definito come case baraccate, nelle quali il legno è sostituito da elementi di cemento armato. Il prof. Baratta fa osservare che l'ossatura è fatta di pezzi di riporto, e crede che ciò presenti il vantaggio di scansare le costose armature, perchè sostegni, banchine e solette possono essere preparati ovunque si abbia a disposizione buona sabbia e buona ghiaia e, una volta sufficientemente stagionati, essere collocati in opera; ma per verità, malgrado le speranze allora concepite dal prof. Baratta, la prova del terremoto del 1908 dimostrò come questo sistema sia ben lungi dal presentare la resistenza del cemento armato eseguito sul posto e col quale si ottengono dei collegamenti perfetti in tutti i sensi, tanto vero che, come ha riferito la 1^a Sottocommissione, le case di Melicuccà *sono quasi tutte cadute*.

12. - In due lettere dei 26 e 27 febbraio corrente anno, state trasmesse alla nostra Commissione dal Ministro dei Lavori pubblici, il prof. Tassutaro Nakamura dell'Università di Tokyo insiste sulla necessità di strade molto larghe e suggerisce di determinare la larghezza in modo che essa risulti maggiore dell'altezza delle fabbriche confrontanti colla via, accresciuta di m. 20, il che equivale ad assegnare alle vie fiancheggiate da case alte m. 10 una larghezza di oltre a 30 m.

Il detto professore non ammette in tesi generale che le case di legno possano avere carattere di permanenza, perchè insidiate da troppe cause di deterioramenti, permanenti ed eventuali. Per edifici costrutti col sistema seguito finora a Reggio ed a Messina non crede si possa ammettere più di un piano e solo si possano consentire due ed anche quattro piani quando le case siano costrutte con legname. Peraltro è di parere che sia anche possibile fabbricare case a due ed anche a tre piani con muratura di mattoni o di pietre, a condizione che mattoni e pietre siano di forme regolari e si faccia uso di malta di cemento, con grossezze che non oltrepassino un centimetro e si provveda l'edificio di solida ed appropriata fondazione.

IV.

PROPOSTE DELLA COMMISSIONE.

I lavori della Commissione dovevano, necessariamente, mettere capo alla sismologia, la quale, per opera di illustri e infaticabili ricreatori, perseguendo concetti rigorosamente scientifici e scartando quindi a mano a mano ipotesi non avvalorate da fatti, è in questi ultimi anni maravigliosamente progredita. A questi benemeriti studiosi il nostro Paese ha offerto ed offre, malauguratamente, ampia messe di studi.

Ciò non ostante, e per confessione degli stessi più reputati sismologi, i risultati delle ricerche fatte, per quanto importanti, sono ancora scarsi e malsicuri, o sono di natura tale da non offrire al costruttore quei dati che gli sono indispensabili per una sicura determinazione delle dimensioni delle varie parti onde componesi l'ossatura di un edificio.

La velocità, ad esempio, colla quale la crosta terrestre assume il moto di *va e viene*, che in linguaggio scientifico dicesi *accelerazione*, e che è uno

dei dati che più da vicino interessano il costruttore, è ancora poco meno di un' incognita.

Dal confronto fra gli effetti osservati cogli elementi ricavati dalle tracce lasciate dai sismografi si giunse a concludere una scala sismografica, nella quale i movimenti terrestri sono classificati in gradi, che vanno dal grado I (accelerazione di mm. 17 per 1'') al grado X (accelerazione di mm. 2500 per 1'') nella scala italiana e dal grado I (accelerazione mm. 300 per 1'') al grado VII (accelerazione mm. 4000 al 1'') nella scala giapponese. Il P. Alfani è d'avviso che il grado X della nostra scala rappresenti la massima accelerazione possibile in Italia e che se, per eccezione, nel recente terremoto tale accelerazione è stata sorpassata, essa non abbia, se non di poco, superato i mm. 3000 al 1''. In talune scale, poi, l'accelerazione si fa ascendere persino a 10 m. a 1'' ⁽¹⁾.

Come si vede, regna ancora su questo punto capitale molta incertezza, e d'altra parte l'assumere nei calcoli, ed a scopo di sicurezza, le accelerazioni massime, vale quanto esporsi a risultati praticamente inattendibili a cagione delle eccessive dimensioni che ne scaturirebbero adottando gli abituali carichi di sicurezza datici dalla scienza della resistenza dei materiali da costruzione. Sarebbe poi assolutamente arbitrario assumere, pel caso speciale del lavoro dovuto ai terremoti, coefficienti di lavoro più elevati.

Nè maggiori e più sicure cognizioni si posseggono intorno al moto verticale. Il P. Alfani lo afferma in un suo scritto recente mandato alla nostra Commissione in risposta ad alcuni quesiti rivoltigli. Non potendo pertanto disporre di dati sicuri, la nostra Commissione dovette abbandonare il metodo diretto e, nel dettare le norme di calcolo, appigliarsi, come sarà detto più innanzi, ad un procedimento in apparenza meno rigoroso, ma praticamente più sicuro.

Dove sembrano concordare tutti i sismologi, si è nell'ammettere che la crosta terrestre si comporta nei fenomeni sismici come un sistema elastico vibrante, onde nascono le ricerche sulla velocità di propagazione della scossa e le ipotesi sulla natura dei movimenti, sull'esistenza dei moti riflessi, sulla sovrapposizione di moti distinti per direzione e fase, colla quale si spiega la scossa *vorticosa* e sulla presenza di linee *nodali* e di *ventri* della superficie vibrante, ossia di zone in cui si localizzano rispettivamente i moti di minima e di massima ampiezza.

E, per vero dire, non si saprebbero spiegare, senza il sussidio di queste ipotesi, le anomalie constatate nei terremoti in genere, e particolarmente in quest'ultimo, di case, poste l'una in prossimità dell'altra, costruite collo stesso sistema, di egual pianta, orientazione e numero di piani, una delle quali è rovinata e l'altra rimasta in piedi, come avvenne a Messina.

Sismologi e geologi sono pure concordi nell'ammettere che se una casa è edificata sopra un terreno compatto ed è a questo saldamente congiunta, la casa deve necessariamente vibrare col suolo sottoposto e, come dice il P. Alfani, identificarsi, rispetto alle vibrazioni, col suolo, mentre invece, se il suolo è detritico, friabile o comunque sciolto, esso verrà spostato dalla sua posi-

(1) Nell'unita carta isosismica, i gradi segnati sono quelli della scala italiana del MERCALLI.

zione d'origine, con quali conseguenze per i fabbricati soprastanti non è chi non veda.

Il Bertelli, servendosi dello apparecchio Mariotte, ha chiaramente dimostrato le deplorabili conseguenze cui va soggetta una casa, la quale sorga sulla linea di congiunzione di due terreni di densità o di compattezza differenti e sia soggetta all'urto sismico.

Lo studio del Serpieri sui terremoti di Urbino e Bagnara (1873) e su quello di Messina (1783) è una splendida riprova delle deduzioni teoriche del Bertelli ⁽¹⁾.

Diversa assai è la condizione nella quale sono posti i fabbricati secondo che si trovano in piano o sopra un terreno in pendio.

Tutte queste deduzioni, apparentemente ovvie, sono della più grande importanza per ciò che ha tratto colla scelta del sito più conveniente per l'ubicazione della casa e getta molta luce sul problema, tanto controverso e pure così importante, delle fondazioni nelle zone sismiche.

Pur lasciando alla Commissione incaricata delle indagini sismologiche il definire le zone meno pericolose comprese nelle regioni sismiche della Sicilia e della Calabria, la nostra Commissione, considerata l'urgenza del provvedere alle prime e più impellenti necessità del vivere sociale nei paesi che furono teatro dell'ultima catastrofe tellurica, ha creduto intanto di stabilire che fosse vietato di costruire su terreni paludosi, franosi ed atti a scoscendere, o sul confine fra terreni di natura e di andamento diverso, o sopra suolo a forte pendio, a meno che si tratti di rocce compatte, nel qual caso però si debba procurare all'edificio una serie di piani di appoggio orizzontali (art. 1 delle Norme - alleg. D).

In tema di fondazioni, due sono le opinioni prevalenti, ispirate a concetti diametralmente opposti. Una delle due scuole patrocina il sistema di tenere la casa indipendente dal suolo, nello intento di eliminare, o quanto meno di attenuare, la comunicazione degli urti dal suolo alla soprastante costruzione. Questa scuola propone di interporre tra la fondazione ed il suolo uno strato di sabbia, oppure di infiggere i sostegni verticali delle case di legno entro cavità riempite di sabbia, o di far poggiare la costruzione sopra sfere libere di muoversi entro certi limiti in apposite ralle, ovvero su lenti sferiche o cilindriche, o finalmente sopra rulli cilindrici incrociati. L'altra scuola invece afferma la necessità di radicare profondamente le fondazioni nel suolo, basandosi sul fatto che nei terreni compatti, ed in profondità, gli effetti sismici per costante esperienza sono attenuati e non danno luogo a dislocazioni e ruine.

Indubbiamente far riposare un edificio sopra un insieme rigido, sia esso un masso naturale di terreno roccioso, od artificiale ottenuto con una robusta platea generale semplice od armata, oppure sia un robusto telaio solidamente connesso, dà garanzia di resistenza, ma l'interposizione fra il suolo e la base del fabbricato di sostanze o di apparecchi atti a favorire la mobilità relativa, non appare tecnicamente consigliabile. Questi ultimi mezzi, sostenuti anche

⁽¹⁾ Cfr. P. G. Alfani: « I terremoti e le case ».

da costruttori nostrani e forestieri, da molto tempo furono posti in opera nel Giappone, vennero anzi da ingegneri inglesi perfezionati ed applicati, come appare dagli scritti del Lescasse, alla costruzione dei fari nelle Indie, ma dovettero abbandonarsi dopo l'infelice esito avutone. Sembrò quindi alla Commissione partito più ragionevole il non insistere sopra un principio, forse discutibile teoricamente, ma la cui applicazione, per un cumulo di circostanze, non ha fatto buona prova in pratica. Per questi motivi la Commissione ha ammesso le fondazioni radicate solidamente al suolo, a muri continui e concatenati, e l'uso di telai d'appoggio formati da membrature rigide e collegate col resto dell'armatura, oppure di robuste platee generali armate, riposanti direttamente sopra un suolo incompressibile, sia naturale, sia consolidato artificialmente (V. art. 4, Norme, all. D).

In ogni caso, quindi, la soprastruttura dev'essere solidamente collegata alle fondazioni, o alle piattaforme di fondazione, affinchè le scosse comunicate dal suolo vengano trasmesse, per quanto è possibile, sincronicamente a tutto l'edifizio.

Le disposizioni contenute nel ricordato art. 4 delle *Norme* sono informate a questi concetti.

Va da sè che, allo scopo di creare una costruzione, la quale dai fondamenti al tetto, componga un tutto talmente concatenato da vibrare sincronicamente col suolo, occorre preordinare le parti così che nessuna sfugga alla solidarietà dell'insieme e quindi, mentre sono assolutamente da ripudiarsi i sistemi costruttivi finora pur troppo invalsi, non solo nei piccoli, ma anche nei centri più importanti delle regioni colpite dall'ultimo terremoto, si deve dare la preferenza a quelli nei quali lo scheletro resistente dell'edifizio risulta composto di montanti, di traverse e di diagonali, cioè di membrature tra di loro indissolubilmente collegate e completate con riempimenti murali o con pareti sottili, tanto all'esterno quanto all'interno, le quali diano leggerezza all'insieme della struttura e tali che, pur non essendo suscettibili di sconnettersi sotto l'azione dei moti sismici, servano opportunamente a difendere l'interno delle abitazioni dalle troppo rapide variazioni di temperatura e dalle azioni meteoriche in genere.

Tutti quelli che visitarono le località, che furono teatro delle recenti rovine, tutti, ad una sola voce, condannarono la soverchia altezza delle case, la cattiva qualità del materiale impiegato, l'uso di mattoni crudi, quello di pietre informi, di ciottoli di fiume o di torrente, di forma rotonda, neppure spaccati, di malte incapaci di agglomerare i materiali, perchè composte di calci e di sabbie di cattiva qualità, l'abuso delle strutture a volta, soprattutto nei piani alti, non trattenute da catene di ferro, l'impiego di terrazzi pesantissimi, di solai con travi maestre insufficientemente incastrate nei muri, di tetti pesanti con armature spingenti i muri di perimetro, di scale portate da volte ecc... E tutti ad una sola voce furono concordi nello ammettere la bontà e la razionalità delle case *baraccate*, prescritte dal Governo borbonico dopo il terremoto del 1783, e di cui sono testimoni eloquenti parecchie costruzioni, le quali sfidarono quasi impunemente l'impeto dei successivi terremoti.

Ma occorre notare che quanto nel 1784 rappresentava il non *plus ultra*