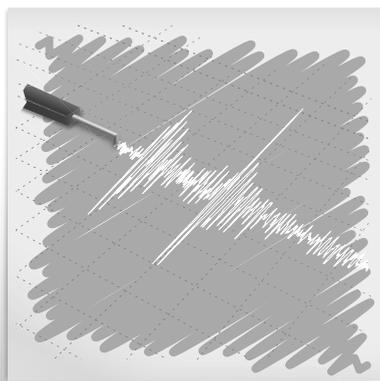


Andrea Barocci

RISCHIO SISMICO

TERREMOTI, SCIENZA, NORMATIVA E COSCIENZA



- PRIMA E DOPO IL TERREMOTO: DALLA SISMOLOGIA ALLA SOCIETÀ
- L'ITALIA E LE LEGGI
- LA SICUREZZA DELLE COSTRUZIONI: NORMATIVA E RESPONSABILITÀ
- IL PATRIMONIO EDILIZIO ESISTENTE

Andrea Barocci
RISCHIO SISMICO

ISBN 13 978-88-8207-796-9
EAN 9 788882 077969

Manuali, 182
Prima edizione, ottobre 2015

Barocci, Andrea <1978->
Rischio sismico / Andrea Barocci. – Palermo : Grafill, 2015.
(Manuali ; 182)
ISBN 978-88-8207-796-9
1. Edifici – Progettazione – Zone sismiche.
624.1762 CDD-22 SBN PaI0282556
CIP – Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

Il volume è **disponibile anche in versione eBook** (formato *.pdf) compatibile con **PC, Macintosh, Smartphone, Tablet, eReader**.
Per l'acquisto di eBook e software sono previsti pagamenti con conto corrente postale, bonifico bancario, carta di credito e paypal.
Per i pagamenti con carta di credito e paypal è consentito il download immediato del prodotto acquistato.

Per maggiori informazioni inquadra con uno smartphone o un tablet il codice QR sottostante.



I lettori di codice QR sono disponibili gratuitamente su Play Store, App Store e Market Place.

© **GRAFILL S.r.l.**

Via Principe di Palagonia, 87/91 – 90145 Palermo
Telefono 091/6823069 – Fax 091/6823313
Internet <http://www.grafill.it> – E-Mail grafill@grafill.it

Finito di stampare nel mese di ottobre 2015
presso **Andersen S.p.A.** Frazione Piano Rosa – 28010 Boca (NO)

Tutti i diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica e di riproduzione sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, né memorizzata tramite alcun mezzo, senza il permesso scritto dell'Editore. Ogni riproduzione non autorizzata sarà perseguita a norma di legge. Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

IO NON TREMO!

www.ionontremo.it

INDICE

PREFAZIONE	p.	1
1. QUANDO PARLIAMO DI RISCHIO SISMICO	"	3
1.1. La sismologia (prima) <i>Sismologia – Miti e leggende – Colapesce – Sismografo</i>	"	3
1.2. La sismologia (oggi) <i>Lisbona – Carta sismica – Tromometro – Sismografo – Sismogramma – Tettonica a placche – Rete sismica nazionale</i>	"	8
1.3. Eppure si muove... <i>Accumulo di energia – Faglia – Rimbalzo elastico – Epicentro – Ipocentro – Onde sismiche</i>	"	11
1.4. Energia e misura di un terremoto <i>Rilascio di energia – Scale di misura – Magnitudo – PGA – Direttività</i>	"	16
1.5. Sequenza e sciame sismico <i>Sciame – Sequenza – Responsabilità – L'Aquila – Faenza – Emilia</i>	"	25
1.6. La ricorrenza dei terremoti <i>Consapevolezza – Tempo di ricorrenza – Database macrosismico</i>	"	28
1.7. L'Italia e i terremoti, una storia da raccontare <i>Sismologia storica – Paleosismologia – Sant'Emidio</i>	"	30
1.8. Le componenti del rischio sismico	"	34
1.9. Pericolosità <i>Metodo deterministico e probabilistico – Carta della pericolosità – Effetti di sito – Micro-zonazione – Effetti near-source</i>	"	35
1.10. Esposizione <i>Evento naturale – Abitanti – Beni culturali – Infrastrutture – Aree produttive</i>	"	39
1.11. Vulnerabilità <i>Crollo – Edifici sicuri – Patrimonio edilizio – Vulnerabilità sociale</i>	"	43
1.12. Le mappe di rischio sismico	"	46
1.13. Resilienza.....	"	48
2. PRIMA E DOPO IL TERREMOTO	"	51
2.1. Prevenzione, gestione e mitigazione del rischio.....	"	51
2.2. Carta igienica e scelte intelligenti <i>Piano Comunale di Protezione Civile – Telefono – Mobili – Documenti</i>	"	55

2.3.	Previsione dei terremoti <i>Precursori sismici – Previsioni in Italia – Previsioni nel mondo – Early warning</i>	p.	60
2.4.	Nepal, 25 aprile 2015. Una sintesi perfetta.....	"	66
2.5.	Natura, scienza ed altro <i>Radon – Luci sismiche – Temperatura – Falde acquifere – Animali – Haicheng e Tangshan – Notte e giorno – Sismicità indotta – Commissione ICHESE – Turisti e nuvole</i>	"	69
2.6.	Dopo il terremoto – gestione dell'emergenza e soccorsi <i>Dipartimento di Protezione Civile – Discorso di Sandro Pertini – Sindaco – SISTEMA – Rilevamento del danno</i>	"	78
2.7.	Dopo il terremoto – cosa fa lo stato <i>I costi del terremoto – Il fondo per la prevenzione del rischio sismico – Il terremoto di Li-sbona -Ricostruzione – Assicurazione contro i terremoti</i>	"	86
2.8.	Dopo il terremoto – le persone <i>Safetycheck – Il terremoto di San Francisco e la bank of Italy – I disturbi – Gli esperti</i>	"	97
3.	STORIA DI NORME E DI ITALIA	"	102
3.1.	Hammurabi	"	102
3.2.	1571, il primo progetto di casa antisismica	"	103
3.3.	Il sistema baraccato.....	"	105
3.4.	Dal 1784 al 1907.....	"	107
3.5.	Le norme dopo il sisma di Messina e Reggio Calabria del 1908	"	111
3.6.	Dal 1915 al 1937; avanti adagio	"	123
3.7.	Pausa. Niente più terremoti!	"	126
3.8.	1968, il terremoto del Belice.....	"	133
3.9.	La legge. Sì, però	"	134
3.10.	1976, il terremoto del Friuli.....	"	138
3.11.	1980, il terremoto in Irpinia.....	"	139
3.12.	Dal 1983 al 1996.....	"	140
3.13.	1997, il terremoto di Umbria e Marche	"	144
3.14.	San Giuliano di Puglia. 27 bambini e una maestra per cambiare	"	148
4.	LA SICUREZZA, LE COSTRUZIONI, LA RESPONSABILITÀ	"	150
4.1.	Verso l'Italia sismica. In fretta, anzi no... <i>D.P.R. 380/2001 – Norma prestazionale – Nuova classificazione sismica – O.P.C.M. 3274/2003 – D.M. 14 settembre 2005</i>	"	150
4.2.	Il D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 – Parte Prima	"	155
4.3.	2009, in Abruzzo.....	"	155
4.4.	Il D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 – Parte Seconda <i>Ingegneria sismica – Duttività – Performance Based Design – Stati limite – Fattore di struttura – Capacity design</i>	"	157

4.5.	Chi sceglie l'azione sismica? Chi il rischio? <i>Pericolosità sismica di base – Vita nominale – Classe d'uso – Periodo di riferimento – Probabilità di superamento – Responsabilità.....</i>	p.	162
5.	DI EDIFICI ESISTENTI E ALTRI INCUBI	"	167
5.1.	A che punto siamo <i>L'edificato italiano – Earthquake Warning Sign – Prefetture – Centri storici</i>	"	167
5.2.	La verifica di sicurezza e l'idoneità statica.....	"	172
5.3.	2012 – Gli edifici industriali e il terremoto: il caso dell'Emilia	"	180
5.4.	I beni culturali, le loro regole, i nostri doveri	"	184
5.5.	I ponti, le infrastrutture	"	188
5.6.	Gli ospedali	"	192
5.7.	Le scuole	"	195
	CONCLUSIONE.....	"	200

PREFAZIONE

In caso di rischio di danno grave o irreversibile, l'assenza di una piena certezza scientifica non deve costituire un motivo per differire l'adozione di misure adeguate.

*Principio 15 – Dichiarazione di Rio
Rio de Janeiro – 1992*

Questa prefazione è necessaria per tarare le attese sul libro che avete in mano.

Quando mi è stato proposto di scriverlo, all'entusiasmo iniziale è seguita subito una sensazione d'inadeguatezza; *“un libro sul rischio sismico che serva al professionista”* mi era stato detto. Autori molto più titolati di me hanno scritto testi eccellenti e la materia è stata trattata da tutti i punti di vista, dalla scienza al folclore.

Poi mi è venuta in mente la strada che, prima da professionista poi da uomo, mi ha portato a conoscere il rischio sismico. Ho ripercorso momenti di vite diverse, separate dal terremoto del 6 aprile 2009, vedendo chiaramente come quell'evento mi abbia cambiato.

Ricordo bene quando entrai in ufficio la mattina di quel lunedì. Il mio collega mi disse subito: *“Hai visto che casino all'Aquila?”*. Sì, qualcosa avevo visto, di sfuggita per colazione; ma era in Abruzzo. E poi, con un terremoto, cosa ci puoi fare? Io facevo progetti di strutture; per me il sisma si traduceva in un numero, quello della scelta della zona sismica all'interno della normativa tecnica. Alla fine, le verifiche di un software di calcolo e il rispetto delle norme sulle costruzioni mi rendevano soddisfatto del mio lavoro.

Quando sono stato la prima volta in Abruzzo a fare i sopralluoghi per l'agibilità degli edifici è cambiato tutto. Lì, dopo poche settimane dalla scossa, nel silenzio nero e asfissiante delle zone rosse, mi passavano davanti i grafici e le forze che di solito vedevo sul monitor; facevano capolino dalle crepe, si aggrovigliavano attorno a pilastri spezzati, urlavano da cumuli di macerie. Lì ho capito cosa facevo quando progettavo una struttura, ho capito il mio lavoro. Poi, durante la permanenza a più riprese nelle zone colpite, entrando in contatto con la gente, i soccorritori e le istituzioni, vivendo quella realtà, ho capito anche che il terremoto non riguarda solo l'ingegneria, gli edifici.

Il terremoto riguarda tutti e tutto e le due parole *“rischio sismico”* sono una sfida enorme rispetto alla quale c'è ancora tanto da fare.

Da tutto questo ho iniziato a vedere la mia professione in maniera diversa, a essere consapevole che, come tecnico e come uomo, avrei potuto fare meglio la mia parte. Ho iniziato a documentarmi, ad appassionarmi e a convivere con i dubbi che ho scoperto aumentare sempre, al

contrario delle ore di sonno destinate a diminuire. Con la conoscenza è cambiata la mia coscienza professionale.

Prima del sisma in Abruzzo la mia unica esperienza era stata nel 1997 una sveglia di soprassalto, nel cuore della notte (allora abitavo nelle Marche, nel Montefeltro), seguita subito da mio babbo che entra in camera e mi dice: “Sarà stato un terremoto”.

Dopo l’Abruzzo invece, il 2012 in Emilia; era già tutto diverso. I miei occhi sapevano cosa e come osservare e già dalle prime immagini divulgate provavano a vedere oltre quell’incredibile lesione lungo tutto il fianco del municipio di Sant’Agostino.

Ecco quindi il motivo di questo libro. Condividere un po’ di conoscenza e un po’ di pensieri.

In ogni caso, mi dicono che il riassunto di quanto ho appena scritto è tutto in questa foto che mi è stata scattata nel giugno 2009 all’Aquila. Quello con la mano in testa sono io. Buona lettura.



QUANDO PARLIAMO DI RISCHIO SISMICO

[...] E non ci sono più né casa né strada: la cordigliera sciolse i suoi cavalli, si accumulò la profonda potenza, saltarono le montagne e cadde il villaggio avvolto dal terremoto. E così muri di fango, ritratti alle pareti, mobili sgangherati in sale oscure, silenzio interrotto dalle mosche, tutto ritornò ad esser polvere [...].

Pablo Neruda

Per quanto ciascuno abbia un'idea propria della parola “rischio”, credo che sul dizionario Treccani ve ne sia una definizione egregia: *eventualità di subire un danno connessa a circostanze più o meno prevedibili*. Nasce quindi una singolarità nell'aggiungere la parola “sismico”, dovuta al fatto che, ad oggi, nessuno è in grado di prevedere i terremoti ma (quasi) tutti sanno dove si verificheranno i prossimi. Considerando che l'uomo è ormai da millenni un animale stanziale, la definizione di rischio tende a spostarsi da eventualità a certezza.

Nel 1908 Giuseppe Mercalli¹ scrisse questa frase: *La sismologia non sa dire quando, ma sa dire dove avverranno terremoti rovinosi, e sa pure graduare la sismicità delle diverse province italiane. Quindi saprebbe indicare al governo dove sarebbero necessari regolamenti edilizi più e dove meno rigorosi, senza aspettare che prima il terremoto distrugga quei paesi che si vogliono salvare*. Nel 1908 aveva già detto tutto, nel 2015 non è cambiato niente.

Per comprendere meglio queste due frasi è meglio partire dall'inizio.

1.1. La sismologia (prima)

Sismologia – Miti e leggende – Colapesce – Sismografo.

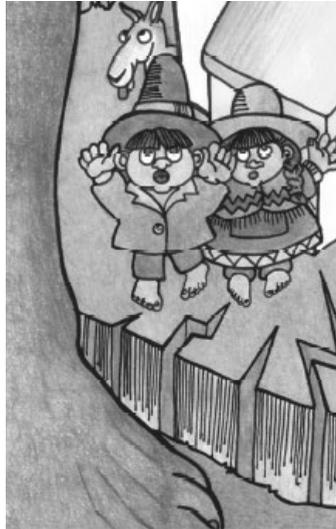
Sismologia deriva dall'unione di “*seismos*” (terremoto) e “*logos*” (parola) ed è una branca della geofisica che studia i terremoti e la propagazione delle onde da loro generate. Al di là della definizione tecnica trovo molto più indicata l'unione di “sisma” con “parola” perché, vedremo, lo studio scientifico è arrivato molto dopo; fino a pochi anni fa il terremoto è stato indissolubilmente legato alle sensazioni individuali ed alla tradizione orale.

Sono molti nel mondo i **miti** e le **leggende** legati ai terremoti².

¹ Giuseppe Mercalli (1850-1914) Geologo, sismologo e vulcanologo italiano; inventore dell'omonima Scala che misura l'intensità di un terremoto attraverso l'osservazione dei danni prodotti. Ha pubblicato circa 115 tra studi, ricerche e osservazioni su pubblicazioni periodiche, ed è stato membro di importanti associazioni scientifiche. Ha realizzato per primo una carta sismica del territorio italiano, dopo aver posto il problema di tale lacuna.

² Per quanto riportato in questo capitolo e altri approfondimenti si faccia riferimento all'Associazione IO NON TREMO! [www.ionontremo.it].

I membri di un'antica tribù peruviana pensavano che quando il loro dio visitava la terra per contare gli uomini presenti, i suoi passi facevano tremare il suolo. Per abbreviarne il compito i cittadini uscivano di corsa dalle case gridando “Sono qui! Sono qui!”, così il mito insegnò anche alle persone la buona pratica di abbandonare le fragili abitazioni in caso di terremoto.



Gli Indù credevano che il mondo fosse appoggiato sulla schiena di otto elefanti in equilibrio sul dorso di una tartaruga che nuotava nel mare; quando un elefante si stancava, scuoteva la testa provocando un terremoto.

Un mito messicano è precursore della tettonica: Molto tempo fa, quando il mondo era fatto solo di acqua, il Grande Spirito decise di creare una splendida terra facendola trasportare sul dorso da alcune tartarughe marine; un giorno queste cominciarono a litigare tra loro e, nuotando in direzioni diverse, tirarono la terra fino a che non si ruppe in tanti pezzi. Da allora, ogni volta che le tartarughe litigano di nuovo, la terra sulle loro schiene sussurra e trema.



Per la mitologia giapponese la causa di tutti i terremoti è il grande pescegatto Namazu, che muovendo la coda riesce a scuotere tutta la terra; può essere controllato solo dal dio Kashima, che grazie a una grossa pietra immobilizza il pesce tenendolo schiacciato a terra; purtroppo a

volte il dio si stanca e si distrae dal suo compito, e Namazu ne approfitta per muoversi. La cultura giapponese, rispettosa della tradizione, ancora oggi utilizza il pescegatto nelle grafiche legate al rischio sismico e il pescegatto non fa mai mancare la sua presenza nelle manifestazioni popolari o sfilate carnevalesche. Inoltre, nel XIX secolo, dopo il terremoto di Edo (l'odierna Tokio) Namazu divenne una sorta di giustiziere che punisce l'avidità umana costringendo alla redistribuzione della ricchezza.

Aristotele riteneva che i sismi fossero generati da aria compressa all'interno della Terra ed in cerca di una via d'uscita verso l'esterno; ne erano la prova le esalazioni che talvolta fuoriescono da spaccature del suolo in seguito ad un terremoto.

Il ruolo sociale in un evento sismico è sempre rilevante, a vari livelli e con tratti spesso comuni anche in epoche o località diverse. Affronteremo questi aspetti più avanti.

Entrando nel nostro Mediterraneo troviamo Poseidone, il dio greco del mare che nel racconto omerico è coinvolto nella famosa conquista di Troia; rappresenta anche il dio dei terremoti ed è venerato nelle città interne dell'Asia Minore sotto la figura mitologica del cavallo. Secondo l'archeologo L.A. Mackay i greci non penetrarono nella città di Troia nel ventre di un gigantesco cavallo di legno ma favoriti da un terremoto che ridusse le mura di cinta in macerie³.



A Messina, sulla volta del Teatro Vittorio Emanuele II fa bella mostra di sé l'opera di Gut-tuso "La leggenda di **Colapesce**". Si narra di un certo Nicola (Cola di Messina), figlio di un pescatore, soprannominato Colapesce per la sua abilità nel muoversi in acqua; amava immergersi e, ritornato in superficie, si soffermava a raccontare le meraviglie viste e, talvolta, a riportare tesori. La sua fama arrivò al re di Sicilia ed imperatore Federico II di Svevia che decise di

³ Tratto da "I profeti del terremoto" di Helmut Tributsch.

metterlo alla prova: si recò al largo e gettò in acqua una coppa, subito recuperata da Colapesce; il re gettò allora la sua corona in un luogo più profondo e anche questa fu subito recuperata; la terza volta il re gettò un anello in un posto ancora più profondo ed in quell'occasione il ragazzo non riemerse più. Colapesce vide, infatti, che la Sicilia posava su 3 colonne delle quali una piena di vistose crepe e segnata dal tempo e decise di restare sott'acqua, sorreggendola per evitare che l'isola sprofondasse; ancora oggi si troverebbe quindi a reggere l'isola.

Sembra che anche la fontana delle 99 cannelle in L'Aquila contenga un riferimento alla leggenda; uno dei novantanove mascheroni che la caratterizzano rappresenta infatti un uomo con la testa di pesce, tra l'altro l'unico posto in angolo, posizione dalla quale "controlla" l'intero monumento. Questi collegamenti, per nulla scontati, sono stati le basi della conoscenza per la sismologia moderna.

Anche gli strumenti di misurazione (gli antenati del **sismografo**) hanno avuto la loro evoluzione prima di arrivare a fornire dati utili per la collettività.



Uno dei primi sismografi dei quali si ha traccia è quello di Zhang Heng (132 d.C.). Era costituito da un'anfora metallica alta più di un metro al cui interno stava un pendolo che, se messo in oscillazione da una scossa sismica, urtava alcune levette; queste erano otto, disposte tutte attorno all'anfora e terminavano con la riproduzione di una testa di drago. La levetta, se urtata dal pendolo, faceva aprire la bocca al drago che a sua volta faceva cadere una pallina all'interno di una rana metallica posta in corrispondenza alla base dell'anfora; il rumore metallico era percepibile fino a 500 metri e fungeva da allarme.

L'origine naturale dei terremoti inizia a farsi strada in Europa solo in periodo rinascimentale, con diverse teorie. Gassendi, verso il 1600, pensava che il terremoto fosse dovuto all'esplosione di sacche di gas. L'abate Bertholon de Saint-Lazare invece, nel 1779, pensava a un effetto dell'elettricità che si "concentrava" nel sottosuolo; inventò quindi anche un sistema per evitare i terremoti, inserendo enormi parafulmini nel terreno.

Nel 1751 Don Andrea Bina, nell'ambito dei suoi studi sui terremoti, costruì a Perugia un sismografo formato da una lunga fune appesa al soffitto di una stanza con attaccato all'estremità