

IO NON RISCHIO

BUONE PRATICHE DI PROTEZIONE CIVILE

Manuale per i volontari



La campagna **Io non rischio** è promossa e realizzata da



in collaborazione con



Parte Prima

Introduzione	4
Servizio Nazionale della Protezione Civile	6
Volontariato di protezione civile	11
Piani di emergenza	17

Parte Seconda

Comunicare in piazza	20
Comunicare sulla stampa e online	28
Storytelling: una narrazione per entrare in azione	35
Comunicare con un gioco: totem lo non rischio	42
Fare formazione: 10 passi per aiutare ad apprendere	45

Parte Terza

Terremoto

Introduzione	56
Memoria storica	58
Pericolosità sismica	66
Vulnerabilità sismica	71
Rischio sismico	77
Prevenzione	81
Gli aspetti psicosociali: l'altra faccia del terremoto	95

Maremoto

Il maremoto	106
Cause di un maremoto	108
Cosa succede sulle coste quando c'è un maremoto	110
Rischio maremoto in Italia	117
I grandi terremoti e maremoti nel mondo	121
Quando avverrà il prossimo maremoto	127
Cosa fare per ridurre il rischio maremoto	128
L'Italia nel sistema di allertamento per il Mediterraneo	144
Maremoti tra memoria e oblio	144

Glossario	153
------------------------	-----

Appendice	159
------------------------	-----

PARTE PRIMA

▶ INTRODUZIONE

Questo manuale è uno strumento di lavoro per voi, volontari impegnati nella campagna di comunicazione lo non rischio. Qui potete trovare tutte le informazioni di cui avete bisogno per ripassare e approfondire gli argomenti affrontati durante le giornate di formazione in aula.

Come vedremo, la campagna lo non rischio mira a promuovere e diffondere le buone pratiche di protezione civile a partire da specifici rischi naturali che riguardano un territorio. E i protagonisti di questa campagna siete voi: i volontari di protezione civile. Sarete voi ad avere il compito di incontrare i cittadini nelle piazze delle nostre città per raccontare loro quel che si deve sapere e ciò che si può fare per ridurre l'esposizione al rischio di ciascuno e della comunità in cui si vive. Per farlo avrete a disposizione del materiale informativo: un pieghevole in cui vengono illustrate le cose essenziali da sapere su uno specifico rischio, e una scheda in cui vengono illustrati i comportamenti giusti da adottare nel caso in cui si verifichi una effettiva emergenza.

Qualcuno potrebbe chiedersi perché per raccontare ai cittadini le informazioni contenute in un pieghevole e una scheda siano necessarie 160 pagine di manuale: ci serve davvero sapere tutta questa roba se poi dobbiamo raccontarne solo una piccola parte? La risposta a questa domanda è sì. Possiamo pensare al pieghevole e alla scheda come alla punta di un iceberg, che per sostenersi ha bisogno di una parte sommersa molto ma molto più grande: questo manuale. Proprio come un iceberg, la conoscenza, per emergere, ha bisogno di una parte sommersa assai maggiore. Conoscere bene gli argomenti illustrati in queste pagine

vi consentirà di acquisire maggiore sicurezza nell'argomentare i contenuti dei materiali informativi e acquisire, di massima, anche un modo più appropriato di raccontare concetti tutto sommato semplici, ma spesso delicati.

Il manuale è suddiviso in tre sezioni. Nella prima parte trovate le informazioni riguardanti il Servizio Nazionale della Protezione Civile e il Volontariato di protezione civile, oltre che la spiegazione di che cos'è e a cosa serve un Piano comunale di protezione civile. Nella seconda parte si parla degli strumenti, delle tecniche e delle modalità che ci permettono di organizzare, allestire e attuare una campagna ben riuscita. Nella terza e ultima parte, invece, trovate tutte le informazioni tecniche e specifiche di ogni rischio, illustrate e approfondite a partire dai singoli elementi del materiale informativo. Per aiutarvi nella lettura, ci siamo serviti di alcuni simboli ed espedienti grafici.

LEGENDA

-  **testo** *Cose essenziali da ricordare*
-  *Consigli su cosa fare*
-  *Schede di approfondimento*
-  *Testi contenuti nel pieghevole*
-  *Link per saperne di più*
-  *Glossario*

CONTATTI

Sono state attivate diverse email relative alla campagna:

iononrischio@protezionecivile.it: per comunicazioni relative alla campagna.

multimedia@iononrischio.it: per inviare foto e video sulla campagna.

Le foto devono essere in formato .jpg, 1.000 × 600 px, risoluzione a 72 DPI.

I video devono essere della durata massima di 5 minuti, con un peso massimo di 200 MB.

Per inviare i video il responsabile di piazza dovrà utilizzare questa piattaforma di condivisione: **www.wetransfer.com**. Indicate come indirizzo di destinazione **multimedia@iononrischio.it**.

Per ogni piazza saranno creati indirizzi mail specifici che ogni referente di piazza dovrà utilizzare e monitorare. L'indirizzo sarà costituito dal nome della piazza e da @iononrischio.it. Per accedere alla propria casella di posta basta inserire le proprie credenziali nel form di accesso http://webmail.aruba.it//index.html?_v_=v4r1b17.20120629_1045.

Le credenziali sono costituite dall'indirizzo completo e dalla password che per tutti è: password. Vi consigliamo di modificare la password al primo accesso dalla sezione Opzioni>Password nella colonna di sinistra. Vi ricordiamo che i contatti email saranno pubblicati sul sito www.iononrischio.it e che i cittadini potranno utilizzare questi contatti di posta elettronica per avere informazioni sulle iniziative che si svolgono nelle singole piazze. Invitiamo, quindi, i referenti di piazza a monitorare costantemente le caselle di posta.

MATERIALI E APPROFONDIMENTI: DOVE TROVARLI

Dal sito **www.iononrischio.it** si accede a un'area riservata. Per ognuna delle piazze che partecipano alla campagna sono state create delle credenziali di accesso, che saranno comunicate al responsabile di piazza.

Nell'area riservata sono disponibili:

- i materiali formativi (manuale, video e presentazioni delle lezioni, approfondimenti sulla costruzione del totem per la campagna Io non rischio – terremoto)
- il pieghevole, la scheda e la locandina (questi materiali sono scaricabili anche nell'area pubblica dello stesso sito)
- alcuni esempi di domande frequenti
- un form di contatto per richieste di chiarimenti ai docenti.



SERVIZIO NAZIONALE DELLA PROTEZIONE CIVILE

La protezione civile è l'insieme delle attività messe in campo per tutelare l'integrità della vita, i beni, gli insediamenti e l'ambiente dai danni o dal pericolo di danni che derivano dalle calamità: previsione e prevenzione dei rischi, soccorso delle popolazioni colpite, contrasto e superamento dell'emergenza e mitigazione del rischio.

La protezione civile non è un compito assegnato a una singola amministrazione, ma è una funzione attribuita a un sistema complesso: il Servizio Nazionale della Protezione Civile.

COMPONENTI E STRUTTURE OPERATIVE

Istituito con la legge n. 225 del 1992, il Servizio Nazionale ha come sue componenti le amministrazioni centrali dello Stato, le Regioni e le Province Autonome, le Province, i Comuni e le Comunità montane. Sono componenti anche tutti i soggetti coinvolti, a vario titolo, in attività di protezione civile: enti pubblici, istituti e gruppi di ricerca scientifica, istituzioni e organizzazioni anche private, cittadini e gruppi associati di volontariato civile, ordini e collegi professionali.

Il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, le Forze Armate, le Forze di Polizia, il Corpo Forestale dello Stato, la Comunità scientifica, la Croce Rossa Italiana, le strutture del Servizio Sanitario Nazionale, le organizzazioni di volontariato, il Corpo Nazionale del Soccorso Alpino e Speleologico costituiscono le strutture operative.

ATTIVITÀ DEL SERVIZIO NAZIONALE

Il soccorso alla popolazione in emergenza è l'attività che identifica la funzione principale della protezione civile, anche se negli anni le competenze del Sistema si sono estese allo sviluppo della conoscenza dei rischi e alle azioni per evitare o ridurre al minimo i danni delle calamità.

La legge n. 225 del 1992 – che istituisce il Servizio Nazionale – definisce le attività di protezione civile: previsione e prevenzione dei rischi, soccorso alle popolazioni colpite, contrasto e superamento dell'emergenza, e mitigazione del rischio.

IN ORDINARIO

Le componenti e strutture operative del Servizio Nazionale sono impegnate, per i diversi ambiti di competenza e responsabilità, in attività di previsione e nella programmazione di azioni di prevenzione e mitigazione del rischio. In questo processo è centrale il coinvolgimento della comunità tecnico-scientifica, attraverso la rete dei Centri funzionali – che realizzano quotidianamente, a livello centrale e regionale, attività di previsione, monitoraggio, sorveglianza e allertamento – e dei Centri di competenza, strutture che svolgono ricerca o forniscono servizi di natura tecnico-scientifica per finalità di protezione civile. Comuni, Province e Prefetture si dedicano inoltre all'aggiornamento dei piani di emergenza, strumenti indispensabili di prevenzione, sulla base delle linee guida e agli indirizzi regionali e nazionali. Anche il singolo cittadino, in quanto componente del

Servizio Nazionale, ha un ruolo di primo piano nelle attività di prevenzione dei rischi. Obiettivo delle attività ordinarie di diffusione della conoscenza di protezione civile e di sensibilizzazione della popolazione è proprio formare un cittadino più consapevole e preparato.

IN EMERGENZA

Quando un evento colpisce un territorio, il Sindaco – unica Autorità di protezione civile nell’ambito del Servizio Nazionale – ha il compito di assicurare i primi soccorsi alla popolazione, coordinando le strutture operative locali sulla base dei piani comunali di emergenza (evento di tipo “a”). Se i mezzi e le risorse a disposizione del Comune non sono sufficienti a fronteggiare l’emergenza, intervengono la Provincia, la Prefettura - Ufficio territoriale del Governo, e la Regione, che attivano le risorse disponibili sui territori di propria competenza (evento di tipo “b”).

Nelle situazioni più gravi, su richiesta del Governo regionale, subentra il livello nazionale, con la dichiarazione dello stato di emergenza (evento di tipo “c”): il coordinamento degli interventi viene assunto direttamente dal Presidente del Consiglio dei Ministri, che opera attraverso il Dipartimento della Protezione Civile. È in questi casi che il Servizio Nazionale viene impegnato in tutte le sue componenti e strutture operative.

LEGISLAZIONE E DECENTRAMENTO

Nel 1992 la legge n. 225 che istituisce il Ser-

vizio Nazionale affida al Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri un ruolo di indirizzo e coordinamento. Dal 1998 inizia un percorso verso il decentramento dallo Stato ai Governi regionali e alle Autonomie locali, che coinvolge anche l’organizzazione del Servizio Nazionale. Il decreto legislativo n. 112, meglio conosciuto come “Decreto Bassanini”, trasferisce alcune competenze in materia di protezione civile dallo Stato centrale al territorio. Il Dipartimento mantiene funzioni di indirizzo e coordinamento, ma il coordinamento operativo in emergenza è riservato agli eventi di tipo c, per i quali viene dichiarato lo stato di emergenza sentito il Presidente della Regione interessata.

Nel 2001, con la Legge Costituzionale n. 3 che modifica il titolo V della Costituzione si rafforza e si impone definitivamente nel nostro ordinamento il principio di sussidiarietà, già affermato con la legge Bassanini.

Il decentramento amministrativo trova la sua completa realizzazione: la protezione civile diventa materia di legislazione concorrente e quindi, nell’ambito di principi generali stabiliti da leggi dello Stato, di competenza regionale.

LA RIFORMA DEL SERVIZIO NAZIONALE DELLA PROTEZIONE CIVILE

A vent’anni dalla sua nascita, il Servizio Nazionale della Protezione Civile viene riformato. Il decreto legge n. 59 del 15 maggio 2012 convertito nella legge n. 100 del 12 luglio 2012 modifica e integra la legge n. 225 del 1992, istitutiva del

Servizio. Le attività della Protezione Civile vengono ricondotte al nucleo originario di competenze definito dalla legge n. 225/1992, dirette principalmente a fronteggiare le calamità e a rendere più incisivi gli interventi nella gestione delle emergenze. Viene ribadito il ruolo di indirizzo e coordinamento del Dipartimento della Protezione Civile delle attività delle diverse componenti e strutture operative del Servizio Nazionale.

La legge 100/2012 va a toccare – tra gli altri – alcuni temi chiave per tutto il sistema: la classificazione degli eventi calamitosi, le attività di protezione civile, la dichiarazione dello stato di emergenza e il potere d’ordinanza.

In questo senso, la legge ridefinisce la prima fase dell'emergenza, ponendo l'accento sul "fattore tempo". Viene specificato che i mezzi e i poteri straordinari per fronteggiare le calamità (eventi di tipo "c") vanno utilizzati per interventi temporali limitati e predefiniti.

Un anno dopo, la legge n. 119 del 15 ottobre 2013 modifica nuovamente la legge 225/1992 intervenendo sulla durata dello stato di emergenza, sugli ambiti di intervento delle ordinanze di protezione civile e sulla definizione delle risorse necessarie a far fronte alle emergenze.

COS'È CAMBIATO?

Dichiarazione e durata dello stato di emergenza: lo stato di emergenza viene deliberato dal Consiglio dei Ministri, su proposta del

Presidente del Consiglio dei Ministri o, per sua delega, di un Ministro con portafoglio o del Sottosegretario di Stato alla Presidenza del Consiglio dei Ministri Segretario del Consiglio. La richiesta può giungere anche dal Presidente della Regione interessata, di cui comunque va acquisita l'intesa.

Lo stato di emergenza può essere dichiarato anche "nell'imminenza" e non solo "al verificarsi" dell'evento calamitoso.

La durata può estendersi fino a 180 giorni ed essere prorogato fino a ulteriori 180 giorni.

L'amministrazione competente in via ordinaria allo scadere dello stato dell'emergenza viene individuata non più nella deliberazione dello stato di emergenza del Consiglio dei Ministri, ma nell'ordinanza di subentro che viene emanata allo scadere dello stato di emergenza.

Risorse per i primi interventi: la delibera con cui è dichiarato lo stato di emergenza individua le risorse finanziarie da destinare agli interventi per l'emergenza – in particolare quelle destinate alle attività di soccorso e di assistenza alla popolazione – nell'attesa della ricognizione dei fabbisogni effettivi e indispensabili che farà il Commissario delegato. La delibera autorizza la spesa nell'ambito dello specifico stanziamento del "Fondo per le emergenze nazionali". Se le risorse non sono sufficienti possono essere integrate con un'ulteriore delibera del Consiglio dei Ministri.

Ordinanze di protezione civile

Sono di norma emanate dal Capo Dipartimento della Protezione Civile e non più dal Presidente del Consiglio dei Ministri.

Le ordinanze emanate entro trenta giorni dalla dichiarazione dello stato di emergenza sono immediatamente efficaci, mentre quelle successive richiedono il concerto del Ministero dell'Economia e delle Finanze. Le attività che possono essere disposte tramite ordinanze, entro i limiti delle risorse disponibili, sono:

- a) servizi di soccorso e di assistenza alla popolazione interessata dall'evento;
- b) ripristino della funzionalità dei servizi pubblici e delle infrastrutture di reti strategiche;
- c) interventi, anche strutturali, per la riduzione del rischio residuo strettamente connesso all'evento, con priorità a quelli finalizzati alla tutela della pubblica e privata incolumità;
- d) ricognizione dei fabbisogni per il ripristino delle strutture e delle infrastrutture pubbliche e private danneggiate, e dei danni subiti dalle attività economiche e produttive, dai beni culturali e dal patrimonio edilizio, da realizzare sulla base di procedure definite con la stessa o un'altra ordinanza;
- e) attuazione delle prime misure per far fronte alle esigenze urgenti definite dalla lettera d), secondo le direttive dettate con delibera del Consiglio dei Ministri, sentita la Regione interessata.

Attività di protezione civile: accanto alle attività di “previsione e prevenzione dei rischi” e di “soccorso delle popolazioni” viene meglio specificato il concetto di “superamento dell'emergenza”, cui si associa ogni altra attività necessaria e indifferibile diretta al “contrasto dell'emergenza” e alla “mitigazione del rischio” connessa con gli eventi calamitosi.

Le attività di prevenzione vengono esplicitate e per la prima volta si parla chiaramente di allertamento, pianificazione d'emergenza, formazione, diffusione della conoscenza di protezione civile, informazione alla popolazione, applicazione della normativa tecnica e di esercitazioni. Il sistema di allerta nazionale per il rischio meteo-idrogeologico e idraulico viene inquadrato in maniera organica, riprendendo così i vari provvedimenti che negli anni hanno disciplinato le attività di allertamento ai fini di protezione civile.

Piani di emergenza: la legge 100/2012 ribadisce poi il ruolo del Sindaco come autorità comunale di protezione civile, precisandone i compiti nelle attività di soccorso e assistenza alla popolazione. Una novità importante riguarda i piani comunali di emergenza, che devono essere redatti entro 90 giorni dall'entrata in vigore della legge, e periodicamente aggiornati.

PER SAPERNE DI PIÙ

- La protezione civile nella storia
<http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/storia.wp>
- Le componenti
<http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/componenti.wp>
- Le strutture operative
http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/strutture_operative.wp
- Gli organi centrali
http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/organi_centrali.wp
- Le attività
<http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/attivita.wp>
- La legge 225/1992
http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/view_prov.wp?contentId=LEG1602
- La legge 100/2012
http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/view_prov.wp?contentId=LEG34883



VOLONTARIATO DI PROTEZIONE CIVILE

Il volontariato rappresenta una delle componenti più vitali del Sistema italiano di protezione civile. Una risorsa straordinaria in termini di competenze e capacità operativa che conta oltre 4mila organizzazioni in tutto il Paese.

Il volontariato di protezione civile è costituito da uomini e donne che hanno deciso di mettere a disposizione gratuitamente tempo ed energie per proteggere la vita e l'ambiente. Per rendere più efficace la loro azione, i volontari di protezione civile sono associati in organizzazioni, grazie alle quali condividono risorse, conoscenze ed esperienze.

Le organizzazioni di volontariato di protezione civile sono diverse per dimensioni, storia, approcci e specializzazioni. Affiancano le autorità di protezione civile in un'ampia gamma di attività, integrandosi con le altre componenti del sistema di protezione civile. Le organizzazioni che fanno parte del sistema sono iscritte in appositi registri.

COSA FA

Il volontariato di protezione civile opera quotidianamente nell'ambito della previsione e della prevenzione dei rischi. In caso di calamità, interviene per prestare soccorso e assistenza alle popolazioni.

Il contributo di professionalità e competenze diverse è indispensabile soprattutto nelle grandi emergenze. Il mondo del volontariato di protezione civile presenta una vasta tipologia di specializzazioni e abbraccia molti campi.

Per citarne solo alcuni: il soccorso e l'assisten-

za sanitaria, l'antincendio boschivo, le telecomunicazioni, l'allestimento dei campi d'accoglienza, la tutela dei beni culturali.

Essere preparati a svolgere i diversi compiti in situazioni di rischio è importante. Per questo motivo, per diventare volontario di protezione civile, è necessario rivolgersi a una organizzazione riconosciuta e seguire un percorso di formazione. Il Dipartimento della Protezione Civile e le Regioni promuovono esercitazioni periodiche per migliorare la capacità di collaborazione tra il volontariato e le altre strutture operative del Sistema.

UNA REALTÀ MULTIFORME

Organizzazioni nazionali, associazioni locali, gruppi comunali. Il volontariato di protezione civile è un mondo caratterizzato da una molteplicità di forme associative ben radicate sul territorio. Le grandi organizzazioni nazionali si caratterizzano per la presenza di una struttura di coordinamento centrale e una rete di sezioni distribuite su tutto il territorio nazionale. Il loro interlocutore principale è rappresentato dal Dipartimento della Protezione Civile.

Le associazioni locali e i gruppi comunali, di piccole e medie dimensioni, sono espressione di uno specifico ambito territoriale. I gruppi comunali, in particolare, nascono con la partecipazione o sotto la spinta dell'amministrazione comunale, che ne disciplina con propria delibera la costituzione, l'organizzazione e la regolamentazione. Gli interlocutori principali di queste realtà associative sono i sistemi regionali di protezione civile.

IL SOSTEGNO DELLE ISTITUZIONI

Le istituzioni valorizzano il volontariato come espressione della cittadinanza attiva. Garantendone l'autonomia e promuovendone lo sviluppo.

Le organizzazioni di volontariato iscritte nei registri possono beneficiare di agevolazioni ed esenzioni fiscali, accedere a contributi e stipulare convenzioni con enti pubblici.

In particolare, il Dipartimento della Protezione Civile e le Regioni promuovono il volontariato organizzato di protezione civile sostenendo progetti finalizzati a migliorare le capacità operative dei volontari, accrescere la sinergia tra il volontariato e le altre componenti del sistema e formare i cittadini alla cultura di protezione civile.

IL VOLONTARIATO NEL SISTEMA DI PROTEZIONE CIVILE

In Italia la protezione civile è una funzione attribuita a un sistema complesso, il Servizio Nazionale, che opera nel rispetto del principio di sussidiarietà. Questo sistema è coordinato dal Dipartimento della Protezione Civile, dalle Regioni e dagli Enti locali.

Al volontariato la legge attribuisce il ruolo di "struttura operativa", insieme ai Vigili del Fuoco, le Forze Armate e di Polizia, il Corpo Forestale dello Stato, la comunità scientifica, la Croce Rossa Italiana, il Servizio Sanitario Nazionale e il Corpo Nazionale del Soccorso Alpino e Speleologico.

INDIRIZZI OPERATIVI PER ASSICURARE L'UNITARIA PARTECIPAZIONE DELLE ORGANIZZAZIONI

DI VOLONTARIATO ALL'ATTIVITÀ DI PROTEZIONE CIVILE (DIRETTIVA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI DEL 9 NOVEMBRE 2012)

La Direttiva porta a compimento un percorso di approfondimento e aggiornamento delle disposizioni del Decreto n.194/2001 del Presidente della Repubblica: il regolamento che tutela la partecipazione delle organizzazioni di volontariato a tutte le attività di protezione civile e ne disciplina ogni aspetto.

A oltre dieci anni dal regolamento e a conclusione degli Stati Generali dell'aprile del 2012, gli Indirizzi operativi mirano a consolidare i risultati già raggiunti e a sostenere ulteriormente l'azione del volontariato di protezione civile nell'ambito del Servizio Nazionale, adeguando procedure e strumenti al mutato quadro organizzativo della Protezione Civile, nel rispetto dei principi del Dpr 194/2001.

Ecco le principali novità introdotte.

1. L'elenco nazionale: le organizzazioni che intendono partecipare alle attività di previsione, prevenzione e intervento in vista o in caso di eventi calamitosi e svolgere attività formative e addestrative nello stesso ambito devono essere iscritte nell'elenco nazionale delle organizzazioni di volontariato di protezione civile.

Tra le principali novità, il fatto che i requisiti di idoneità tecnico-operativa necessari per far parte dell'elenco dovranno essere periodicamente verificati.

L'elenco nazionale è costituito dalla somma di:

- Elenchi/albi/registri regionali, denominati “elenchi territoriali”
- “Elenco centrale” istituito presso il Dipartimento della Protezione Civile

Tutte le organizzazioni iscritte negli elenchi territoriali e nell'elenco centrale possono essere attivate e chiamate a operare in caso di eventi di rilievo nazionale.

2. Gli elenchi territoriali:

per intervenire e operare per attività ed eventi di rilievo regionale/locale le organizzazioni devono essere iscritte nell'elenco territoriale del volontariato della propria Regione o Provincia autonoma.

L'elenco territoriale è istituito separatamente dal registro previsto dalla legge 266/1991 (legge-quadro sul volontariato) e le organizzazioni che ne hanno i requisiti possono iscriversi a entrambi. Negli elenchi territoriali possono iscriversi:

- organizzazioni di volontariato costituite ai sensi della legge 266/1991 con carattere locale
- organizzazioni di altra natura, ma con carattere prevalentemente volontario
- articolazioni locali delle organizzazioni richiamate nei punti precedenti, con diffusione nazionale
- gruppi comunali e intercomunali
- coordinamenti territoriali che raccolgono più gruppi od organizzazioni delle tipologie precedentemente indicate.

Tra le più rilevanti novità, per le articolazioni locali delle organizzazioni di rilievo nazionale è prevista l'esigenza di individuare, al proprio interno, “aliquote” che le sezioni locali devono indicare al momento dell'iscrizione all'elenco territoriale, specificando volontari, risorse e attrezzature che restano dedicate all'organizzazione nazionale di appartenenza, nell'ambito della rispettiva colonna mobile nazionale, e quelle che, invece, sono riservate all'operatività sul territorio, per esigenze di natura locale. Le modalità per richiedere l'iscrizione negli elenchi territoriali sono disciplinate dalle legislazioni regionali che determinano i requisiti di idoneità tecnico-operativa. I requisiti devono però soddisfare i quattro criteri generali individuati dalla direttiva.

3. L'elenco centrale:

questa sezione dell'elenco nazionale accoglie le organizzazioni che per caratteristiche operative e diffusione, assumono particolare rilevanza mediante un diretto raccordo con il Dipartimento della Protezione Civile che assume rilevanza in caso di eventi di rilievo nazionale.

Possono richiedere l'iscrizione nell'elenco centrale:

- le strutture nazionali di coordinamento di organizzazioni costituite ai sensi della legge n.266/1991 diffuse in più Regioni
- le strutture nazionali di coordinamento delle organizzazioni di altra natura a componente prevalentemente volontaria

- organizzazioni prive di articolazione regionale, ma in grado di svolgere funzioni specifiche ritenute dal Dipartimento della Protezione Civile di particolare rilevanza e interesse a livello nazionale
- le strutture nazionali di coordinamento dei gruppi comunali e intercomunali

La direttiva precisa i requisiti strutturali e le caratteristiche di capacità tecnico-operativa di rilievo nazionale che le organizzazioni devono possedere per richiedere l'iscrizione nell'elenco centrale. Tra questi è indicata espressamente la rilevanza operativa nazionale, che va argomentata con riferimento a specifici parametri, non necessariamente connessi alle attività finalizzate agli interventi di emergenza. L'iscrizione nell'elenco centrale di un'organizzazione diffusa in più Regioni può comportare il riconoscimento anche delle sezioni locali e articolazioni territoriali operative per attività di rilievo nazionale.

Il Dipartimento della Protezione Civile e le Regioni definiscono con le organizzazioni, per quanto di rispettiva competenza, accordi e protocolli operativi per assicurare la possibile contestuale operatività, in contesi di emergenze nazionali, di sezioni o articolazioni locali sia nell'ambito della rispettiva colonna mobile regionale o provinciale, sia nell'ambito della colonna mobile nazionale dell'organizzazione di appartenenza.

4. Gestione informatizzata dell'elenco nazionale: per consentire l'aggiornamento in tempo reale dell'elenco nazionale delle organizzazioni e la sua pubblica consultazione il Diparti-

mento e le Regioni metteranno a punto modalità di gestione informatizzata degli elenchi.

5. Benefici normativi per i volontari di protezione civile:

per l'applicazione dei benefici previsti dagli articoli 9 (rimborsi ai datori di lavoro dei volontari) e 10 (rimborsi delle spese vive sostenute in attività operative dalle organizzazioni di volontariato) del Dpr 194/2001 è necessario che l'intervento delle organizzazioni di volontariato sia formalmente "attivato".

L'attivazione delle organizzazioni deve contenere alcuni elementi di base che vengono elencati: evento di riferimento, decorrenza, termine delle attività/cessata emergenza, modo di accreditamento dei volontari e rilascio attestati e l'eventuale autorizzazione all'applicazione dei benefici normativi utilizzando la modulistica ufficiale disponibile sui siti web di Dipartimento e Regioni.

6. Attività formative e addestrative: per l'applicazione dei benefici di legge, le attività formative e addestrative devono essere autorizzate dal Dipartimento, anche se organizzate su scala locale. Le organizzazioni iscritte nell'elenco centrale presentano direttamente istanza al Dipartimento. Le sezioni territoriali/locali di organizzazioni iscritte nell'elenco centrale presentano la richiesta di autorizzazione al Dipartimento attraverso le strutture nazionali (informando anche le strutture di protezione civile della Regione di appartenenza).

Le organizzazioni iscritte negli elenchi territoriali devono presentare domanda esclusivamente per il tramite della Regione di appartenenza.

7. Attività e interventi in vista/in caso di emergenze/altri eventi: per eventi di tipo “c”, ossia di carattere nazionale, o per attività e interventi di rilievo internazionale l’attivazione delle organizzazioni e l’autorizzazione all’applicazione dei benefici è disposta dal Dipartimento della Protezione Civile (con oneri a suo carico). Per eventi di tipo “a” e “b”, l’attivazione delle organizzazioni e l’autorizzazione all’applicazione dei benefici è a cura delle strutture di protezione civile delle Regioni (con oneri a loro carico). Secondo il Dpr 194/2001 l’autorizzazione all’applicazione dei benefici normativi è competenza dello Stato o della Regione, non dei Comuni o di altre istituzioni territoriali. In base alla legge 225/1992, però, i Comuni hanno titolo ad attivare le organizzazioni (ma non a disporre dei benefici normativi). Per chiarire questo punto la direttiva precisa che la richiesta dei benefici normativi deve essere rivolta in via preventiva alla Regione competente, così da consentire la quantificazione degli oneri.

8. Casi particolari. Specifiche tipologie di eventi di rilievo regionale o locale.

I casi analizzati riguardano:

- eventi diversi dalle emergenze, che per il loro impatto possono mettere a rischio l’incolumità della popolazione, seppure in ambito territoriale limitato. In casi di questo tipo l’applicazione di benefici normativi è subordinata all’attivazione del piano comunale e all’istituzione temporanea del Coc
- ricerca di persone disperse al di fuori del contesto previsto dalla legge 225/1992 e in ambiente diverso da quello montano o impervio.

Per le ricerche in ambiente urbano la richiesta di concorso dei sistemi locali di protezione civile può riguardare il volontariato:

- se la richiesta è avanzata dall’autorità competente che ha anche il coordinamento delle attività
- se la richiesta è rivolta alla struttura di protezione civile territorialmente competente
- se la struttura locale o regionale si assume l’onere di individuare e attivare le organizzazioni utili per l’intervento richiesto, in raccordo con l’autorità richiedente.

PER SAPERNE DI PIÙ

Servizio Nazionale

- L 225/1992 - Istituisce il Servizio Nazionale della Protezione Civile e individua il volontariato come struttura operativa del Servizio, indicandone gli ambiti di attività.
http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/view_prov.wp?contentId=LEG1602
- DPR 194/2001 - Disciplina la partecipazione delle organizzazioni di volontariato alle attività di protezione civile, dall'iscrizione ai registri ai benefici previsti per i volontari iscritti.
http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/view_prov.wp?contentId=LEG20554
- D 13/04/2011 - Contiene disposizioni in attuazione del Dlgs 81/2001 a tutela della salute e della sicurezza dei volontari di protezione civile.
http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/view_prov.wp?contentId=LEG26529
- Direttiva del 9 novembre 2012 – Punta ad assicurare unitaria partecipazione delle organizzazioni di volontariato all'attività di protezione civile e porta a compimento il percorso di approfondimento e aggiornamento delle disposizioni del Dpr n.194/2001
http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/view_prov.wp?contentId=LEG37466

Volontariato

- L 266/1991 - Definisce il volontariato come attività personale, spontanea e gratuita e ne disciplina le forme associative
http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/view_prov.wp?facetNode_1=f1_5&prevPage=provvedimenti&catcode=&contentId=LEG21151
- Il ruolo del volontariato nel Servizio nazionale
http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/il_ruolo_del_volontariato.wp
- Il percorso della sicurezza per i volontari di protezione civile
http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/view_dossier.wp?contentId=DOS30059
- La Consulta nazionale del volontariato
http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/view_dossier.wp?contentId=DOS22573
- Stati generali del volontariato
http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/stati_generali.wp

▶ PIANI DI EMERGENZA DI PROTEZIONE CIVILE

La pianificazione di emergenza consiste nell'insieme delle procedure operative di intervento per fronteggiare una qualsiasi calamità attesa in un determinato territorio.

Pianificare significa prepararsi durante il periodo ordinario a fronteggiare l'emergenza sin dalle prime fasi, in modo da ottimizzare la gestione delle risorse disponibili e garantire una prima risposta operativa, soprattutto per il soccorso e l'assistenza alla popolazione.

I Piani richiedono un continuo aggiornamento e devono tener conto dell'evoluzione dell'assetto territoriale e dell'eventuale incremento della conoscenza scientifica dei relativi rischi.

Il Piano di emergenza deve rispondere alle domande:

- quali eventi calamitosi possono interessare il territorio?
- qual è il danno presunto causato dall'evento calamitoso?
- quale organizzazione operativa è necessaria per ridurre al minimo gli effetti dell'evento con particolare attenzione alla salvaguardia della vita umana?

- quali sono le responsabilità ai diversi livelli di coordinamento per la gestione dell'emergenza?
- come avviene lo scambio di informazioni tra i vari soggetti coinvolti nella gestione dell'emergenza?
- come viene garantita l'informazione alla popolazione?

Il Piano di emergenza è dunque uno strumento di lavoro basato su una situazione verosimile, ipotizzata sulla base delle conoscenze dello stato di rischio del territorio. Il Piano è quindi utile a dimensionare preventivamente la risposta operativa necessaria al superamento della calamità, con particolare attenzione alla salvaguardia della vita umana.

Ogni Comune deve dotarsi di un proprio piano di emergenza che consenta al Sindaco, quale autorità di protezione civile, di garantire una prima risposta operativa e favorire, al contempo qualora necessario, l'intervento delle altre risorse provenienti dall'intero Sistema di protezione civile.

PER SAPERNE DI PIÙ

- Piano di emergenza
http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/piano_emergenza.wp
- Mappa dei piani di emergenza comunali
http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/piani_di_emergenza_comuna.wp
- Esercitazioni di protezione civile
<http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/esercitazioni.wp>



PARTE SECONDA

PARTE TERZA

IO NON
 **RISCHIO**
terremoto

► INTRODUZIONE

I terremoti costituiscono una delle ipotesi di rischio più reale per l'Italia. Oltre ai terremoti del 1997 in Umbria-Marche, del 2002 in Molise-Puglia, e a quelli recenti del 2009 in Abruzzo e del 2012 in Emilia Romagna, restano ancora vivi nella mente degli italiani i ricordi dei devastanti terremoti del 1976 in Friuli e del 1980 in Campania-Basilicata. È opinione diffusa che l'Italia sia un paese ad alto rischio sismico. È opportuno chiarire quale significato vada attribuito al termine rischio sismico, in modo da poter identificare i fattori sui quali è

possibile e necessario incidere per giungere a una sua riduzione. Per rischio sismico si intende la valutazione probabilistica dei danni materiali, economici e funzionali che ci si attende in un dato luogo (in cui sono presenti edificazioni e attività umane) e in un prefissato intervallo di tempo, a seguito del verificarsi di un terremoto di una data energia. Esso è il risultato del prodotto di tre fattori: pericolosità sismica, vulnerabilità sismica ed esposizione. La pericolosità sismica (spesso definita anche sismicità) è costituita dalla probabilità che si



verifichino terremoti di una data entità, in un data zona ed in un prefissato intervallo di tempo; essa dipende dalla intensità, frequenza e caratteristiche dei terremoti che possono interessare quella zona.

La vulnerabilità sismica misura la predisposizione di una costruzione, di una infrastruttura o di una parte antropizzata del territorio a subire danni per effetto di un sisma di prefissata entità; essa è, in sostanza, una misura della incapacità, congenita e/o dovuta a obsolescenza, di resistere ad azioni sismiche.

L'esposizione è costituita dal complesso delle persone, dei beni e delle attività che possono subire perdite per effetto del sisma¹.

Anche al significato da attribuire al termine previsione è bene dedicare alcune considerazioni. Se si pensa che essa possa condurre alla individuazione del momento e del luogo precisi in cui si verificherà un terremoto di forza ben definita, è bene chiarire che tale atteggiamento, oltre che inutilmente dispendioso, è anche dannoso in quanto, alimentando speranze infondate, devia l'attenzione da quella che può e deve essere una responsabile strategia di difesa dai terremoti.

L'analisi statistica della sismicità storica consente di risalire alla frequenza (periodo di ritorno) con la quale un terremoto di una determinata intensità può presentarsi in una data

zona. Tale risultato, affiancato da considerazioni di carattere socio-politico effettuate su scala nazionale e basate sulle risorse disponibili per fronteggiare tutti i diversi scenari di rischio (analisi costi-benefici), porta alla definizione del livello di protezione da garantire alle diverse aree (rischio sismico accettabile). Si perviene, in definitiva, alla divisione del territorio nazionale in zone a uguale pericolosità sismica, realizzando la cosiddetta zonazione sismica. Va però rilevato come in Italia si siano avuti danni significativi anche a seguito di eventi sismici più deboli rispetto a quelli verificatisi in altre parti del mondo. La causa di ciò va attribuita alla vulnerabilità del patrimonio edilizio esistente, edificato per la maggior parte prima che venisse reso obbligatorio il rispetto di criteri antisismici per le costruzioni. Avendo messo in relazione il livello di rischio con i danni, appare a questo punto chiaramente come la concomitanza di una pericolosità medio-alta e di una elevata vulnerabilità producano livelli di rischio significativi.

Nei capitoli che seguono, i diversi temi, dalla sismicità storica, alle componenti del rischio sismico, ai possibili interventi per la riduzione del rischio, saranno approfonditi con riferimento ai contenuti del pieghevole informativo utilizzato per la campagna "Io non rischio-Terremoto".

(1) A titolo di semplice esempio, si consideri una zona desertica caratterizzata da una forte sismicità; essa non può essere definita ad alto rischio sismico, in quanto nessun danno a persone o cose può verificarsi anche a seguito di un forte terremoto (vulnerabilità ed esposizione nulle).

L'ITALIA È UN PAESE SISMICO

Negli ultimi mille anni, circa 3000 terremoti hanno provocato danni più o meno gravi. Quasi 300 di questi hanno avuto effetti distruttivi (cioè con una magnitudo superiore a 5.5) e addirittura uno ogni dieci anni ha avuto effetti catastrofici, con un'energia paragonabile al terremoto dell'Aquila del 2009. Tutti i Comuni italiani possono subire danni da terremoti, ma i terremoti più forti si concentrano in alcune aree ben precise: nell'Italia Nord-Orientale (Friuli Venezia Giulia e Veneto), nella Liguria Occidentale, nell'Appennino Settentrionale (dalla Garfagnana al Riminese), e soprattutto lungo l'Appennino Centrale e Meridionale, in Calabria e in Sicilia Orientale. Anche tu vivi in una zona pericolosa, dove in passato già si sono verificati terremoti o se ne sono avvertiti gli effetti. E ciò potrà accadere ancora in futuro.

QUELLO CHE SAPPIAMO SUI TERREMOTI

Sui terremoti, oggi, sappiamo molte cose, e quello che sappiamo deriva in gran parte semplicemente dall'osservazione, confortata da qualche modello scientifico. I terremoti hanno origine dove la crosta è più fragile: le rocce si fratturano esattamente come farebbe un mattone schiacciato da una morsa o sottoposto a trazione (cioè tirato da due lati opposti); soggette a questi sforzi le rocce tendono a rompersi sempre lungo le stesse fratture.

Già da molto tempo siamo in grado di disegnare mappe della sismicità mondiale che mostrano chiaramente che i terremoti più forti si concentrano prevalentemente in fasce limitate del globo, dove le tensioni sono più forti a causa delle collisioni fra i margini delle placche; con energia minore, tuttavia, possono avvenire praticamente dappertutto.

L'energia accumulata per decine, centinaia o migliaia di anni e rilasciata nel giro di pochi se-

condi si propaga velocemente e può scuotere, deformare e danneggiare tutti gli edifici costruiti. Queste mappe ci dicono "dove" avvengono i terremoti, soprattutto quelli più forti; in qualche caso rendono evidente "quanto spesso" accadono questi terremoti; non ci dicono il "quando", se non per il passato (bella forza, direte voi: ma vedremo quanto questo sia importante). "Dove" avvengono, "quanto forti" e, forse, "quanto spesso" sono interrogativi importanti, molto importanti. Ma conosciamo le risposte?

SEMPRE PIÙ INDIETRO, NEL TEMPO

I terremoti non capitano a caso: tendono a ricorrere sempre nelle stesse zone.

È quindi importante studiare quelli già avvenuti, tramite le informazioni registrate dagli strumenti, gli effetti prodotti sugli edifici e le tracce che hanno lasciato nell'ambiente: in questo modo possiamo definire la "sismicità" del nostro territorio. Per i terremoti più recenti abbiamo i dati dei sismometri, ma solo da po-

chi decenni esiste una moderna ed efficiente rete di osservazione. Per gli eventi più antichi non resta che studiare i documenti storici o le tracce lasciate nelle opere dell'uomo e nel paesaggio.

Dalle informazioni storiche e strumentali si ottengono i parametri essenziali (una sorta di carta di identità) dei terremoti: data e ora, localizzazione dell'epicentro, intensità e (direttamente o indirettamente) magnitudo e profondità.

Di strumenti di misura del terremoto ne esistono fin dall'antichità, ma possiamo parlare di osservazione strumentale dei terremoti solo da quando esistono le moderne reti sismiche; a livello mondiale una data spartiacque è il 1964, mentre per l'Italia solo dopo il terremoto dell'Irpinia del 1980 si sviluppa una vera rete sismica: disponiamo quindi di dati strumentali di buona qualità e con una buona copertura territoriale solo per gli ultimi 25-30 anni.

Le mappe che rappresentano la sismicità strumentale del territorio italiano (in rete se ne trovano facilmente dal 1981 ad oggi) sono interessanti, perché rendono evidente quanto sia frequente e diffusa la sismicità. Tuttavia i processi geologici che producono un terremoto hanno tempi molto lunghi: decenni, centinaia (per i terremoti più forti), in qualche caso migliaia di anni. Per questo, per sapere dove, quanto forti ed eventualmente quanto spesso occorre una finestra di osservazione molto più grande.

Per fare questo, occorrono reti di osservazione molto diverse da quelle strumentali: le principali (non uniche) sono quelle che ricostruiscono la sismicità di un territorio attraverso lo studio degli effetti che i terremoti del passato hanno prodotto; è il lavoro che fanno la macrosismologia e la sismologia storica, soprattutto.



Figura 1. Schema semplificato dell'arco cronologico studiato dalle diverse discipline

LA MACROSISMOLOGIA

È la disciplina (la tecnica) che studia un terremoto (anche quelli recenti, inclusi quello dell'Aquila del 6 aprile 2009 o quelli dell'Emilia del 2012) attraverso la raccolta e interpretazione di informazioni sugli effetti prodotti dal

terremoto sul maggior numero possibile di località potenzialmente interessate; tali informazioni sono interpretate, classificate in una graduatoria crescente di intensità previste da una scala macrosismica. Come la Scala Mercalli, ad esempio (ma la versione corrente, in Italia,

si chiama Mercalli-Cancani-Sieberg MCS, e ne esiste una versione europea più raffinata, la *European Macroseismic Scale*, appunto EMS). Il singolo grado di intensità (dal II all'XI, per semplificare, anche se i gradi sono 12) classifica, ordina l'insieme degli effetti (su persone, cose, edifici) osservati in una località, cioè su un insieme rappresentativo di persone e edifici. L'effetto su un singolo bene esposto o su di un piccolo numero di persone o edifici potrebbe essere influenzato in modo determinante da condizioni particolari.

In qualche modo ogni singola località funziona, con questa tecnica, come una sorta di sismometro, di stazione sismica. La singola osservazione ci dice ben poco sul terremoto; la distribuzione degli effetti osservati su qualche decina o centinaia di località (più sono meglio è) ci consente di ricavare i parametri del terremoto (soprattutto localizzazione e stima dell'energia), che a volte possono essere estremamente accurati, e comunque del tutto confrontabili con quelli strumentali. Oltre a fornire informazioni ulteriori, quali ad esempio le caratteristiche di propagazione dell'energia, eventuali effetti di amplificazione e molto altro ancora.

Ogni grado di intensità definisce un particolare scenario di effetti dello scuotimento; la descrizione di ogni singolo grado della scala macrosismica è molto estesa e ben più complessa delle sintesi super-semplificate comunemente note e la sua applicazione obbedisce a regole molto rigorose.

L'insieme di tutte le osservazioni macrosismiche, di tutte le stime di intensità riferite a un

singolo terremoto, vengono poi elaborate in modo formalizzato, in modo da calcolare un epicentro del terremoto stesso e un valore di magnitudo, che viene calibrato nel tempo con tutti i dati strumentali disponibili.

Questa stessa procedura viene utilizzata per studiare terremoti di dieci, 50 o 500 anni fa. L'unica differenza è che, in luogo dell'osservazione diretta degli effetti, si utilizzano testimonianze storiche: descrizioni, diari, cronache, materiali giornalistici, documenti tecnici o amministrativi; tutti materiali raccolti e interpretati con le tecniche proprie della ricerca storica quantitativa, la stessa che studia la storia economica, per esempio.

Per questo la memoria storica, intesa nel senso più estensivo, è davvero importante. Il nostro paese ha una tradizione gigantesca di produzione, conservazione e studio di documentazione storica.

Paradossalmente è spesso più difficile studiare un evento di 50 anni fa, piuttosto che quello di 300 anni fa. Ci sono terremoti di trecento anni fa per i quali disponiamo di documentazione ricchissima, incluse perizie tecniche (di muratori o architetti) casa per casa; per uno dei terremoti più importanti della storia sismica italiana, quello che nel 1456 danneggia gravemente una vasta area appenninica fra l'Abruzzo meridionale e la Basilicata, abbiamo informazioni su circa 200 località; e così per i terremoti calabresi del 1638, quello molisano-campano del 1688, quello irpino del 1694 ecc.

Quando la documentazione sugli effetti di un terremoto è molto ricca, sia come dettaglio

che per numero di località descritte, i parametri che ne ricaviamo sono molto accurati, al livello dei migliori dati strumentali.

LA STORIA SISMICA

La disciplina che più di tutte contribuisce a definire le caratteristiche della sismicità estendendo all'indietro la finestra di osservazione è, come detto, la sismologia storica. Indicativamente tale finestra oggi si estende, in Italia, a circa 1.000 anni fa (e anche qualcosa di più), anche se per i secoli più antichi è lontana dall'intercettare tutti i terremoti importanti. Altre discipline aggiungono informazioni su alcuni grandi terremoti, ancora più antichi: come l'archeologia sismica o la paleosismologia, che cercano di riconoscere

le dislocazioni di grandi terremoti di migliaia o decine di migliaia di anni fa direttamente sulle faglie.

A tutt'oggi la sismologia storica italiana conosce circa 3mila terremoti (costituiti normalmente da sequenze, a volte molto complesse) che negli ultimi mille anni circa hanno prodotto danni; non sono tutti i terremoti forti che si sono verificati in Italia in questo millennio, ma ci danno un'idea abbastanza rappresentativa di quella che è la sismicità reale.

L'immagine complessiva, che abbiamo visto tutti quanti molte volte e facilmente rintracciabile in rete, è un territorio che ha una sismicità molto diffusa, ma dove i terremoti più forti avvengono solo in alcune zone.

Quasi 300 terremoti hanno avuto una magnitudo superiore a 5.5 (in grado cioè di produrre danni gravi), uno ogni 12 anni, di media (negli ultimi 600 anni), ha avuto un'energia superiore ($M_w \geq 6.5$) al terremoto dell'Aquila del 2009, uno ogni 24 anni (negli ultimi 400) di energia paragonabile o superiore al terremoto dell'Irpinia del 1980 ($M_w \geq 7$).

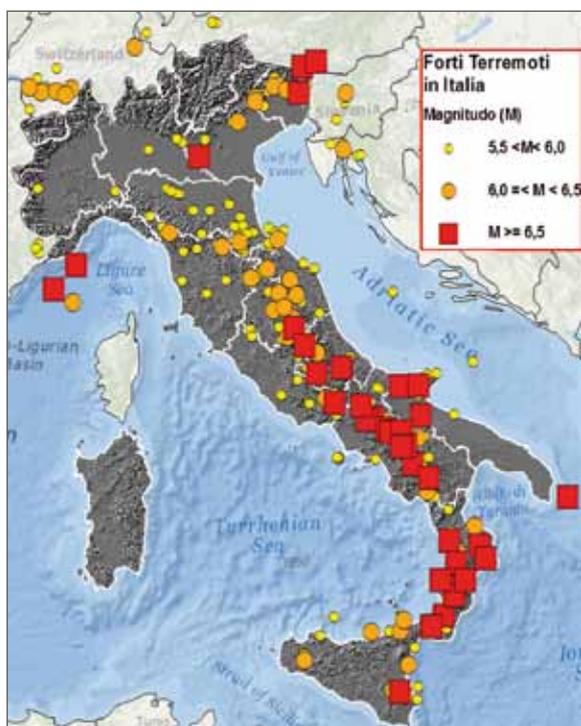


Figura 2. Mille anni di forti terremoti in Italia [Mw 5.5]
www.emidius.mi.Ingv.it/CPTI11

Quasi tutte le località italiane possono subire danni da terremoti, ma i terremoti più forti si concentrano in alcune aree ben precise: nell'Italia Nord-Orientale (Friuli Venezia Giulia e Veneto), nella Liguria Occidentale, nell'Appennino Settentrionale (dalla Garfagnana al Riminese), e soprattutto lungo l'Appennino Centrale e Meridionale, in Calabria e Sicilia Orientale.

UN VIAGGIO NEL TEMPO, DAL SUD AL NORD

Uno dei terremoti più forti della storia sismica italiana, se non il più forte in assoluto (Mw intorno a 7.4) è quello della Sicilia sud-orientale del gennaio 1693. Le due scosse principali si ebbero il 9 e 11 gennaio e produssero devastazioni in circa 70 località della Sicilia sud-orientale. Catania, Augusta e molti paesi del Val di Noto furono totalmente distrutti; parecchie località furono successivamente ricostruite in un luogo diverso. Le vittime furono circa 60mila. Ci furono vistosi sconvolgimenti del suolo in un'area molto vasta. I danni si estesero dalla Calabria meridionale a Malta e da Palermo ad Agrigento. Il terremoto fu fortemente avvertito in tutta la Sicilia, in Calabria settentrionale e in Tunisia. Effetti di maremoto si ebbero lungo la costa orientale della Sicilia da Messina a Siracusa. Le repliche continuarono per circa due anni.

Proprio Siracusa è uno dei punti di osservazione più importanti dell'area e la sua storia sismica è segnata dagli effetti distruttivi di terremoti: da quelli del 1125 e del 1169, su cui poco sappiamo, a quello del 1542 (Mw 6.7), che produsse danni gravi anche a Catania e Augusta, a quello recentissimo del 13 dicembre 1990 (Mw 5.7).

La sismicità dell'area Etna è molto intensa, seppure di energia non elevata, ed è spesso collegata a fasi eruttive del vulcano; significativa anche la sismicità dell'area montuosa dei Peloritani-Nebrodi-Madonie, mentre è stata molto importante la sequenza sismica che nel 1968 ha colpito la Valle del Belice, con effetti distruttivi.

Alcune delle sequenze più drammatiche della storia sismica italiana colpiscono la Calabria centro-meridionale (e la Sicilia nord-orientale): a partire da quella che nei primi mesi del 1783 (fra il 5 febbraio e il 28 marzo in particolare, due eventi di Mw 7) ne sconvolge il paesaggio naturale e costruito; su una scala temporale diversa, una sequenza altrettanto catastrofica si verifica all'inizio del secolo scorso, con i grandi terremoti dell'8 settembre 1905 e del 28 dicembre 1908 (entrambi di Mw intorno a 7), intercalati da un evento minore (23 ottobre 1907, Mw 5.9). Anche la Calabria centrale ha una storia sismica significativa: la sequenza più importante è quella che la devasta nel 1638. Il 27 marzo (Mw 7) molti centri lungo la fascia tirrenica tra Nicotera e Cosenza subirono distruzioni e crolli diffusi, una ventina furono totalmente distrutti. Furono gravemente danneggiate anche le città di Catanzaro e, soprattutto, Cosenza, dove centinaia di case crollarono o divennero inagibili. Le vittime furono diverse migliaia. L'8 giugno dello stesso anno un nuovo fortissimo terremoto (Mw 6.9) colpì il versante ionico della regione, in particolare il crotonese. Diverse località nell'area del Marchesato e sul versante orientale della Sila subirono crolli e gravi distruzioni. Catanzaro, già fortemente danneggiata dal terremoto di marzo, fu semidistrutta e interi palazzi crollarono completamente. Danni molto gravi anche a Crotona. Il cosentino è colpito negli ultimi secoli da diversi terremoti di energia elevata (prossimi a Mw 6), seppure non distruttivi, quali quelli del 1767, del 1835, del 1854 e del 1870.

Figura 3. L'Aquila, chiesa delle Anime Sante, 7 aprile 2009.



La sismicità maggiore della Basilicata si concentra lungo la catena appenninica al confine con la Campania; i terremoti storici più distruttivi ($M_w > 6.3$) sono localizzati in Irpinia (8 settembre 1694 e 23 novembre 1980); l'importante sequenza del luglio-agosto 1561 è localizzata proprio al confine fra Campania e Basilicata, mentre il terremoto del 14 agosto 1851 è localizzato nel settore settentrionale, al confine con la Puglia. Il terremoto del 16 dicembre 1857, di gran lunga il più importante per la Basilicata, è localizzato in territorio regionale; insieme a quello del 1694 e a quello, poco noto, del 1273, produce danni molto gravi a Potenza.

La Campania è caratterizzata da una notevole attività sismica nelle aree appenniniche e da sismicità moderata lungo la fascia costiera; i terremoti storici più distruttivi ($M_w > 6.5$) interessano le due principali aree attive del territorio regionale: l'8 settembre 1694, il 29 novembre 1732, il 23 luglio 1930 e il 23 novembre 1980 in Irpinia, il 5 dicembre 1456 e

il 5 giugno 1688 nel Sannio. La storia sismica di Avellino è segnata da effetti molto gravi; quelli più drammatici sono per il terremoto del 29 novembre 1732 e quello del 5 giugno 1688; ma nel 1456 e in altri tre casi almeno (1805, 1930 e 1980) la città è danneggiata seriamente.

Più a Est, in Puglia, la sismicità più importante interessa

la Capitanata (20 marzo 1731, $M_w 6.5$) e il Gargano (30 luglio 1627, $M_w 6.7$; 31 maggio 1646, $M_w 6.6$).

Il terremoto che segna la storia di Foggia è quello del 1731: verso le 4 del mattino del 20 marzo una fortissima scossa causò il crollo di circa un terzo degli edifici e danni gravi agli altri; subirono danni gravi vari centri della pianura foggiana e delle colline circostanti (Cerignola, Ortanova, Ascoli Satriano, ecc.). A Foggia si contarono circa 500 vittime.

Il Molise condivide con le regioni vicine gli effetti dannosi dei forti terremoti appenninici, in particolare quelli del 5 dicembre 1456 (uno dei più forti della storia sismica italiana, $M_w 7.2$) e del 5 giugno 1688 nel Sannio; il terremoto di San Giuliano di Puglia del 2002, può essere considerato un evento di energia moderata ($M_w 5.9$), mentre ben più significativo, in regione, è il terremoto del 26 luglio 1805 ($M_w 6.6$).

Anche nel Lazio la sismicità maggiore è localizzata nelle aree appenniniche, in particolare

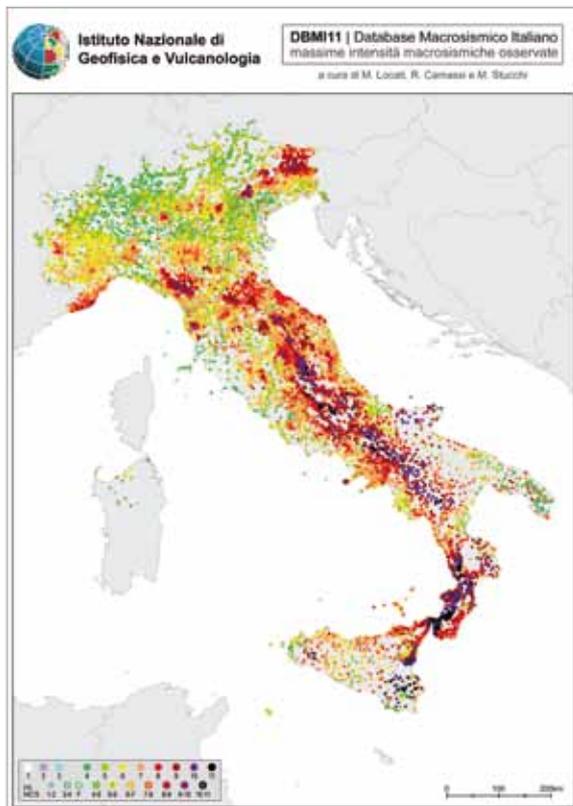


Figura 4. Ingv - Database macrosismico italiano 2011. Questo database consente di visualizzare i dati di intensità di tutti i terremoti più importanti e le storie sismiche di migliaia di località.

nelle province di Frosinone e Rieti; nel Frusinate l'evento più importante è quello del 24 luglio 1654 (Mw 6.3), nel Reatino il terremoto di Amatrice del 10 ottobre 1639, di magnitudo poco inferiore a 6. Terremoti forti interessano anche il Viterbese, mentre decisamente più moderati, ma frequenti, sono i terremoti che si verificano nell'area dei Colli Albani. La città di Roma avverte sensibilmente i terremoti di quest'ultima area, mentre gli effetti di danno sono storicamente prodotti da terremoti "lontani", dell'Aquilano in particolare. Una notevole attività sismica appenninica caratterizza l'Abruzzo, in particolare nei settori della Valle dell'Aterno (2 febbraio 1703,

Mw 6.7), nella Conca del Fucino (13 gennaio 1915, Mw 7.0) e nei Monti della Maiella (3 novembre 1706, Mw 6.8); altri terremoti importanti sono quelli localizzati a Sud Est della città de L'Aquila (27 novembre 1461, Mw 6.4, e 6 ottobre 1762, Mw 6.0) e quello della Maiella del 26 settembre 1933 (Mw 5.9).

Umbria e Marche condividono pienamente tutta la sismicità appenninica maggiore, molto frequente e particolarmente ben documentata. Uno dei terremoti più forti è quello "di Colfiorito" del 30 aprile 1279 (Mw 6.3), che colpisce le stesse aree del terremoto del 26 settembre 1997 (Mw 6.0). Il terremoto più violento di tutto l'Appennino centro-settentrionale è quello del 14 gennaio 1703 (Mw 6.7), che precede di un paio di settimane l'evento aquilano, e "inaugura" un secolo scandito da forti terremoti (fra i più importanti quelli del 1741 nel Fabrianese, 1781 nel Cagliese e 1799 nel Camerinese). Un terremoto importante per l'Umbria è quello della Valle del Topino del 13 gennaio 1832 (Mw 6.3), mentre nella zona costiera marchigiana e romagnola diversi terremoti, generalmente di magnitudo di poco inferiore a 6, producono danni nelle province di Ancona, Pesaro e Urbino e Rimini.

L'Appennino settentrionale, fra Toscana ed Emilia Romagna, manifesta una sismicità decisamente contenuta, seppur molto variabile: dalla costa riminese, all'Appennino Forlivese (22 marzo 1661, Mw 6.1), al Mugello (29 giugno 1919, Mw 6.3) e alla Garfagnana diversi settori manifestano una sismicità importante che qualche volta supera Mw 6. Il terremoto più forte è certamente quello che colpisce la

Garfagnana il 7 settembre 1920 (Mw 6.5). Alcuni villaggi dell'Alta Garfagnana furono quasi completamente distrutti e una settantina di altre paesi, fra Fivizzano e Piazza al Serchio, subirono danni gravissimi e crolli estesi. Danni minori si ebbero in un'area molto ampia comprendente la Toscana nord-occidentale dalla Versilia alle province di Pisa e di Pistoia, la Riviera ligure di levante e parte dell'Emilia.

I terremoti più importanti che interessano la Liguria (e il basso Piemonte) sono quelli che si verificano nel settore occidentale, fra i quali spicca il grande terremoto del 23 febbraio 1887 (Mw 6.9), probabilmente localizzabile a mare. Forti terremoti, ma di magnitudo inferiore a 6, sono localizzati sul versante francese (1564, 1618, 1644). Altri terremoti significativi, ma di energia non particolarmente elevata, si verificano in Val Pellice e in Val di Susa.

Nella parte più settentrionale del Piemonte e in Valle d'Aosta si risentono effetti di danno per i forti terremoti del Vallese, in qualche caso di magnitudo superiore a 6.

Il settore della pianura Lombardo-Veneta ha una sismicità generalmente moderata, con qualche episodio però significativo, quale ad esempio il terremoto del 25 dicembre 1222 (Mw 5.8), largamente ricordato dalle fonti, che produce danni seri nel Bresciano.

In Veneto la sismicità più importante si manifesta nel Veronese e lungo tutto il versante orientale. Il più forte terremoto di area padana è quello notissimo del 3 gennaio 1117 (Veronese, Mw 6.7), la cui localizzazione è ancora incerta. Molto importanti sono i terremoti dell'Asolano del 25 febbraio 1695 (Mw 6.5) e

del Bellunese del 29 giugno 1873 (Mw 6.3). Decisamente più moderata, ma da non trascurare, la sismicità delle Provincie Autonome di Trento e Bolzano. I terremoti più forti dell'Italia settentrionale si verificano però in Friuli Venezia Giulia. Insieme alla forte sequenza del 1976 (6 maggio, Mw 6.4; 15 settembre Mw 6.0) sono da ricordare il grande terremoto del 26 marzo 1511 (Mw 7.0), che interessa un'area molto simile e produce danni seri in Slovenia e Austria, e il terremoto del 25 gennaio 1348 (Mw 7.0), localizzabile nell'area di confine fra il Friuli e la Carinzia.

Per concludere occorre ricordare due cose importanti. La prima è che pressoché nessun terremoto si manifesta come evento isolato: un forte terremoto è normalmente parte di una sequenza che può essere molto lunga e complessa, all'interno della quale possono manifestarsi eventi di energia molto prossima all'evento che riconosciamo come principale. La seconda è che quelli citati sono solo alcuni fra i più forti terremoti che hanno colpito il nostro paese nei secoli scorsi, mentre sono molto frequenti terremoti che, pur con energia minore, possono provocare danni a persone e cose. Affrontare il problema solo quando si verifica il grande catastrofico terremoto è troppo tardi.

N.B. *Nell'Appendice a pagina 159 è possibile consultare una tabella che raccoglie tutti i terremoti con magnitudo superiore a 6 gradi accaduti nell'ultimo millennio in Italia.*

QUANDO AVVERRÀ IL PROSSIMO TERREMOTO?

Nessuno può saperlo, perché potrebbe verificarsi in qualsiasi momento. Sui terremoti sappiamo molte cose, ma non è ancora possibile prevedere con certezza quando, con quale forza e precisamente dove si verificheranno.

Sappiamo bene, però, quali sono le zone più pericolose e cosa possiamo aspettarci da una scossa: essere preparati è il modo migliore per prevenire e ridurre le conseguenze di un terremoto.

PERCHÉ I TERREMOTI CAUSANO DANNI E DISTRUZIONE? LA PERICOLOSITÀ, OVVERO FACCIAMO “LUCE” SUI TERREMOTI

I motivi per cui gli edifici crollano durante un terremoto dipendono dal come e dal dove un edificio viene costruito. Del come si occupa l'ingegneria sismica (vedi capitoli seguenti). Il luogo di costruzione può essere più o meno pericoloso per due motivi:

- la distanza dalla sorgente delle onde sismiche
- le caratteristiche dei suoli di fondazione.

I terremoti non avvengono ovunque sulla superficie terrestre, ma solo in alcune zone che i sismologi hanno imparato a conoscere. L'ideale sarebbe stare lontani da queste aree, che si chiamano zone sismogeniche. In un paese come l'Italia queste zone sono molto numerose e non è purtroppo possibile allontanarsene molto.

Se guardiamo una lampadina da 100 Watt da un metro dobbiamo chiudere gli occhi per il fastidio, ma a un chilometro di distanza la stessa lampadina è un punto appena visibile. A parità di energia alla sorgente, i segnali luminosi così

come le onde sismiche diminuiscono la loro ampiezza in maniera inversamente proporzionale alla distanza. Quando immaginiamo che tutta l'energia di un terremoto provenga da un solo punto lo chiamiamo epicentro.

A complicarci la vita con i terremoti c'è però il fatto che né la sorgente delle onde né la loro propagazione sono semplici e simmetriche come quelle generate da un sasso in uno stagno.

Spesso capita che da un lato dell'epicentro si osservino danni per decine di chilometri, mentre dall'altro lato non si osservano danni: questo fenomeno si chiama direttività. Per tornare all'esempio delle luci pensiamo ad un faro che ruota o ai lampeggianti blu delle ambulanze. Nella direzione in cui si proietta il fascio la luce è molto più intensa.

La sorgente delle onde sismiche (la faglia) è come un lampeggiante bloccato che proietta più luce in una direzione. Purtroppo non possiamo sapere quale sia questa direzione prima del terremoto.

Per alcuni terremoti generati in California dalla stessa faglia a distanza di qualche decina di anni si è visto che le due direzioni erano esattamente opposte.

L'energia del terremoto alla sorgente viene misurata con la magnitudo, una grandezza che deriva dalla conoscenza dell'ampiezza misurata delle onde sismiche una volta nota la distanza dall'epicentro. L'idea della magnitudo viene dalla classificazione delle stelle, perché anche la loro luminosità è così diversa da non poter essere descritta da una relazione semplice come quella della luminosità di una lampadina (due lampadine da 50 W fanno quasi la stessa luce di una da 100 W). La magnitudo infatti non aumenta in modo proporzionale e a ogni incremento di una unità corrisponde un aumento dell'energia di 30 volte. Quindi un terremoto di magnitudo 8.0 rispetto ad uno di 5.0 è $30 \times 30 \times 30 = 27$ milavolte più energetico. Questo non significa che farà quasi 30mila volte più danni.

I danni sono effetti locali del terremoto che dipendono dalla distanza dall'epicentro, da quanto è profonda la sorgente (ipocentro), dalla direzione principale dell'energia, dalle caratteristiche dei terreni di fondazione e dalla densità e qualità delle costruzioni.

Così può capitare che nel 2010 un terremoto di magnitudo 7 ad Haiti causi 250mila vittime, mentre con la stessa magnitudo in Nuova Zelanda non si sono avuti morti. L'anno dopo nella stessa Nuova Zelanda ci sono sta-

te quasi 200 vittime per un terremoto di magnitudo 6. Gli effetti dei terremoti sono misurati dalle scale di intensità. In Italia si usa la scala Mercalli-Cancani-Sieberg. Fino al quinto grado non ci sono danni ma effetti sempre maggiori sulle persone (da non avvertito a spavento, terrore) e su oggetti (spostamenti, ribaltamenti, rottura). Dal sesto al settimo grado iniziano danni agli edifici, e dall'ottavo in poi ci sono crolli in percentuali crescenti. Se diciamo che due terremoti all'epicentro son stati di decimo grado intendiamo che hanno causato entrambi il crollo di oltre i $\frac{3}{4}$ degli edifici in muratura.

Dobbiamo poi chiederci ogni quanto tempo si "accende" la sorgente di un terremoto. Sarebbe bello se il comportamento fosse quello delle vecchie luci a intermittenza dell'albero di Natale, periodico e regolare. Guardando per pochi minuti una lampadina potremmo imparare subito per quanto tempo sta accesa e per quanto sta spenta, e tutte le altre sul filo seguirebbero la stessa regola.

Purtroppo il terremoto è come un filo di luci natalizie di ultima generazione aggrovigliato su se stesso. A volte lampeggiano regolari ma poco dopo sembrano impazzire: non riusciamo a capire ogni quanto tempo si accende una singola lampadina e non capiamo neanche se quando se ne accende una poi si accenderà quella più vicina oppure un'altra. Possiamo fissare una singola lampadina e contare quante volte si accende in cinque minuti. Avremo così un'idea del tempo medio che passa tra due accensioni. Lo stesso avviene per i terremoti.

Non possiamo dire se una sorgente si accenderà domani o tra 20 anni, ma possiamo dire che, rispetto a quelle vicine, si accende più o meno frequentemente, e quindi abitare le città nei suoi paraggi sarà più o meno pericoloso che stare in altre. Avremo così una classifica relativa di pericolosità che serve agli ingegneri per capire dove bisogna progettare edifici più resistenti o rinforzare quelli esistenti.

Perché i sismologi non sono capaci di dirci niente di più sulla pericolosità? Torniamo all'esempio delle lampadine natalizie. Quello che a noi sembra caos è in realtà una sequenza programmata. Se anziché cinque minuti aspettiamo un tempo più lungo vedremo la sequenza ripetersi più volte. Ma ogni singola sorgente dei terremoti si accende raramente, se paragonata alla vita umana. Alcune hanno un tempo medio tra due terremoti di centinaia di anni. Noi non abbiamo visto il ciclo sismico ripetersi più volte, e volendo essere onesti non possiamo dire se i 2.000 anni di storia per cui abbiamo fonti attendibili che ci parla-

no dei terremoti passati sono un ciclo completo oppure no. Se vogliamo un'altra metafora, pronosticare quando accadrà un terremoto è come stare seduti sul treno guardando in senso contrario alla marcia. Non possiamo vedere e sapere dove stiamo andando a meno che non siamo già passati molte volte sulla stessa linea. Allora riconosceremmo qualcosa nel paesaggio o nelle città che ci farebbe capire dove siamo e dove stiamo andando. Ma la storia dei terremoti avviene su tempi così lunghi che nessun italiano (per fortuna) passa due volte per lo stesso terremoto ed i sismologi cercano di capire dove sta andando il treno mettendo insieme memorie di tempi e testimoni diversi (dati strumentali, dati storici, dati archeologici, dati geologici).

Come l'avarro Scrooge del "Racconto di Natale" di Dickens dobbiamo ricevere un insegnamento dai tre spettri del Natale Passato, Presente e Futuro. Dobbiamo approfittare dell'attenzione creata dal terremoto presente perché quello che sappiamo dai terremoti del passato ci permetta di salvare vite dai terremoti del futuro.

L'INFLUENZA DEL TERRENO, OVVERO QUANDO IL TERREMOTO "SUONA" MALE.



GLI EFFETTI DI UN TERREMOTO SONO GLI STESSI OVUNQUE?

A parità di distanza dall'epicentro, l'intensità dello scuotimento provocato dal terremoto dipende dalle condizioni del territorio, in particolare dal tipo di terreno e dalla forma del paesaggio.

In genere, lo scuotimento è maggiore nelle zone in cui i terreni sono soffici, minore sui terreni rigidi come la roccia; anche la posizione ha effetti sull'intensità dello scuotimento, che è maggiore sulla cima dei rilievi e lungo i bordi delle scarpate.

I terreni di fondazione sono molto importanti per la tenuta di un edificio, ed è cosa nota da millenni. Il Vangelo di Matteo riporta una parabola dove l'uomo saggio è colui che costruisce sulla roccia mentre lo stolto costruisce sulla sabbia e vedrà la sua casa in rovina.

Potrebbe sembrare strano che questo sia vero anche per i terremoti. Gli atleti del salto in lungo atterrano senza danni nella morbida sabbia e si gioca a pallavolo sulla spiaggia, non su lastre di granito. Il senso comune ci farebbe pensare che una casa sulla sabbia stia su di un materasso messo lì apposta per attutire l'urto del terremoto. Questo è in parte vero, i terreni sciolti attenuano le onde più della roccia, ma i terreni hanno una proprietà contrastante che la roccia non ha: amplificano alcune frequenze del terremoto.

Come è possibile che un materiale amplifichi più di quanto attenui? Quando pensiamo all'amplificazione abbiamo in mente l'impianto stereo: si gira una manopola e il volume aumenta. Per i terremoti però non c'è nessun amplificatore nel terreno che faccia il lavoro di alzare il volume, consumando magari un bel

po' di energia elettrica. Allora cosa succede? Pensiamo a un automobilista che guida a velocità costante con i finestrini aperti: sentirà un certo livello di rumore che rimane uguale. Se però entra in una galleria il rumore percepito diventa molto più forte. Cosa è successo? Il rumore generato dal motore a regime di giri costante non è aumentato, ma le onde sonore rimangono intrappolate nella galleria rimbalzando sulle pareti, ed anziché disperdersi lontano tornano nell'abitacolo.

Quello che amplifica le onde sismiche non è la maggiore o minore "durezza" del terreno ma è il fatto che un terreno soffice sia a contatto con terreni più rigidi o con roccia che come le pareti di un tunnel imprigiona le onde nei suoli soffici e non le fa allontanare.

È importante capire che se un terreno amplifica le onde sismiche lo farà per qualsiasi terremoto, facendo diventare terremoti deboli e lontani potenzialmente distruttivi come se fossero forti e vicini. A peggiorare la situazione contribuisce poi il fatto che i terreni meno rigidi a seguito di un terre-

moto possono trasformarsi in sabbie mobili (liquefazione), o se sono in pendenza possono dare il via alle frane indotte.

Per questo motivo è importante conoscere le caratteristiche dei terreni per capire se e quanto è sicuro costruirci sopra. Per il singolo edificio l'ingegnere necessita di dati il più possibile precisi ed affidabili circa il terreno per ricostruire la risposta sismica del punto dove si andrà a costruire. Agli architetti che pensano allo sviluppo urbanistico di una città serve invece una visione meno raffinata ma che permetta comunque di stabilire dove sarebbe più opportuno far sorgere nuovi quartieri o infrastrutture importanti (scuole, ospedali, centri commerciali), considerando che costruire sui terreni peggiori non è né impossibile né vietato, ma costa sicuramente di più.

Questi studi che differenziano i terreni su tutta l'area urbana secondo il loro comportamento in caso di terremoti vengono definiti microzonazione sismica. Tornando al paragone con il mondo dei suoni, nel primo caso serve un solista, al massimo delle capacità perché tutto è affidato a lui. Nel secondo caso ci serve un coro, un contributo di molte voci dove la qualità dei singoli non è importante quanto il risultato d'insieme.

Ci sono delle situazioni particolari dove “l'e-

co” del terremoto può riverberare più a lungo che altrove, causando più danni. Alcuni rilievi montuosi e la gran parte delle valli possono dare problemi di amplificazione sismica. Geologi e sismologi hanno imparato a riconoscere i casi peggiori, e quindi, anche se non possiamo prevedere quando avverrà un terremoto, possiamo avere un'idea in anticipo su dove il terremoto farà i maggiori danni.

Dobbiamo quindi spostare l'attenzione dalla generica “previsione del terremoto” alla “previsione delle conseguenze del terremoto”. Adesso esistono strumenti normativi e anche finanziamenti statali che incentivano gli studi di microzonazione. È importante far comprendere ai cittadini che fare le indagini che servono sia per un singolo edificio che per una intera città è un piccolo costo materiale, se paragonato agli enormi costi economici ed umani che si potrebbero avere quando il prossimo terremoto colpirà.

Se il gruppo rock del figlio del vicino che prova in garage ci sembra troppo fracassone possiamo provare a picchiare con la scopa sul pavimento, ma quando il terremoto arriva, se siamo su di un terreno che amplifica non c'è modo di chiedergli di “abbassare il volume”.

COSA SUCCEDDE A UN EDIFICIO?

Una scossa sismica provoca oscillazioni, più o meno forti, che scuotono in vario modo gli edifici. Le oscillazioni più dannose sono quelle orizzontali. Gli edifici più antichi e quelli non progettati per resistere al terremoto possono non sopportare tali oscillazioni, e dunque rappresentare un pericolo per le persone. È il crollo delle case che uccide, non il terremoto. Oggi, tutti i nuovi edifici devono essere costruiti rispettando le normative sismiche.

È normale che un edificio oscilli durante un terremoto, non deve preoccuparci.

Quello che bisogna evitare, o quantomeno limitare, è che queste oscillazioni possano provocare danni gravi, fino a far crollare l'edificio, in tutto o in parte. Se non è mai accettabile che un edificio possa crollare, ancor più lo è se il terremoto non è molto forte, come a volte accade nel mondo e, purtroppo, anche in Italia. Questo accade quando l'edificio è troppo vulnerabile, ossia debole rispetto al terremoto. La vulnerabilità sismica di un edificio è la sua predisposizione a subire danni (effetto) a fronte di un terremoto di una data intensità (causa). Osservando il comportamento degli edifici dopo un terremoto vediamo che alcuni si danneggiano più di altri anche se molto vicini tra loro (Fig. 5) e quindi interessati dalla stessa intensità sismica.

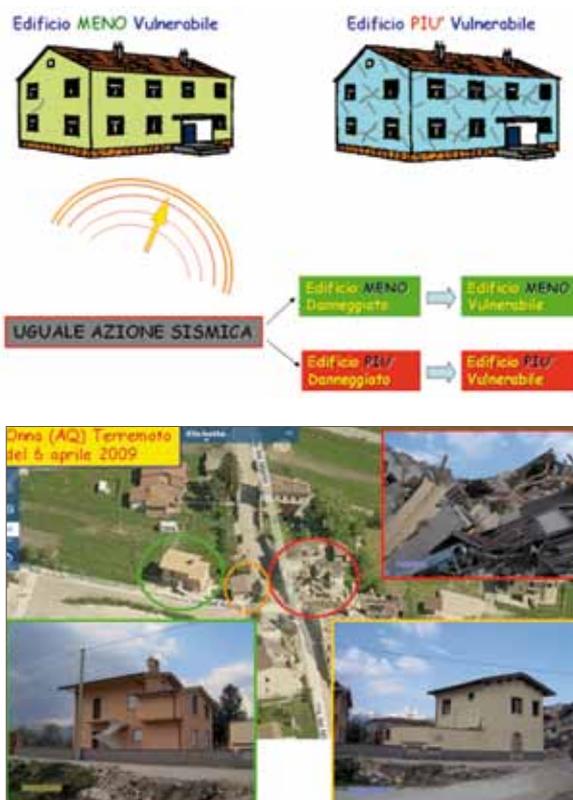


Figura 5. Ingv - Database macrosismico italiano 2011. Questo database consente di visualizzare i dati di intensità di tutti i terremoti più importanti e le storie sismiche di migliaia di località.

In sostanza, non definiamo vulnerabile un edificio se questo si danneggia durante un terremoto, come già detto entro certi limiti il danno è un effetto fisiologico che può essere accettato, ma definiamo vulnerabili quegli edifici che si danneggiano in modo sproporzionato rispetto all'intensità del terremoto.

Come diremmo per un'automobile che, a causa di un impatto a bassa velocità, si danneggia gravemente, mettendo in pericolo la vita degli occupanti.

Quando si verifica un terremoto, mentre il terreno si muove orizzontalmente, un edificio subisce delle spinte in avanti ed indie-

tro in modo simile a quelle che subisce un passeggero dentro un autobus che frena ed accelera alternativamente.

A parità di sollecitazione sismica (domanda), quanto più l'edificio è capace di assorbire queste sollecitazioni senza subire danni (capacità) tanto meno è vulnerabile. Gli studi sulla vulnerabilità sismica si occupano del confronto tra domanda e capacità, controllando se e quanto la domanda è maggiore della capacità (valutazione della vulnerabilità) e, qualora sia necessario, indicando come intervenire per diminuire la propensione che ha l'edificio di danneggiarsi in seguito al verificarsi di un dato evento sismico.

Un edificio è costituito da tre componenti principali:

- la struttura portante (es. muri portanti, pilastri, travi, solai, ecc.)
- gli elementi non portanti ma che assolvono funzioni proprie della vivibilità dell'edificio

(es. tamponature esterne, divisori interni, controsoffitti, ecc.)

- gli impianti (elettrico, idrico, idro-sanitario e di riscaldamento).

Per struttura portante di un edificio (Fig. 6) si intende l'insieme degli elementi che garantiscono il sostegno del suo stesso peso (cosiddetto peso proprio), dei carichi che può contenere al suo interno (persone, suppellettili, attrezzature, ecc.) e delle azioni che provengono dall'ambiente esterno (es. vento, neve, terremoto).

La funzione della struttura portante è garantire che l'edificio possa essere utilizzato con le prestazioni attese e il livello di sicurezza previsto dalle norme. In Italia, in particolare per l'edilizia di tipo residenziale, i materiali che si utilizzano per realizzare la struttura portante di un edificio sono principalmente due: muratura e cemento armato (Fig. 7, a) e b)). Molto pochi sono gli edifici costruiti in acciaio o legno (Fig. 7, c) e d)).

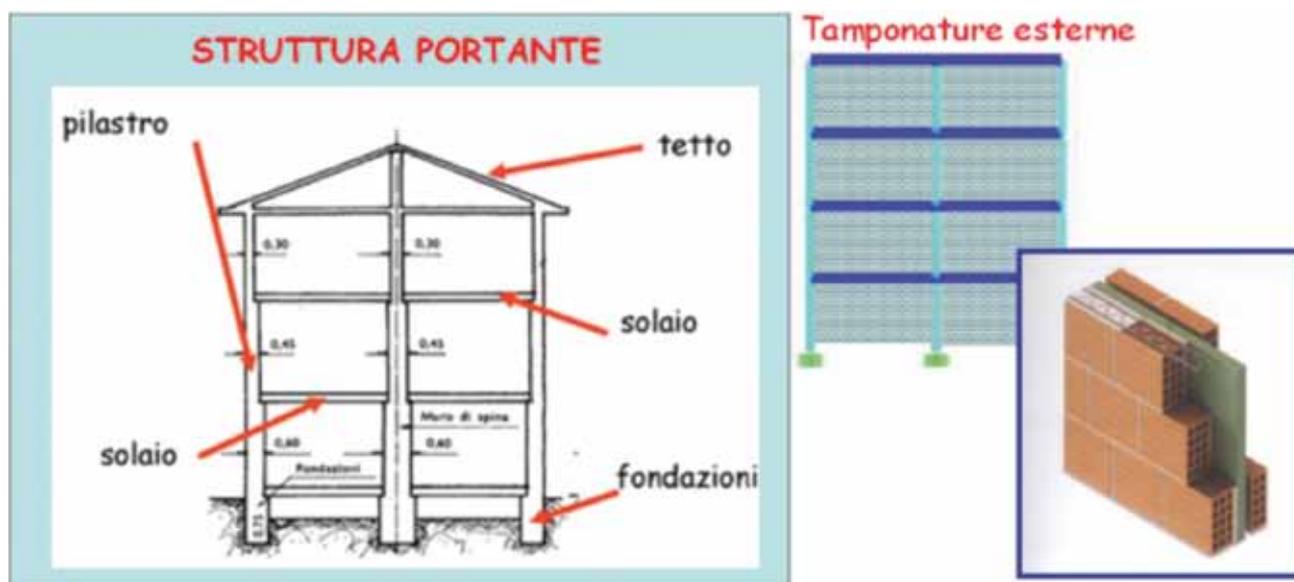


Figura 6. Ingv - Esempio di struttura portante (sulla sinistra) e tamponature esterne (sulla destra) di un edificio.

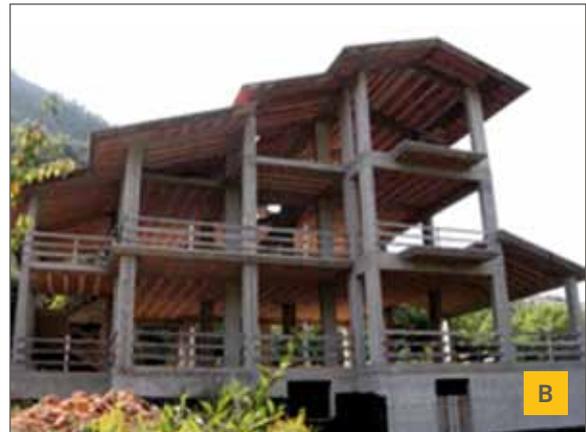


Figura 7. Esempi di struttura portante: a) muratura, b) cemento armato, c) acciaio, d) legno.

Per come è fatta la struttura portante delle differenti tipologie edilizie il comportamento in caso di terremoto di un edificio in muratura è differente rispetto a quello di un edificio in cemento armato. Infatti, nelle strutture in muratura la resistenza al terremoto dipende essenzialmente dai muri “maestri” esterni ed interni, dal collegamento tra loro e del collegamento con i solai. Invece, per una struttura in cemento armato la resistenza è concentrata in elementi singoli quali i pilastri (elementi verticali), le travi (elementi sui quali poggia il sola-

io di ogni piano) e i loro collegamenti (nodi). Se i collegamenti tra i vari elementi sono stati progettati e realizzati pensando al terremoto allora l’azione sismica sarà distribuita in modo adeguato tra tutti gli elementi della struttura, assicurando una maggiore resistenza all’azione sismica (edificio meno vulnerabile). In caso contrario, l’azione sismica sarà concentrata solo in alcuni elementi provocandone una richiesta di resistenza locale maggiore di quella con la quale essi sono stati progettati (si vedano gli esempi riportati nelle Figg. 8, 9, 10).



Figura 8. Esempi di danneggiamento in edifici in muratura



Figura 9. Esempi di crollo e danneggiamento in edifici in cemento armato (a destra: crollo di tamponature e danni locali a pilastri e nodi; a sinistra: crollo totale del piano terra)



Figura 10. Esempio di danno localizzato in una struttura in cemento armato (grave danno alla testa di un pilastro a causa della presenza delle tamponature di altezza limitata per la realizzazione di finestre a nastro).

In un edificio, durante un terremoto, anche gli elementi cosiddetti non strutturali (es. tamponature esterne, tramezzi interni, controsoffitti, camini ecc.) possono subire seri danni causando sia gravi conseguenze alle persone sia costi e tempi elevati per la loro riparazione (Fig. 11). Questo può accadere anche in assenza di danni alla struttura portante e può coinvolgere le persone che stanno cercando di uscire e allontanarsi dall'edificio. Ecco perché,



sono causare serie conseguenze alle persone, anche se l'edificio non fosse per niente danneggiato.

Ritornando alla similitudine con l'autobus, così come ciascun passeggero riesce a reggersi in modo più o meno efficace rispetto ad altri, così ciascun edificio ha una propria vulnerabilità sismica in relazione alle differenti caratteristiche costruttive con cui è stato realizzato.



Figura 11. Due esempi di danno agli elementi non strutturali: crollo parziale ed espulsione della tamponatura esterna in un edificio in cemento armato (sinistra); crollo rovinoso di tramezzi divisorii all'interno (destra).

come riportato nella scheda dei comportamenti della campagna, durante un terremoto è preferibile non scappare fuori ma ripararsi ad es. sotto un tavolo, un letto (o un banco se si è in una scuola) e attendere la fine della scossa e solo allora, con calma, individuare un percorso sicuro per poter evacuare l'edificio.

Anche gli impianti possono provocare danni, principalmente alla persone, con cortocircuiti elettrici, fughe di gas e altri problemi simili. Infine, molto importante è tener conto di mobili e suppellettili interne all'abitazione, come gli armadi che, con la loro caduta, pos-

Quindi, a parità di forza ed energia dell'evento sismico, la previsione della gravità del danno che si può verificare, e quindi la vulnerabilità della struttura, dipende da una serie di fattori come il tipo di materiale utilizzato (muratura, cemento armato, ecc.), la qualità del materiale, l'età di costruzione, lo schema resistente della struttura (telai, pareti, ecc.), l'altezza della struttura, ecc.

Dall'osservazione del danneggiamento di terremoti passati si è visto che edifici con caratteristiche simili, sotto l'azione della stes-

sa intensità sismica, subiscono danni simili. Sempre avendo come riferimento l'esempio del passeggero nell'autobus, la capacità della classe "adulti", pur avendo al suo interno qualche piccola differenza tra gli individui che la compongono, è nettamente differente rispetto a quella della classe "anziani", mediamente meno capaci di resistere alle sollecitazioni esterne. Riconoscere questo diverso comportamento in gruppi di persone (nel nostro caso di edifici) con caratteristiche simili significa in sostanza classificarli in termini di capacità rispetto ad una causa (il terremoto) che può provocare delle conseguenze (danni). Se l'osservazione dei danni dopo un terremoto ci consente di attribuire la vulnerabilità "a posteriori", la stima della vulnerabilità sismica degli edifici prima che si verifichi un terremoto (valutazione "a priori", cosiddetta in tempo di pace) è certamente un tema più complesso. Infatti, dopo un evento sismico è sufficiente rilevare i danni che sono stati provocati, associandoli all'intensità della scossa subita e alle differenti tipologie di edifici presenti. Invece per l'attribuzione della vulnerabilità "a priori" (in tempo di pace), sono stati messi a punto numerosi metodi che si basano sia sull'esperienza tratta da terremoti passati (metodi empirici) che su calcoli e modelli numerici (meto-

di analitici), i quali cercano di rappresentare, nel modo fisicamente più prossimo alla realtà, il comportamento degli edifici, e delle costruzioni in genere, sotto l'effetto di differenti terremoti. Questi due approcci sono spesso integrati dal cosiddetto giudizio "esperto" di specialisti nel campo dell'ingegneria sismica. Per poter stimare la vulnerabilità "a priori" si può operare considerando che strutture realizzate con caratteristiche costruttive simili possono essere raggruppate in classi omogenee sul piano della loro vulnerabilità attesa.

Ad es. alla classe ad alta vulnerabilità corrispondono gli edifici in muratura più scadente (struttura portante in pietrame), una vulnerabilità più bassa è assegnata agli edifici con una muratura più resistente (struttura portante in mattoni) e alla classe con bassa vulnerabilità gli edifici con struttura in cemento armato.

Differenti sviluppi sono stati fatti nel corso degli anni introducendo classificazioni più dettagliate e anche classi aggiuntive considerando anche eventuali rinforzi strutturali come cordoli e/o catene o la tipologia di solaio presente (legno, pignatte con travetti di cemento o di acciaio).

ANCHE IL PROSSIMO TERREMOTO FARÀ DANNI?

Dipende soprattutto dalla forza del terremoto (se ne verificano migliaia ogni anno, la maggior parte di modesta energia) e dalla vulnerabilità degli edifici. Nella zona in cui vivi già in passato i terremoti hanno provocato danni a cose e persone.

È possibile quindi che il prossimo forte terremoto faccia danni: per questo è importante informarsi, fare prevenzione ed essere preparati a un'eventuale scossa di terremoto.

Ogni giorno, ciascuno di noi ha a che fare con pericoli e rischi di vario genere. L'errore che spesso si fa, tuttavia, è quello di considerare i due termini equivalenti: pericolo e rischio sono considerati la stessa cosa.

In realtà, il pericolo è rappresentato da un evento "pericoloso", che può cioè produrre conseguenze, ma che non è certo avvenga o per lo meno non sappiamo quando avverrà, mentre il rischio è rappresentato dalle conseguenze dell'evento.

Facciamo un esempio legato ai nostri trascorsi scolastici. L'interrogazione di matematica rappresentava certamente un pericolo per il brutto voto che avremmo potuto prendere, ma non sapevamo quando il professore ci avrebbe interrogato nel corso dell'anno scolastico. Le possibili conseguenze dell'interrogazione dipendevano da quanto eravamo vulnerabili, cioè preparati a rispondere alle domande del professore. Ovviamente la probabilità di essere interrogati e quindi di subirne le conseguenze dipendeva da quanto eravamo esposti alla possibile interrogazione, cioè se eravamo presenti o assenti alla lezione. Il rischio in

questo caso era rappresentato dal brutto voto che avremmo potuto prendere. Quindi, esprimendoci in un modo più formale, possiamo dire che il rischio è il risultato di tre componenti: pericolosità, vulnerabilità ed esposizione. Consideriamo ora il problema sismico.

Il terremoto è un fenomeno naturale e la sismicità (frequenza e forza con cui si manifestano i terremoti) è una caratteristica fisica del territorio, al pari del clima, dell'orografia, dell'idrografia, ecc.

Così come la penisola è caratterizzata da due catene montuose principali, le Alpi e gli Appennini, allo stesso modo possiamo dire che, ad esempio, la Calabria e la Sicilia orientale sono interessate da terremoti poco frequenti ma di elevata energia, mentre nell'Appennino settentrionale i terremoti sono più frequenti ma l'energia sprigionata è generalmente minore. Conoscendo la frequenza e l'energia (magnitudo) associata ai terremoti che caratterizzano un territorio ed attribuendo un valore di probabilità al verificarsi di un evento sismico di una certa magnitudo, in un certo intervallo di tempo, possiamo definire la sua "pericolosità sismica".

Un territorio avrà una pericolosità sismica tanto più elevata quanto più forte sarà, a parità di intervallo di tempo considerato, il terremoto più probabile.

Ma in un territorio ad elevata pericolosità sismica non necessariamente le conseguenze di un terremoto sono sempre gravi; basti pensare alle numerose scosse che ogni anno interessano nazioni come il Giappone o gli Stati Uniti e che, nonostante l'energia associata all'evento, provocano danni limitati. Molto dipende infatti, dalle caratteristiche di resistenza delle costruzioni alle azioni di una scossa sismica. Questa caratteristica, o meglio la predisposizione di una costruzione ad essere

danneggiata da una scossa sismica, si definisce, come detto, "vulnerabilità".

Quanto più un edificio è vulnerabile (per la scadente qualità dei materiali utilizzati o per le modalità di costruzione), tanto maggiori saranno le conseguenze che ci si devono aspettare in seguito alle oscillazioni cui la struttura sarà sottoposta.

Immaginiamo ora di considerare la funzione cui è adibito un edificio; ad esempio una abitazione o un ufficio in ore diverse della giornata (giorno, notte), oppure una scuola o un albergo in periodi diversi dell'anno (estate, inverno).



Avremo una maggiore o minore possibilità di conseguenze alle persone secondo l'ora o il momento dell'anno in cui avviene il terremoto.

Una considerazione analoga si può fare considerando una città d'arte e una cittadina moderna. Pensiamo ai danni inestimabili subiti dai monumenti di Assisi a causa del periodo sismico umbro-marchigiano del 1997. Anche in questo caso le conseguenze non sono paragonabili a quelle che si avrebbero in un piccolo centro montano, ad esempio.

Questa maggiore possibilità di subire un danno (economico, in termini di vite umane, ai beni culturali, ecc.) viene definita "esposizione". L'insieme dei fattori "pericolosità", "vulnerabilità" ed "esposizione", consentono di valutare il rischio sismico di un territorio, ossia la misura dei danni che, in base al tipo di sismicità, di resistenza delle costru-

zioni e di antropizzazione (natura, qualità e quantità dei beni esposti), ci si può attendere in un dato intervallo di tempo.

Ecco allora che, a partire da un'azione non modificabile dall'uomo (lo scuotimento del terreno) che può provocare un danno, è possibile anche individuare quali siano gli elementi sui quali agire per ridurre gli effetti: la resistenza delle costruzioni (vulnerabilità), le caratteristiche di utilizzo del territorio (esposizione). L'Italia ha una pericolosità sismica medio-alta (per frequenza e intensità dei fenomeni), una vulnerabilità elevata (per fragilità del patrimonio edilizio, infrastrutturale, industriale, produttivo e dei servizi) e un'esposizione altissima (per densità abitativa e presenza di un patrimonio storico, artistico e monumentale unico al mondo). La nostra penisola è dunque ad elevato rischio sismico, in termini di vittime, danni alle costruzioni e costi diretti ed indiretti attesi a seguito di un terremoto.

PER SAPERNE DI PIÙ

- Rischio sismico
http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/descrizione_sismico.wp
- Pericolosità
http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/descrizione_sismico.wp?pagtab=1#pag-content
- Vulnerabilità
http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/descrizione_sismico.wp?pagtab=2#pag-content
- Esposizione
http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/descrizione_sismico.wp?pagtab=3#pag-content



PREVENZIONE a cura di Sergio Castenetto e Angelo Masi

Prevenire il possibile danno causato da un evento, qualunque esso sia, significa mettere in atto una serie di azioni che consentano di evitarlo o almeno di ridurne le conseguenze. Tornando all'esempio dell'interrogazione scolastica, per ridurre le possibili conseguenze, ossia riuscire a prendere almeno una sufficienza, non posso certo agire sul pericolo, perché non posso influenzare le decisioni del professore su chi interrogherà. Posso, però, studiare di più e quindi essere meno vulnerabile o più furbescamente darmi malato nei giorni di interrogazione, riducendo la mia esposizione. Finito il periodo di malattia, però, non potrò più evitare che il professore mi interroghi.

Anche nel caso del terremoto, è possibile ridurre le sue conseguenze ma non annullare il rischio. L'evento (il terremoto), infatti, non è evitabile e la "pericolosità si-

smica" di un territorio è una caratteristica fisica che non si può modificare. La prevenzione o meglio la riduzione degli effetti di un terremoto si ottiene intervenendo sulle altre componenti del rischio: la predisposizione a subire il danno (vulnerabilità) e il valore di ciò che è esposto a un possibile terremoto (esposizione).

Una efficace politica di prevenzione è fatta di regole e norme, ma soprattutto è basata su un modello culturale nuovo nei confronti del terremoto. La prevenzione, infatti, essendo il rischio sismico indissolubilmente legato alla presenza dell'uomo, richiede un rapporto consapevole e responsabile dell'uomo con il territorio in cui vive. In questa attività di prevenzione due sono gli attori principali: le istituzioni e il cittadino, ciascuno dei quali svolge un ruolo importante e interagisce con l'altro.





COSA FA LO STATO PER AIUTARTI?

Nel 2009, dopo il terremoto dell'Aquila, lo Stato ha avviato un piano nazionale per la prevenzione sismica, che prevede lo stanziamento alle Regioni di circa un miliardo di euro in sette anni con diverse finalità:

- indagini di microzonazione sismica, per individuare le aree che possono amplificare lo scuotimento del terremoto
- interventi di miglioramento sismico di edifici pubblici strategici e rilevanti
- incentivi per interventi di miglioramento sismico di edifici privati.

Lo Stato, ma più in generale le istituzioni, agiscono in vari modi per aumentare la sicurezza della popolazione nei confronti del rischio sismico, attraverso:

- il miglioramento delle conoscenze sul fenomeno, il monitoraggio del territorio e la valutazione del pericolo a cui è esposto il patrimonio abitativo, la popolazione e i sistemi infrastrutturali (la viabilità, le reti elettriche, idriche, gasdotti, ferrovie ecc.)
- la riduzione di vulnerabilità ed esposizione con azioni indirette (classificazione sismica, normativa per le costruzioni, microzonazione sismica, pianificazione del territorio) e azioni dirette (interventi sulle costruzioni)
- intervenendo sulla popolazione con una costante e incisiva azione di informazione e sensibilizzazione (come ad esempio la campagna Io non rischio Terremoto).

Un ruolo molto importante hanno le attività di studio e ricerca. In particolare, per quanto riguarda l'ingegneria sismica, negli ultimi anni sono nati in Italia centri di competenza come ReLUIS (Rete dei Laboratori Universitari

di Ingegneria Sismica) ed Eucentre, che svolgono, per conto del Dipartimento della Protezione Civile (Dpc), studi e ricerche su tematiche relative alla valutazione e riduzione della vulnerabilità delle strutture esistenti (edifici e infrastrutture viarie), allo sviluppo di criteri di progetto e verifica innovativi concernenti le opere geotecniche (come dighe e gallerie), alle nuove metodologie per la mitigazione del rischio che utilizzano dispositivi e materiali innovativi, al monitoraggio di strutture e infrastrutture ecc.

Le ricerche sono basate su studi teorici e su estese campagne sperimentali effettuate presso i principali laboratori italiani di ingegneria sismica e sono finalizzate allo sviluppo di manuali applicativi, proposte di normativa e messa a punto di procedure operative a supporto dell'azione del Dpc.

Gli studi sono un elemento di base importante per applicare il concetto di prevenzione sismica, ma, perché ciò accada in modo concreto e diffuso, sono necessari tecnici competenti, politici lungimiranti e, soprattutto, cittadini informati e consapevoli.

IL PIANO NAZIONALE PER LA PREVENZIONE DEL RISCHIO SISMICO

Dopo il terremoto aquilano del 6 aprile 2009, lo Stato ha avviato un piano di interventi per la riduzione del rischio sismico, a livello nazionale, che prevede lo stanziamento di circa 965 milioni di euro distribuiti su sette anni. Per la prima volta, attraverso un programma organico pluriennale, l'intero territorio nazionale viene interessato da studi per la caratterizzazione sismica delle aree e da interventi per rendere più sicuri gli edifici pubblici e privati. Novità assoluta del piano è la possibilità per i cittadini di richiedere contributi economici per realizzare interventi su edifici privati e non solo di beneficiare di detrazioni fiscali.

La cifra di 965 milioni di euro, anche se cospicua rispetto al passato, rappresenta una minima percentuale del fabbisogno necessario per il completo adeguamento sismico degli edifici pubblici e privati e delle infrastrutture strategiche. Tuttavia, il piano può avviare un processo virtuoso che porterà a un deciso passo avanti nella crescita di una cultura della prevenzione sismica da parte della popolazione e degli amministratori pubblici. L'attuazione del piano è regolata attraverso Ordinanze del Presidente del Consiglio dei Ministri (dopo l'approvazione della Legge 100/12 sono Ordinanze del Capo Dipartimento della Protezione Civile), che disciplinano l'uso dei contributi impiegati nei Comuni a elevata pericolosità sismica ($ag \geq 0.125g$, vedi glossario) per:

- studi di microzonazione sismica e analisi della condizione limite per la gestione dell'emergenza
- interventi di rafforzamento locale o miglioramento sismico o demolizione e ricostruzione di edifici e opere pubbliche di interesse strategico per finalità di protezione civile. Sono esclusi dai contributi gli edifici scolastici, oggetto di altri finanziamenti, ad eccezione di quelli che ospitano funzioni strategiche e sono individuati nei piani di emergenza di protezione civile
- interventi strutturali di rafforzamento locale o miglioramento sismico o di demolizione e ricostruzione di edifici privati
- altri interventi urgenti e indifferibili per la mitigazione del rischio sismico, con particolare riferimento a situazioni di elevata vulnerabilità ed esposizione.

L'Opcm n. 3907 del 1 dicembre 2010 ha regolato l'utilizzo dei contributi della prima annualità. L'Opcm n. 4007 del 29 febbraio 2012 disciplina l'utilizzo dei fondi dell'annualità 2011. La nuova Ordinanza del Capo del Dipartimento della Protezione Civile n. 52 del 20 febbraio 2013 disciplina i fondi per l'anno 2012.

Gli interventi previsti dalle ordinanze vengono attuati attraverso programmi predisposti dalle Regioni e dalle Province Autonome, in base a strategie e priorità che tengono conto delle caratteristiche territoriali.

Rispetto al passato, diversi sono gli elementi di novità introdotti dal piano nazionale di prevenzione del rischio sismico. Tra gli strumenti di prevenzione sismica individuati, che concretamente possono incidere sulla salvaguar-

dia delle persone e delle cose e che ha visto un significativo sviluppo e diffusione negli ultimi trent'anni, c'è sicuramente la microzonazione sismica (MS).

L'osservazione dei danni alle costruzioni e alle infrastrutture spesso evidenzia differenze sostanziali anche a piccole distanze, oppure crolli e danni notevoli anche a grandi distanze dall'epicentro. Esempi di questo tipo si sono riscontrati in quasi tutti i terremoti accaduti negli ultimi cento anni.

Sicuramente la qualità delle costruzioni può influire sulle differenze del danno, ma spesso le cause vanno ricercate in una differente pericolosità sismica locale, determinata da effetti di amplificazione del moto sismico o da instabilità del suolo.

Tutto ciò è oggetto degli studi di MS, attraverso i quali è possibile individuare e caratterizzare le zone che durante un terremoto si possono considerare stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazione locale e le zone suscettibili di instabilità, quali frane, rotture della superficie per faglie e liquefazioni del terreno.

Gli studi di MS forniscono dunque informazioni utili per il governo del territorio, per la progettazione, per la pianificazione per l'emergenza e per la ricostruzione post sisma.

A partire dal 2012 (Opcm 4007), gli studi di MS realizzati con i fondi del piano nazionale sono accompagnati dall'analisi della Condizione limite per l'emergenza (Cle), per ottenere una maggiore integrazione delle azioni volte a mitigare il rischio sismico con quelle volte a migliorare la gestione delle attività in emergenza subito dopo un terremoto.

La Condizione limite per l'emergenza (Cle) indica la condizione per cui un insediamento urbano, dopo un terremoto, nonostante i danni subiti e l'interruzione della quasi totalità delle funzioni urbane presenti, compresa la residenza, conserva comunque l'operatività della maggior parte delle funzioni strategiche per l'emergenza (edifici strategici, aree di emergenza), la loro accessibilità e connessione con il contesto territoriale.

La sua analisi è finalizzata a determinare, quindi, quanto un insediamento urbano sia in grado di sostenere le condizioni estreme determinate dalla distruzione prodotta da un forte terremoto, garantendo la gestione dell'emergenza.

Altro elemento innovativo del piano nazionale di prevenzione del rischio sismico è la destinazione di parte dei contributi a interventi sull'edilizia privata, facoltativi nella prima annualità, previsti obbligatoriamente per le annualità successive. Nella prima annualità (2010) solo la Regione Marche ha destinato parte dei fondi, circa 400mila euro, a interventi sull'edilizia privata.

I cittadini possono richiedere contributi per gli interventi di rafforzamento locale, miglioramento sismico, demolizione e ricostruzione sugli edifici privati consultando i bandi dei propri Comuni sugli albi pretori e sui siti web istituzionali. È compito dei Comuni registrare le richieste di contributi dei cittadini per poi trasmetterle alle Regioni, che le inseriscono in una graduatoria di priorità. Le richieste sono ammesse fino a esaurimento dei fondi disponibili.

COSA DEVI SAPERE?

In quale zona vivi

L'Italia è un Paese interamente sismico, ma il suo territorio è classificato in zone a diversa pericolosità. Chi costruisce o modifica la struttura di un'abitazione è tenuto a rispettare le norme sismiche della propria zona, per proteggere la vita di chi ci abita.

Per conoscere la zona sismica in cui vivi e quali sono le norme da rispettare, rivolgiti agli uffici competenti della tua Regione o del tuo Comune.

Sulla base della frequenza e intensità dei terremoti del passato, tutto il territorio italiano è stato classificato in quattro zone sismiche che prevedono, per ogni Comune, l'applicazione di livelli crescenti di protezione per le costruzioni.

Zona 1

È la più pericolosa. In questa zona un fortissimo terremoto è possibile. Per questo motivo, le norme tecniche prevedono regole molto severe sia nella progettazione di nuove costruzioni che nella ristrutturazione di quelle esistenti

Zona 2

In questa zona ci possono essere forti terremoti e il rispetto delle regole assicura che in caso di nuove scosse gli edifici resistano salvaguardando la vita degli occupanti.

Zona 3

I forti terremoti sono meno probabili rispetto alla zona 1 e 2. È importante comunque costruire bene le case

Zona 4

È la zona meno pericolosa. La probabilità che capiti un terremoto è molto bassa. Ma poiché un piccolo scuotimento sismi-

co può capitare ovunque, la robustezza degli edifici pubblici (scuole, ospedali) va controllata.

La classificazione del territorio è iniziata nel 1909, dopo il disastroso terremoto di Reggio Calabria e Messina del 28 dicembre 1908, ed è stata aggiornata numerose volte fino all'attuale, disposta a partire dall'anno 2003 con l'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274. Nel tempo essa potrà subire nuove modifiche ogni volta che il miglioramento delle conoscenze renderà necessario un suo aggiornamento.

L'adozione della classificazione sismica del territorio spetta per legge alle Regioni.

Ciascuna Regione, pertanto, ha classificato il territorio anche introducendo, nel rispetto degli indirizzi nazionali, delle sottozone per meglio tenere conto della effettiva sismicità del territorio di propria competenza. Per questo nella carta della classificazione sismica (vedi cartina a pagina 87) compaiono in alcune regioni zone 2A, 2B, 3A, 3B, ecc.

Per conoscere la zona sismica in cui è classificato il territorio in cui si vive, ci si può quindi rivolgere alla Regione o al Comune.

Nei comuni classificati sismici, chiunque costruisca una nuova abitazione o intervenga su una abitazione esistente, modificando le parti strutturali (muri portanti, solai, travi, pilastri, tetto, fondazioni ecc.) è obbligato a farlo rispettando la normativa antisismica, cioè criteri particolari di progettazione e realizzazione degli edifici.

Ciò è avvenuto già a partire dal 1909, dopo il terremoto calabro-messinese del 1908, quando furono pubblicati i primi elenchi di comuni nei quali per le nuove costruzioni era necessario applicare specifiche norme.

La normativa tecnica per le costruzioni da applicarsi in zona sismica, a partire dal Regio Decreto n. 193 del 18 aprile 1909 contenente le “norme tecniche obbligatorie per le riparazioni, ricostruzioni e nuove costruzioni degli edifici pubblici e privati e l’elenco dei Comuni sottoposti all’osservanza di dette norme”, si è evoluta, per giungere alle più recenti disposizioni.

Il principio sul quale si fonda la normativa vigente è quello di prescrivere norme per le costruzioni tali che un edificio sopporti senza gravi danni i terremoti meno forti e senza crollare i terremoti più forti, salvaguardando prima di tutto le vite umane.

Ciò significa, in altri termini, garantire che un edificio costruito con criteri antisismici non su-

bisca danni significativi per i terremoti che con più frequenza interessano l’area in cui ricade, mentre potrà subire danni, anche gravi, solo per i terremoti di forte intensità (quelli più rari), senza però crollare.

Pur danneggiandosi, un edificio antisismico sarà in grado, quindi, di proteggere la vita di chi lo occupa.

Per garantire che l’edificio sopporti lo scuotimento del terremoto, le attuali Norme tecniche per le costruzioni (DM del 14 gennaio 2008), entrate definitivamente in vigore il 1° luglio 2009, prevedono che per ogni costruzione ci si debba riferire per la definizione dell’azione sismica di cui tenere conto nei calcoli di progetto, a una accelerazione di “sito” (ag) individuata sulla base delle coordinate geografiche dell’area dove si deve realizzare l’opera e in funzione della “vita nominale” dell’opera, cioè del numero di anni durante i quali una struttura deve poter essere usata per lo scopo per cui è stata progettata, generalmente pari o superiore a 50 anni.

Questo valore di pericolosità di base è stato definito e reso disponibile per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di cinque km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali (<http://esse1-gis.mi.lngv.it/>).

La classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del Comune) e il relativo valore di pericolosità attribuito alle zone, dunque, non serve per la progettazione delle opere, ma è utile per la pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti (Regione, Genio Civile, ecc.)



Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della protezione civile
Ufficio rischio sismico e vulcanico

Classificazione sismica al 2012

Recepimento da parte delle Regioni e delle Province autonome dell'Ordinanza PCM 20 marzo 2003, n. 3274.

Atti di recepimento al 31 marzo 2010. Abruzzo: DGR 29/3/03, n. 438. Basilicata: DCR 19/11/03, n. 731. Calabria: DGR 10/2/04, n. 47. Campania: DGR 7/11/02, n. 5447. Emilia Romagna: DGR 21/7/03, n. 1435. Friuli Venezia Giulia: DGR 6/5/2010, n. 845. Lazio: DGR 22/5/09, n. 387. Liguria: DGR 24/10/06, n. 1308. Lombardia: DGR 7/11/03, n. 14964. Marche: DGR 29/7/03, n. 1046. Molise: LR 20/5/04, n. 13. Piemonte: DGR 19/01/10, n. 13058-790. Puglia: DGR 2/3/04, n. 153. Sardegna: DGR 30/3/04, n. 15/31. Sicilia: DGR 19/12/03, n. 408. Toscana: DGR 16/6/03, n. 604. Trentino Alto Adige: Bolzano, DGP 6/11/06, n. 4047; Trento, DGP 23/10/03, n. 2813. Umbria: DGR 18/6/03, n. 852. Veneto: DCR 3/12/03, n. 67. Valle d'Aosta: DGR 30/12/03, n. 5130.



Per il cittadino sapere la zona sismica in cui ricade il Comune dove abita è un'informazione utile a comprendere il livello di pericolosità sismica dell'area, ossia la possibilità che possa essere interessata da terremoti e la loro forza. Spetta ai tecnici esperti (ingegneri strutturisti), nel rispet-

to delle norme tecniche per le costruzioni e delle rispettive competenze, occuparsi della progettazione corretta delle strutture di nuovi edifici o della realizzazione di interventi sulle strutture di un edificio esistente per renderlo più sicuro in caso di terremoto.

LA SICUREZZA DELLA TUA CASA

È importante sapere quando e come è stata costruita la tua casa, su quale tipo di terreno, con quali materiali. E soprattutto se è stata successivamente modificata rispettando le norme sismiche.

Se hai qualche dubbio o se vuoi saperne di più, puoi rivolgerti all'ufficio tecnico del tuo Comune oppure a un tecnico esperto.

La classificazione sismica del territorio e l'applicazione di norme e regole per le costruzioni, non ha ridotto ancora in modo significativo l'entità del rischio sismico in Italia. Il limite fondamentale della prevenzione affidata alla sola applicazione del binomio classificazione sismica - normativa è dato dalla presenza in Italia di un consistente patrimonio edilizio storico, che caratterizza gran parte dei centri abitati e che spesso si presenta degradato e più vulnerabile, senza contare il patrimonio edilizio abusivo, spesso concentrato proprio dove maggiore è il livello di pericolosità, che non offre certamente garanzie di resistenza alle azioni sismiche.

Il problema è, dunque, avviare il recupero di questa edilizia in chiave antisismica, recupero che richiede la partecipazione diretta del cittadino, consapevole delle caratteristiche di

sismicità e del livello di rischio del territorio in cui vive. Questo modello culturale nuovo nei confronti del terremoto si deve tradurre in una crescita della responsabilità individuale, condizione indispensabile per una efficace azione di prevenzione.

È importante saperne di più sulla propria abitazione, conoscendo innanzitutto se l'edificio in cui l'abitazione è ubicata è stato progettato o meno considerando norme antisismiche.

A tale scopo il confronto tra l'epoca di costruzione dell'immobile con l'anno di prima classificazione sismica del comune è un efficace indicatore.

Questo parametro però non è esaustivo in merito alla sicurezza del proprio immobile rispetto all'eventuale verificarsi di

eventi sismici. Pertanto, qualora il cittadino abbia dei dubbi o voglia conoscere l'effettivo livello di sicurezza del proprio edificio, è sempre importante che si rivolga a un tecnico specializzato in costru-

zioni in zona sismica. Solo tecnici esperti di questa materia possono dare un giudizio sulla qualità delle costruzioni e sulle caratteristiche di resistenza di un edificio alle azioni sismiche.

COSA DEVI FARE PER LA TUA SICUREZZA?

Con il consiglio di un tecnico

A volte basta rinforzare i muri portanti o migliorare i collegamenti fra pareti e solai: per fare la scelta giusta, fatti consigliare da un tecnico esperto.

I problemi che si notano sugli edifici esistenti possono essere evitati o ridotti adeguatamente, per quelli nuovi, già in fase di progettazione.

Realizzare edifici nuovi “poco” vulnerabili (anche se l’invulnerabilità è un mito) è abbastanza semplice e non comporta costi elevati: basta rispettare poche regole contenute già nelle norme tecniche per le costruzioni in zona sismica.

Tuttavia, tenuto conto delle caratteristiche del patrimonio edilizio italiano, in cui sono presenti molti edifici antichi ma soprattutto vecchi, molti dei quali costruiti senza regole antisismiche negli anni '50, '60 e '70 e, dunque, anche piuttosto “stanchi”, possiamo dire che la vera sfida che abbiamo davanti per la riduzione del rischio sismico è la messa in sicurezza degli edifici esistenti, pubblici e privati.

Le costruzioni realizzate dopo l’entrata in vigore della classificazione sismica e quindi soggette al rispetto delle norme è molto probabile che siano sismicamente protette, che siano state costruite, cioè, nel rispetto delle norme, in vigore già dal 1909 per alcune zone d’Italia.

Ciò non toglie che, in assenza di controlli o a seguito di ristrutturazioni irregolari, le caratteristiche di resistenza della costruzione possono essere venute meno.

Quindi, in tutti i casi, per fare la scelta giusta è importante affidarsi a un tecnico esperto, sia per una valutazione delle caratteristiche dell’edificio sia per farsi consigliare su eventuali interventi, che in molti casi possono essere anche semplici e poco costosi. Molto importante è rivolgersi a professionisti che siano esperti di ingegneria sismica.



Figura 1. Esempio di rafforzamento di nodi strutturali

Nel campo delle costruzioni ciò spesso non accade, contrariamente a quanto accade in ambito sanitario: si cerca sempre un bravo medico ma nessuna persona di buon senso si sognerebbe, avendo problemi a un ginocchio, di andare da un dermatologo invece che da un ortopedico.

Operare su edifici esistenti significa anzitutto valutarne la vulnerabilità sismica attuale. Tale operazione di diagnosi è spesso sottovalutata o, anche in questo caso, affidata a mani poco esperte. Mentre nessuno di noi si sognerebbe di fare anche una banale otturazione a un dente senza essersi prima sottoposti a radiografie e altre analisi, nel valutare la sicurezza della propria casa questo in genere non accade: le indagini vengono viste come un fastidio

che si cerca di evitare o limitare al massimo. Al contrario, le indagini e la conseguente valutazione della vulnerabilità sono fondamentali per capire quali siano le cause che determinano la debolezza dell'edificio e, di conseguenza, cosa si può fare per ridurla individuando quello che è realmente necessario. Ciò eviterà sia di fare meno di quanto è necessario per salvaguardare la nostra vita e quella della nostra famiglia, sia più del necessario per salvaguardare il nostro "portafoglio".

Ad esempio, per gli edifici in muratura, molto diffusi nei centri storici e nelle zone rurali, se il materiale delle pareti è di cattiva qualità, bisogna intervenire per migliorare tale qualità ma, qualora anche i solai non siano idonei (ad es. solai con volte o in legno privi di manuten-

zione), senza intervenire anche su di essi non si riuscirebbe a ridurre significativamente la vulnerabilità. Per gli edifici con struttura in cemento armato, ossia i grandi fabbricati molto diffusi nelle zone urbane più recenti, è importante guardare alla qualità dei materiali (calcestruzzo e acciaio), ai particolari costruttivi (ad es. come sono disposte le barre di acciaio all'interno di pilastri e travi), e alle caratteristiche generali della struttura (forma regolare o irregolare, presenza e posizione delle tamponature esterne ecc.).

Gli interventi che si possono fare per ridurre la vulnerabilità sono tanti e di tipo diverso in termini di obiettivo, tecnica e tecnologia. Per quanto riguarda l'obiettivo, la riduzione della vulnerabilità può essere "totale" o parziale:

- interventi di adeguamento sismico finalizzato a dare all'edificio lo stesso livello di sicurezza previsto per gli edifici nuovi dalle norme tecniche vigenti
- interventi di miglioramento sismico finalizzati ad aumentare complessivamente la sicurezza strutturale esistente, pur senza necessariamente raggiungere i livelli richiesti dalle norme vigenti
- riparazioni o interventi locali di rafforzamento che interessino elementi isolati, e che comunque comportino un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti.

Per quanto riguarda il tipo di intervento, le possibilità sono numerose. Ecco alcune indicazioni tratte dalle attuali norme tecniche italiane:

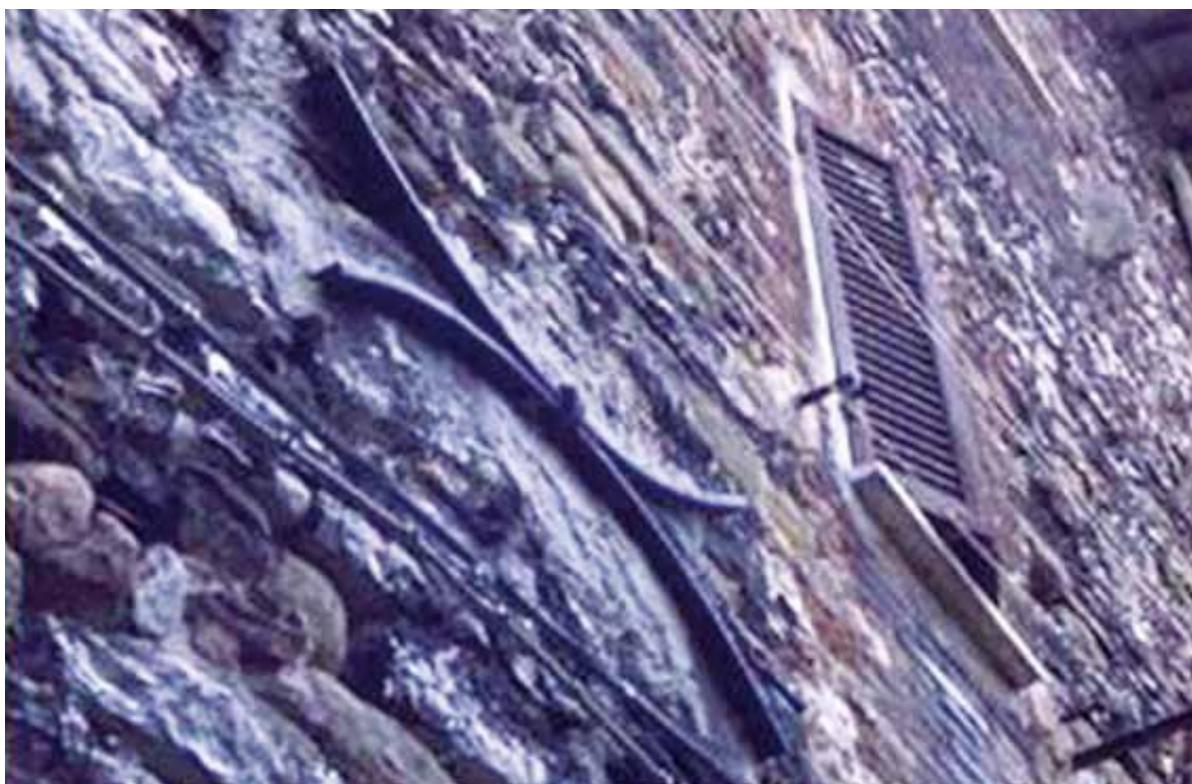
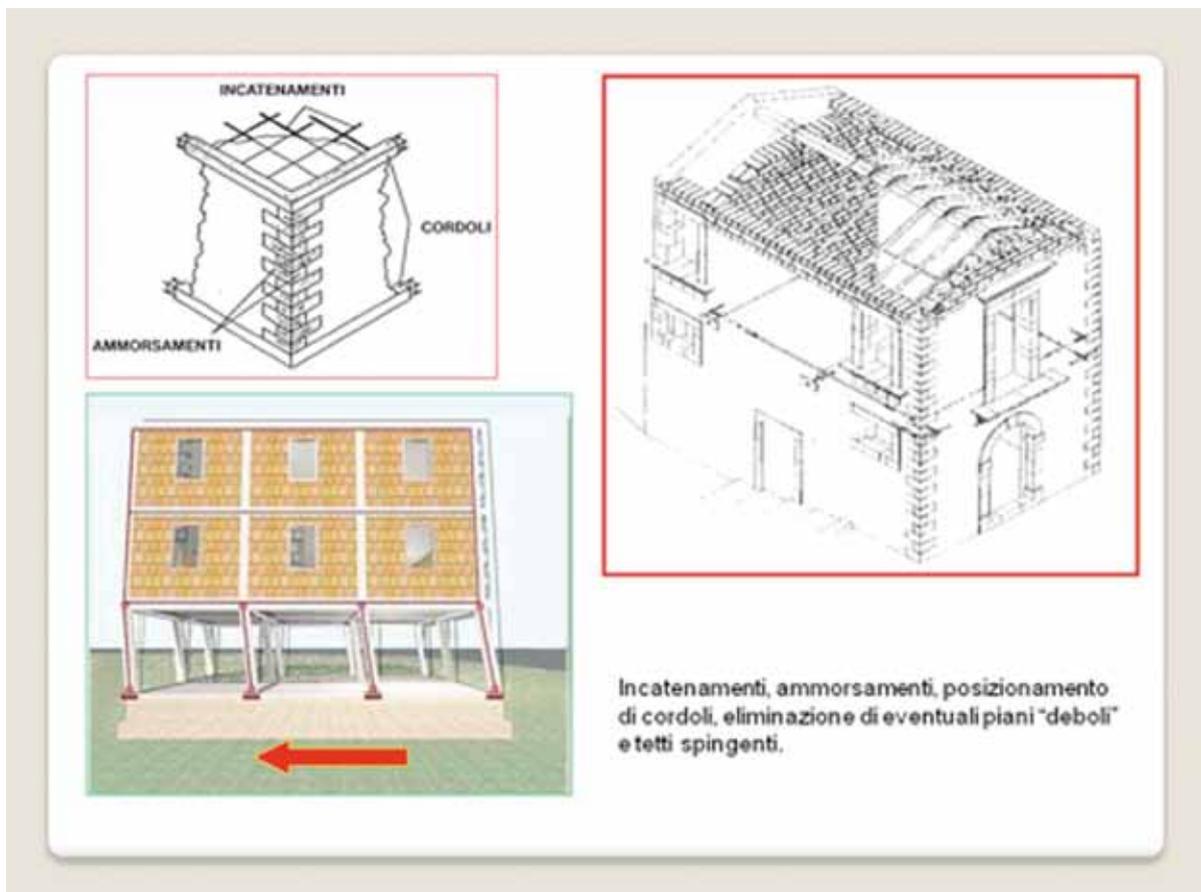


Figura 2. Esempio di edificio in muratura con incatenamenti

- rinforzo di alcune parti della struttura (pilastri, travi ecc.)
- aggiunta di nuovi elementi resistenti come, ad esempio, pareti in c.a. o elementi diagonali (controventi) in acciaio
- saldatura o ampliamento degli spazi di separazione insufficienti tra edifici adiacenti o inserimento di materiali atti ad attenuare gli urti
- eliminazione di eventuali piani “deboli” come il piano terra aperto e privo di pareti di tamponatura attraverso la modifica o l’inserimento di nuovi elementi strutturali
- trasformazione di elementi non strutturali, come la tamponature in laterizio, in elementi strutturali, ad esempio inserendo una incamiciatura in c.a.
- riduzione delle masse, ad esempio eliminando una copertura pesante e sostituendola con materiali leggeri come il legno
- limitazione o cambiamento della destinazione d’uso dell’edificio
- demolizione parziale
- introduzione di una protezione passiva mediante strutture di controvento dissipative e/o isolamento alla base.

Gli interventi devono ottenere il risultato di far crescere il rapporto tra la resistenza sismica dell’edificio (capacità) e l’azione del terremoto (domanda): gli interventi da 1. a 5. mirano essenzialmente a far crescere la capacità, quelli da 6. a 8. a far diminuire la domanda, l’intervento tipo 9. opera su entrambi i fattori.



Come si vede si tratta di soluzioni tecniche diverse, da affidare a professionisti esperti che possano garantirne una applicazione

“intelligente” in modo da ottenere il migliore risultato possibile in termini di efficacia tecnica e di efficienza economica.

COSA DEVI FARE PER LA TUA SICUREZZA?

Da solo, fin da subito:

- Allontana mobili pesanti da letti o divani
- Fissa alle pareti scaffali, librerie e altri mobili alti; appendi quadri e specchi con ganci chiusi, che impediscano loro di staccarsi dalla parete
- Metti gli oggetti pesanti sui ripiani bassi delle scaffalature; su quelli alti, puoi fissare gli oggetti con del nastro biadesivo
- In cucina, utilizza un fermo per l'apertura degli sportelli dei mobili dove sono contenuti piatti e bicchieri, in modo che non si aprano durante la scossa
- Impara dove sono e come si chiudono i rubinetti di gas, acqua e l'interruttore generale della luce
- Individua i punti sicuri dell'abitazione, dove ripararti in caso di terremoto: i vani delle porte, gli angoli delle pareti, sotto il tavolo o il letto
- Tieni in casa una cassetta di pronto soccorso, una torcia elettrica, una radio a pile, verificane periodicamente l'efficienza e assicurati che ognuno sappia dove sono
- Informati se esiste e cosa prevede il Piano di protezione civile del tuo Comune: se non c'è, pretendi che sia predisposto, così da sapere come comportarti in caso di emergenza.
- Elimina infine tutte le situazioni che, in caso di terremoto, possono rappresentare un pericolo per te o i tuoi familiari.

Non tutti gli interventi che aumentano la sicurezza all'interno della casa in cui abitiamo richiedono il coinvolgimento di un tecnico o hanno bisogno di tempi lunghi di realizzazione e costi economici.

Il primo passo è guardarsi intorno e identificare nella nostra abitazione tutto ciò che in caso di terremoto può trasformarsi in un pericolo. La maggioranza delle persone pensa che le vittime di un terremoto siano provocate dal crollo degli edifici.

In realtà, molte delle vittime sono ferite da oggetti che si rompono o cadono su di loro, come televisori, quadri, specchi, controsoffitti. Alcuni accorgimenti poco costosi e semplici possono rendere più sicura la nostra casa.

Ad esempio, leggi le indicazioni riportate nel box “Cosa devi fare per la tua sicurezza?” che sono contenute nel pieghevole di lo non rischio Terremoto.

PER SAPERNE DI PIÙ

- ReLUIIS - Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica
<http://www.reluis.it>
- Eucentre - Centro Europeo di Formazione e Ricerca in Ingegneria Sismica
<http://www.eucentre.it>
- Prevenzione
http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/attivita_sismico.wp?pagtab=2#pag-contentINR-Manuale-2014.docx
- Piano nazionale per la prevenzione del rischio sismico
http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/piano_nazionale_art_11.wp
- Microzonazione sismica
<http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/microzonazione.wp>
- Classificazione sismica
<http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/classificazione.wp>
- Normativa antisismica
http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/leg_rischio_sismico.wp
- Cosa fare
http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/cosa_fare_sismico.wp



▶ **GLI ASPETTI PSICOSOCIALI: L'ALTRA FACCIA DEL TERREMOTO** a cura di Massimo

Crescimbene e Federica La Longa

Il terremoto non è esclusivamente un fenomeno geofisico ma anche un evento psicosociale ed economico in considerazione degli effetti che può produrre in una comunità.

Per questo il terremoto è studiato, oltre che dalla geofisica, dall'economia e dalle scienze sociali e umanistiche. Tra gli argomenti che meritano una trattazione ci sono sicuramente: le emozioni; la percezione del rischio; la comunicazione e i rumors; le relazioni, il gruppo, la comunità e la rete sociale

TERREMOTO ED EMOZIONI

Perché è importante parlare di “effetti psicologici del terremoto” in un corso sulla riduzione del rischio sismico?

Perché riteniamo che conoscere le emozioni e acquisire strumenti per padroneggiarle, prima che si verifichi un evento, possa fortemente influenzare la percezione, la preparazione, le scelte e i comportamenti per la riduzione del rischio sismico.

Storicamente il primo a mettere in relazione i due elementi è Seneca, che con grande intuizione pone in luce alcuni aspetti chiave del rapporto, inversamente proporzionale, tra la mancanza di conoscenza di un fenomeno “naturale” e l'amplificazione della paura.

In Italia è la sequenza sismica dell'Umbria Marche nel 1997-98 che, per la prima volta, pone il problema degli “effetti emotivi prodotti da un terremoto”. In particolare, è la durata della sequenza, 9mila scosse protratte per sei

mesi, che porta gli operatori dell'emergenza a porre attenzione all'insorgere di disagi psicologici nelle popolazioni colpite e ad attivare un servizio di supporto psicologico.

I livelli di prevenzione e le azioni che si possono intraprendere per provare a ridurre il disagio psicologico causato da un terremoto, possono essere diversificati in funzione di momenti diversi. Gli interventi di sostegno psicologico, successivi all'evento sismico rappresentano un'azione di prevenzione secondaria, ovvero offrono una “cura” per le persone che sono state colpite dalla reazione acuta da stress, e così facendo mirano a evitare che questa si trasformi in un disturbo più strutturato come il cosiddetto disturbo post-traumatico da stress (PTSD).

Ma esiste un secondo livello di intervento, la prevenzione primaria, che consiste nel mettere le persone in condizioni di conoscere le proprie emozioni e saper controllare gli effetti che queste hanno sul comportamento e sulla salute psicologica prima che l'evento sismico si verifichi.

CONOSCERE LE NOSTRE EMOZIONI

Le emozioni ci aiutano a capire meglio ciò che ci succede, danno importanti informazioni su noi stessi, sugli altri e su noi insieme agli altri. Avere consapevolezza delle proprie emozioni è utile per uno sviluppo adeguato della personalità e per favorire il benessere psicofisico. Inoltre riconoscere le emozioni è importante per poterle esprimere nel modo giusto e per controllarle quando serve. Soltanto co-

noscendo noi stessi possiamo comprendere le reazioni degli altri. Le emozioni non sono semplici risposte agli stimoli situazionali, ma rispecchiano le implicazioni personali di un individuo, le sue conoscenze e la sua passata esperienza.

Il termine “emozione” ha origine da “emotus”, participio passato di “emovere” che, letteralmente, significa “muovere da, allontanare” e anche “scuotere, sconvolgere”. La sensazione di essere mossi da ciò che si prova e che sembra provenire dal nostro interno è una caratteristica fondamentale dell’esperienza emotiva.

Tutti proviamo ogni giorno emozioni, ma anche sensazioni e sentimenti. Cosa differenzia le une dalle altre? Le sensazioni sono stimoli che partono dall’ambiente, hanno effetto immediato su ogni persona, hanno una durata breve, un’intensità media, sono involontarie e strettamente connesse con i nostri sensi (ad es. un ventilatore acceso provoca la sensazione di fresco, il sole forte la sensazione di caldo ecc.).

Le emozioni sono reazioni intense, improvvise, di breve durata, causate da uno stimolo ambientale (interno o esterno), che provocano cambiamenti sulla persona a tre livelli:

- fisiologico: modificazioni riguardanti la respirazione, la pressione arteriosa, il battito cardiaco, la circolazione, la digestione ecc.
- comportamentale: cambiano le espressioni facciali, la postura, il tono della voce e le reazioni (ad es. attacco o fuga)
- psicologico: cambia ciò che sentiamo e proviamo personalmente, si modifica il controllo di se stessi (ad es. paura, imbarazzo, tristezza, spavento).

I sentimenti invece si riferiscono alla capacità di provare sensazioni ed emozioni in maniera consapevole. I sentimenti riguardano la coscienza delle proprie azioni, del proprio essere e dell’altro (ad es. amicizia, amore), si riferiscono a una o a più persone (o animali), sono meno intensi delle emozioni, durano più a lungo nel tempo.

Al momento non c’è accordo su quali e quante siano le emozioni e ci sono tanti sistemi per classificare e dividere le emozioni. Un sistema di classificazione tra i più famosi è quello che divide le emozioni in primarie e secondarie. Le emozioni fondamentali hanno espressioni facciali uguali in tutto il mondo, oltre le differenze personali e culturali, e sono: rabbia, disgusto, paura, tristezza, gioia, sorpresa. Secondo questa classificazione sono considerate, in generale, la base di tutta la vita umana ma possono aumentare la loro intensità, cioè andare da un minimo a un massimo, proprio come la

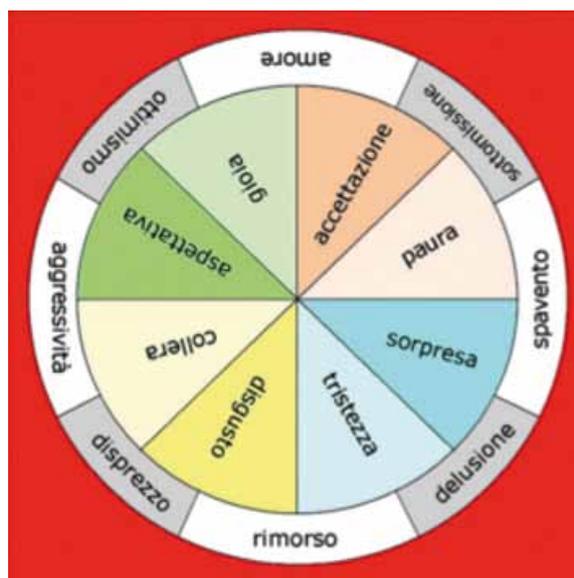


Figura 1. Le emozioni primarie secondo P. Ekman e altri autori

temperatura misurata da un termometro. Con il variare della intensità l'emozione che proviamo può cambiare nome, ma si tratta sempre della stessa emozione.

Ad esempio proviamo rabbia, ma con quale intensità?

Se è poca saremo solo infastiditi, se è abbastanza saremo irritati, se è molta saremo arrabbiati e se è moltissima saremo furiosi.

Ma cosa succede alle nostre emozioni quando si verifica un terremoto?

Riprendendo l'esempio del termometro e della intensità, dopo un forte terremoto, è come se tutte le nostre emozioni si presentassero a un livello massimo di intensità.

Le calamità sono eventi che travalicano l'ambito dell'esperienza umana normale e che, dal punto di vista psicologico, sono abbastanza traumatici da indurre stress in chiunque. È facile immaginare che essere travolti da un evento di questo tipo sia un'esperienza che mette a dura prova le nostre capacità di adattamento e la nostra salute psicologica. È bene tenere presente però, che le reazioni da stress durante e dopo un terremoto vengono considerate una reazione normale a eventi non normali.

Quali risorse abbiamo a disposizione per gestire le emozioni durante e dopo un'emergenza sismica? Il terremoto coinvolge emotivamente tutti. È importante ricordare sempre che dopo un evento sismico ciò che è necessario non è evitare di sentire o provare emozioni, quanto piuttosto affrontarle e imparare a fronteggiarle. Benché le reazioni di stress possano apparire estreme e possano provocare sofferenza, generalmente non diventano problemi cronici.

La maggioranza delle persone si riprende pienamente da una reazione di stress di intensità moderata in un arco di tempo compreso fra sei e 16 mesi. Generalmente, se incoraggiate, le persone hanno a disposizione tutte le risorse necessarie per affrontare le emozioni, una tra le più efficaci sta nella condivisione delle emozioni con gli altri, nell'affrontare la situazione di emergenza creando delle reti di sostegno reciproco basate sull'ascolto all'interno delle stesse comunità. Nelle grandi emergenze si ritiene che il 5% della popolazione colpita fa ricorso a un trattamento specialistico condotto da specialisti.

LA PERCEZIONE DEL RISCHIO

Contrariamente a quanto siamo abituati a pensare, il rischio non è un dato oggettivo ma è fortemente influenzato dalla nostra percezione. Questo fa sì che e a volte la percezione si può distanziare anche significativamente dal rischio reale (Figura 2).

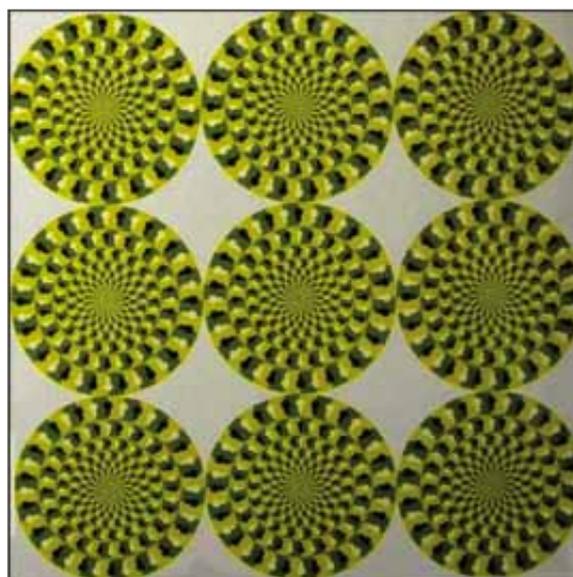


Figura 2. I cerchi in figura sono percepiti in movimento rotatorio, ma nella realtà non si muovono affatto.

Studiare la percezione del rischio sismico ci aiuta a capire come le persone “vedono” il rischio e a costruire campagne informative e interventi educativi più efficaci e mirati.

Ci sono due approcci principali che studiano la percezione del rischio: l’approccio realistico e l’approccio costruttivista. L’approccio realistico si basa sull’assunto che la percezione è più vicina al rischio reale quanto più quest’ultimo è conosciuto. L’approccio costruttivista ritiene che la percezione sia influenzata oltre che dalla conoscenza del rischio anche da altri fattori: sociali, religiosi, economici, storici, emotivi ecc.

Di seguito riportiamo un esempio di test utilizzato per “misurare” la percezione del rischio. *Terremototest* è costruito prendendo in considerazione i fattori che compongono il rischio sismico: pericolosità, valore esposto e vulnerabilità e per ciascuno di questi fattori consente

di ricavare il punteggio della sua percezione. Altre parti del test riguardano la percezione del rischio in generale e comprendono variabili relative agli aspetti culturali, religiosi, emotivi ecc.

Nell’esempio riportato in Tabella 1, la percezione della pericolosità sismica viene confrontata con la pericolosità sismica che la scienza assegna al comune del compilatore del test, ottenuta in base ai terremoti che lo hanno effettivamente colpito nei secoli passati e quelli che, in base a studi geologici e geofisici, lo possono colpire.

Se il valore della pericolosità percepita è più basso rispetto al valore della pericolosità sismica da normativa del territorio del compilatore del test, questo significa che la sua percezione della pericolosità è sottostimata rispetto alla pericolosità sismica che viene indicata dalla scienza per il tuo territorio.

Tabella 1. Confronto tra la pericolosità “da normativa” e la pericolosità percepita calcolata dal test sulla percezione del rischio sismico terremototest.

	PERICOLOSITÀ MOLTO ELEVATA	PERICOLOSITÀ ALTA	PERICOLOSITÀ MEDIA	PERICOLOSITÀ BASSA
PERICOLOSITÀ DA NORMATIVA	1	2	3	4
PERICOLOSITÀ PERCEPITA	1	2	3	4

LA COMUNICAZIONE E I RUMORS

L’occorrenza di una situazione di emergenza o il suo possibile verificarsi genera una grande attenzione sociale sul tema del rischio. In queste situazioni l’informazione e la comunicazione influiscono in modo rilevante sulla capacità

delle singole persone e delle comunità coinvolte nell’affrontare la situazione di emergenza reale o presunta.

È proprio in queste situazioni di forte apprensione sociale che le voci, le dicerie, i si dice, le false notizie, con una parola i rumors, si gene-

rano, proliferano e si diffondono con maggiore forza e rapidità.

Per questo i rumors sono di forte interesse per le istituzioni e le autorità coinvolte in una emergenza e contribuiscono non poco ad alimentare lo stato di ansia sociale.

Non a caso il primo studio scientifico sui rumors è stato condotto dalle università degli USA durante la seconda guerra mondiale, su specifica richiesta degli organismi di governo, che si occupavano di coordinare e gestire l'entrata in guerra degli Stati Uniti (Figura 3).

Riprendendo questi studi, durante l'ultimo terremoto in Pianura Padana del 2012, alcuni ricercatori dell'Ingv hanno avviato una campagna di raccolta dei rumors, con lo scopo di catalogarli, assegnargli una forza e trovare delle appropriate misure per contrastarli. La forza del rumor è stata calcolata in base alla attendibilità della fonte, al grado di diffusione e al livello di fiducia attribuito al rumor. Questo ha

consentito di stilare una vera e propria classifica dei rumors sulla base della loro categoria e forza (Figura 4).

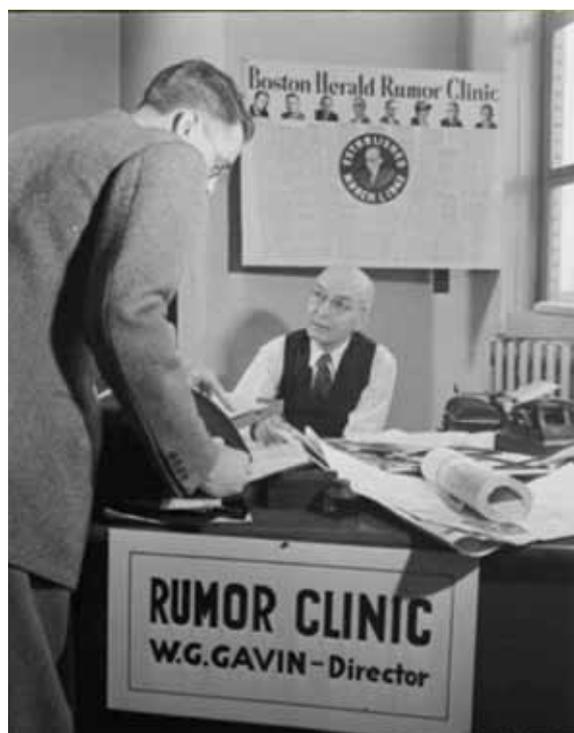


Figura 3. Le rumor clinic negli USA nel 1939. Fonte: LIFE

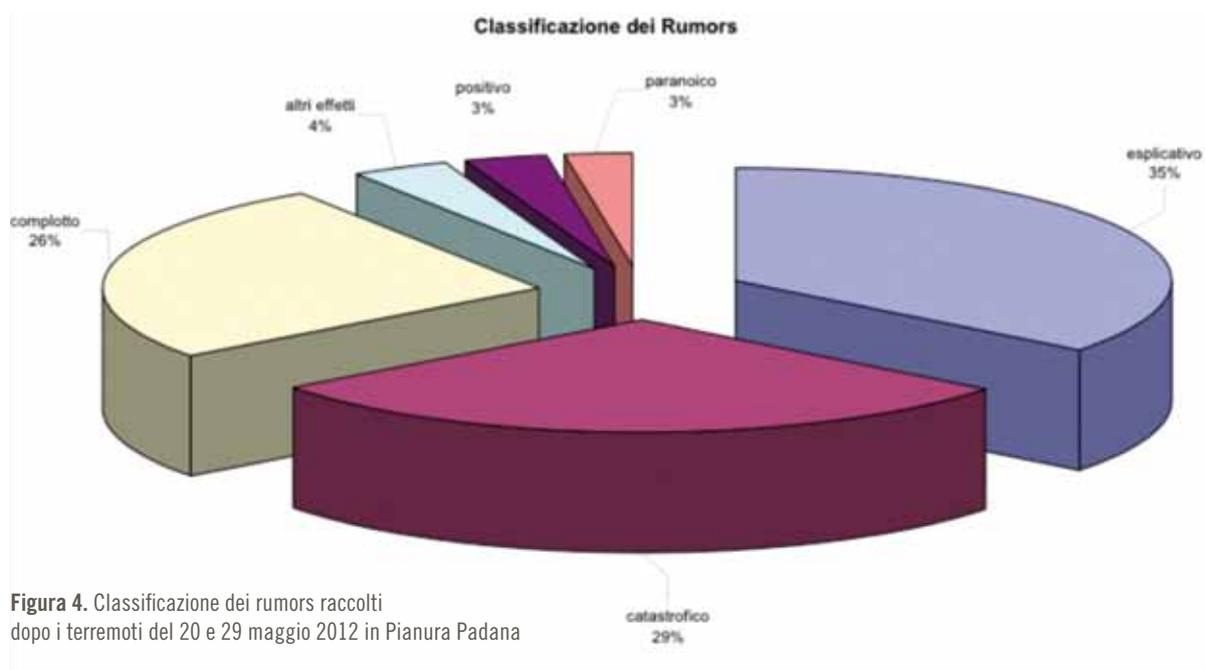


Figura 4. Classificazione dei rumors raccolti dopo i terremoti del 20 e 29 maggio 2012 in Pianura Padana

Le azioni di contrasto ai rumors sono state costruite allo scopo di cercare di aumentare la sensibilità critica della popolazione coinvolta. In questo specifico esempio l'obiettivo di sviluppare la sensibilità critica è stato perseguito attraverso una serie di azioni concordate con le istituzioni coinvolte nell'emergenza. Su iniziativa del Dpc della Regione Emilia-Romagna, dell'Ingv e di ReLUIS è stata avviata una campagna di informazione rivolta alla popolazione e a tutti i Comuni colpiti dal terremoto denominata "Terremoto parliamone insieme". La campagna prevedeva numerosi incontri con la popolazione e alcuni interventi dedicati alle scuole alle Ausl - Aziende Unità Sanitarie Locali. Gran parte del lavoro di preparazione agli incontri, oltre a vertere sui principali contenuti della campagna, sismologia, ingegneria strutturale, psicologia dell'emergenza, riguardava proprio i rumors e le strategie per contrastarli. Prima di ogni incontro si effettuava una riunione dove i rumors più frequenti della zona venivano analizzati criticamente e dalla loro analisi scaturivano le risposte da trasmettere alla popolazione. In generale le risposte concordate miravano a favorire e a promuovere un sano scetticismo e lo sviluppo di un senso critico attraverso:

- la promozione di una azione divulgativa sulla sismologia e sugli aspetti psico-educativi che influenzano i rumors stessi (emozioni, stato d'ansia collettiva, incertezza sul futuro, meccanismi di psicologia sociale come il conformismo)
- il suggerimento alle persone di non prendere per vere le informazioni dei media tradizionali e dei new media, verificando sempre le fonti da cui provengono le notizie

- l'indicazione a non considerare autorevole a priori nessuna fonte (comprese le istituzioni coinvolte nella campagna informativa).

Un ruolo chiave nella riuscita della campagna di contrasto ai rumors è stato il contatto diretto con la popolazione e con i Comuni colpiti che ha permesso di costruire una relazione di fiducia e di dialogo con i cittadini favorendo lo sviluppo del loro senso critico.

RELAZIONI INTERPERSONALI, GRUPPI E COMUNITÀ

Un terremoto è un disastro che sconvolge l'animo di un individuo e l'ordinamento sociale di una comunità. Anche se attualmente le spiegazioni scientifiche sono alla base della comprensione di un evento naturale come il terremoto, la ricerca sui disastri non può escludere approcci di tipo psicologico, sociologico e antropologico. Secondo alcuni studiosi il disastro si compone di una dimensione tangibile e di una dimensione sociale, poiché esso avviene all'interno di un particolare periodo storico e in uno specifico contesto sociale e culturale. L'accento sui bisogni psicosociali delle popolazioni colpite da calamità è un concetto recente nella comprensione dei disastri. La nozione, che le calamità costituiscono un rischio per la salute mentale, è divenuta parte della costruzione sociale del disastro negli Stati Uniti solo negli anni '70 e in Italia solo al termine degli anni '90 con il terremoto dell'Umbria e delle Marche.

A supporto della necessità di affrontare anche il lato umano delle conseguenze di un disastro, o dell'esposizione a un rischio è nata la psicologia dell'emergenza, ovvero il filone di

ricerca pratica e di applicazione delle conoscenze psicologiche nei contesti di emergenza. Anch'essa sostiene la necessità di approcciarsi al problema ampliando lo sguardo alla complessità del sistema:

«Lo studio del comportamento umano nelle situazioni di emergenza non può prescindere dal contesto socioambientale in cui le persone sono inserite, dalle relazioni interpersonali, dalle caratteristiche delle comunità in cui si vive, dalle posizioni occupate nelle famiglie o nelle organizzazioni e, infine, dai significati socialmente attribuiti all'evento avverso.»²

La psicologia dell'emergenza per essere efficace sui grandi numeri dovrebbe lavorare principalmente sulla dimensione del gruppo e della comunità colpita dall'evento, con degli interventi rivolti il più possibile a favorire il ripristino delle strutture e della rete sociale locale. In quest'ottica il gruppo e la famiglia sono le unità di base sulle quali si

dovrebbe lavorare per ripristinare e possibilmente non peggiorare la situazione pre-evento.

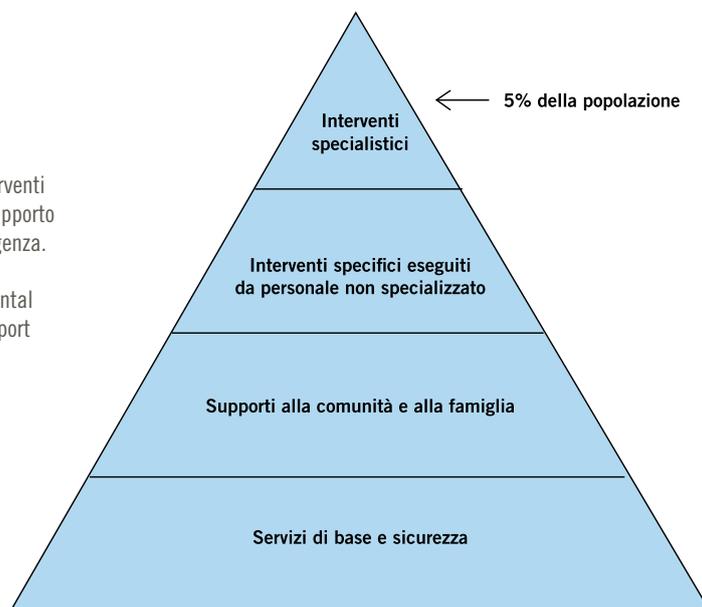
Le linee guida degli interventi psicosociali in emergenza sono state sancite dalla *IASC - Inter Agency Standing Committee* e sono:

- Diritti umani ed equità
- Partecipazione
- Non fare del male
- Costruire sulle risorse e le capacità utilizzabili
- Sistema di supporto integrato
- Supporti multi-strati

È da sottolineare che la dimensione dell'intervento psicosociale è rivolta principalmente al gruppo e alle famiglie e si svolge a livello individuale esclusivamente agli ultimi due livelli della piramide (Figura 5), dove però solo a livello applicativo gli interventi sono eseguiti da specialisti.

L'IASC identifica inoltre delle cose da fare e delle cose da non fare in un intervento di supporto psicosociale.

Figura 5. Piramide degli interventi per la salute mentale ed il supporto psicosociale in caso di emergenza. IASC - Inter Agency Standing Committee, Guidelines on Mental Health and Psychosocial Support in Emergency Settings.



(2) L. Pietrantoni, G.Prati - Psicologia dell'Emergenza, vedi Per saperne di più

COSE DA FARE	COSE DA NON FARE
Stabilire un gruppo di coordinamento generale sulla salute mentale e il supporto psicosociale.	Non creare gruppi separati sulla salute mentale o sul supporto psicosociale che non si parlano o non sono coordinati tra loro.
Raccogliere e analizzare le informazioni per determinare se una risposta è necessaria e, in caso affermativo, che tipo di risposta.	Non considerare le valutazioni di precedenti esperienze o accettare i dati preliminari in modo acritico.
Definire degli strumenti di valutazione “su misura” per il contesto locale.	Non utilizzare strumenti di valutazione non convalidati a livello locale.
Riconoscere che le persone possono essere colpite in modi diversi. Le persone più resilienti possono stare bene, mentre altre persone possono avere dei problemi e possono avere necessità di un supporto specializzato.	Non dare per scontato che tutti in caso di emergenza sono traumatizzati, o che le persone che appaiono resilienti non hanno bisogno di sostegno.
Potenziare le capacità locali, sostenendo l’auto-aiuto e il rafforzamento delle risorse già presenti nei gruppi colpiti.	Non organizzare supporti che minano o ignorano le responsabilità locali e le loro capacità.
Facilitare lo sviluppo dei programmi gestiti ed eseguiti dalla comunità colpita.	Non utilizzare un modello caritatevole che tratta le persone della comunità colpita principalmente come beneficiari di servizi.

PER SAPERNE DI PIÙ

Emozioni

- Paul Ekman, *Te lo Leggo in Faccia. Riconoscere le emozioni anche quando sono nascoste.* Amrita Edizioni, 2010.
- Daniel Goleman, *Intelligenza emotiva.* BUR Biblioteca Univ. Rizzoli, 1999.

Percezione del rischio

- Lupton D. *Il rischio. Percezione, simboli, culture.* Universale Paperbacks il Mulino, 2003.
- Savadori, L. e Rumiati, R. *Nuovi Rischi e Vecchie Paure.* Bologna: Il Mulino, 2005.
- www.terremototest.it

Rumors

- Cass R. Sunstein, *Voci gossip e false dicerie,* Feltrinelli, 2010.
- Allport, G., and L. Postman. *The Psychology of Rumor,* New York, Henry Holt, 1947. (in inglese).
- <http://www.snopes.com>

Relazioni interpersonali, gruppi e comunità

- L. Pietrantoni, G. Prati - *Psicologia dell’Emergenza -* Bologna, il Mulino, 2009.
- Inter-Agency Standing Committee (IASC) (2007). *IASC Guidelines on Mental Health and Psychosocial Support in Emergency Settings.* Geneva: IASC. (in inglese).

PARTE TERZA

IO NON
 **RISCHIO**
maremoto

CHE COS'È UN MAREMOTO?

Il maremoto, in giapponese tsunami, è una serie di onde marine prodotte dal rapido spostamento di una grande massa d'acqua. In mare aperto le onde si propagano molto velocemente percorrendo grandi distanze, con altezze quasi impercettibili (anche inferiori al metro), ma con lunghezze d'onda (distanza tra un'onda e la successiva) che possono raggiungere alcune decine di chilometri. Avvicinandosi alla costa, la velocità dell'onda diminuisce mentre la sua altezza aumenta rapidamente, anche di decine di metri. La prima onda può non essere la più grande e tra l'arrivo di un'onda e la successiva possono passare diversi minuti.

Le onde di maremoto si distinguono dalle comuni onde del mare per alcune caratteristiche.

Le comuni onde marine, prodotte dal vento, muovono solo la parte più superficiale dell'acqua, non provocando alcun movimento in profondità. Le onde di maremoto, invece, muovono tutta la colonna d'acqua, dal fondale alla superficie. Per questo, a differenza delle altre onde, hanno una forte energia capace di spingerle a gran velocità per molte centinaia di metri nell'entroterra e il loro impatto sulla costa è, quindi, molto più forte.



Figura 1. Le onde prodotte dal vento muovono solamente la parte superficiale dell'acqua

L'onda di maremoto può presentarsi come un muro d'acqua che si abbatte sulla costa provocando un'inondazione, oppure come un rapido

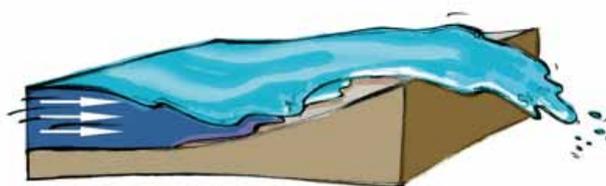


Figura 2. Le onde di maremoto muovono tutta la colonna d'acqua, dal fondale alla superficie

innalzamento del livello del mare, simile a una marea che cresce rapidamente. A volte l'onda può essere preceduta da un temporaneo e insolito ritiro delle acque (anche di molti metri), che lascia in secco i porti e le coste. La prima onda può non essere la più grande e tra l'arrivo di un'onda e la successiva possono passare diversi minuti.

Un'onda di maremoto che in mare aperto è alta meno di un metro si trasforma, quando arriva sulla costa, in un muro d'acqua che può superare i 30 metri. Come è possibile? Per spiegarlo bisogna capire come si propaga un'onda di maremoto.

La velocità di propagazione di un'onda di maremoto dipende dalla profondità del fondale: maggiore è la profondità, maggiore la velocità delle onde.



Figura 3. Generazione e propagazione delle onde di maremoto

In acque molto profonde (oltre i 4mila metri) le onde possono superare i 700 km/h! Arrivando vicino alle coste, l'onda trova fondali sempre meno profondi e quindi la sua velocità diminuisce drasticamente.

Ciò è dovuto al fatto che il flusso di energia del maremoto, che dipende sia dalla velocità che dall'altezza dell'onda, rimane costante. Di conseguenza, quando la velocità del maremoto diminuisce, la sua altezza cresce.

Ecco perché le onde di maremoto non si notano al largo ma sulle coste diventano devastanti raggiungendo vari metri di altezza.

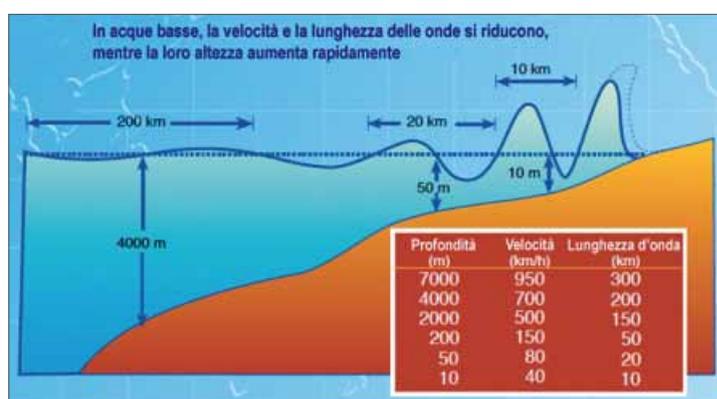


Figura 4. Propagandosi verso fondali meno profondi, l'onda diminuisce di velocità e lunghezza d'onda, mentre aumenta rapidamente la propria altezza

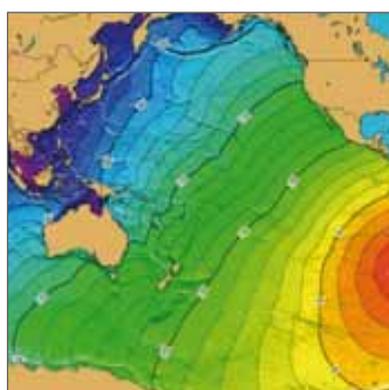
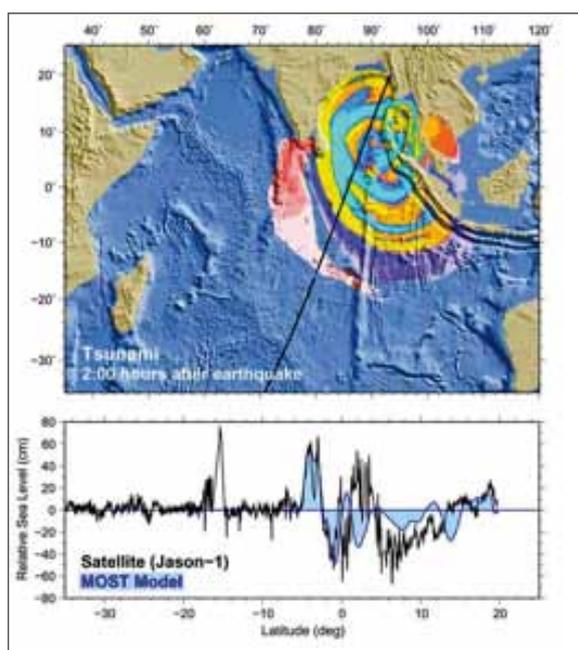


Figura 5. Simulazione dei tempi di propagazione del maremoto del Cile del 22 maggio 1960, attraverso l'Oceano Pacifico (i tempi sono in ore). Il maremoto fu fortemente distruttivo in Cile, ma produsse rilevanti effetti e vittime anche a grande distanza, come in Giappone e nelle isole Hawaii

Figura 6. Altezza dell'onda dello tsunami generato dal terremoto di Sumatra (dicembre 2004), misurata da dati satellitari, 2 ore dopo l'evento sismico che lo ha generato

QUALI SONO LE CAUSE DI UN MAREMOTO?

Le cause principali sono i forti terremoti con epicentro in mare o vicino alla costa. I maremoti possono essere generati anche da frane sottomarine o costiere, da attività vulcanica in mare o vicina alla costa e, molto più raramente, da meteoriti che cadono in mare.

Un maremoto nasce dallo spostamento istantaneo di una grande massa d'acqua, causato da forti terremoti con epicentro in mare o vicino alla costa, da frane sottomarine o costiere, da attività vulcanica in mare o vicina alla costa e, molto più raramente, da meteoriti che cadono in mare. La sua energia, e quindi la sua pericolosità, dipende dalla grandezza del fenomeno che lo ha causato.

Un maremoto può essere generato da un terremoto sottomarino se questo:

- **é molto forte, generalmente con magnitudo Mw superiore a 6.5**
- **ha un ipocentro (il luogo in profondità dove si verifica la rottura delle rocce dando origine al terremoto) non troppo profondo;**
- **produce uno spostamento verticale del fondo marino.**

Ma cosa succede esattamente quando si verifica un forte terremoto sottomarino? Una parte del fondale si solleva bruscamente con uno spostamento verticale. La massa d'acqua al di sopra perde il suo equilibrio e si mette in moto, tanto che in superficie si formano una o più onde che, anche se alte solo poche decine di centimetri, hanno una grande lunghezza d'onda (distanza tra un'onda e la successiva).

In mare aperto, le onde di maremoto sono quasi impercettibili: di rado superano il metro d'altezza, ma la loro lunghezza può essere addirittura di centinaia di chilometri. Una nave in navigazione al largo può non accorgersene. I maremoti prodotti dalle frane (sia sottomarine che sopra il livello del mare con caduta di materiale in mare) hanno meno energia rispetto a quelli generati dai terremoti. La loro forza si esaurisce più in fretta, senza che le onde possano arrivare molto lontano: tuttavia questi maremoti possono produrre onde molto alte ed essere distruttivi nelle aree vicine al luogo dove si è generata la frana.

I maremoti generati da attività vulcanica, in mare o vicina alla costa, sono meno frequenti di quelli prodotti da terremoti sottomarini ma possono essere comunque molto forti. Violente eruzioni sottomarine possono provocare lo spostamento di grandi volumi d'acqua e generare pericolosi maremoti. I maremoti di origine vulcanica sono causati principalmente da eruzioni esplosive. Questo accade quando la bocca eruttiva del vulcano sottomarino si trova vicino alla superficie dell'acqua. Eruzioni di vulcani subaerei, situati in prossimità delle coste (come lo Stromboli), possono produrre dense nubi di gas e frammenti di lava che, scivolando ad alta velocità lungo le pendici del vulcano e

precipitando in mare, spostano grandi volumi d'acqua generando onde di maremoto. In caso di eruzioni particolarmente violente, l'edificio vulcanico può crollare totalmente o in parte formando una caldera, ovvero quel che resta di un edificio vulcanico a seguito del collasso della camera magmatica. Se ciò accade su un'isola vulcanica si può verificare un mare-

moto. Questo, ad esempio, accadde al vulcano dell'isola di Santorini (Mar Egeo) che, intorno al 1600 a.C., a seguito di una violenta esplosione provocò un maremoto che interessò gran parte del Mediterraneo orientale. Ugualmente, nel 1883, durante una forte eruzione, il vulcano Krakatoa, in Indonesia, collassò generando un maremoto con onde alte oltre 40 metri.



Figura 1. Il maremoto prodotto da un terremoto sottomarino



Figura 2. Il maremoto prodotto da frana

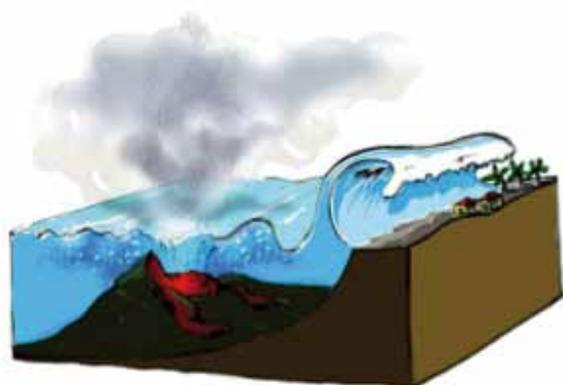


Figura 3. Il maremoto prodotto da attività vulcanica

COSA SUCCEDDE SULLE COSTE QUANDO C'È UN MAREMOTO a cura di Eutizio Vittori, Pio Di Manna, Francesco Lalli e Maria Luisa Cassese

COSA SUCCEDDE SULLE COSTE?

Il maremoto si manifesta come un rapido innalzamento del livello del mare o come un vero e proprio muro d'acqua che si abbatte sulle coste, causando un'inondazione. A volte si osserva un iniziale e improvviso ritiro del mare, che lascia in secco i porti e le spiagge. Le onde di maremoto hanno molta più forza rispetto alle mareggiate e sono in grado di spingersi nell'entroterra anche per molte centinaia di metri (addirittura chilometri, se la costa è molto bassa), trascinando tutto ciò che trovano lungo il percorso: veicoli, barche, alberi, serbatoi e altri materiali, che ne accrescono il potenziale distruttivo.

L'impatto di un'onda di maremoto sulla costa produce una notevole risalita del livello del mare e l'invasione della fascia costiera. La misura della risalita è definita run-up, mentre la larghezza della fascia costiera sommersa è definita inondazione (Figura 1).



Figura 1. Schema della penetrazione a terra del maremoto

Il run-up e l'inondazione dipendono, oltre che dall'altezza dell'onda, anche dalle caratteristiche della costa sulla quale la massa d'acqua si abbatte. Per la loro forte energia, le onde di maremoto sono in grado di trascinare anche oggetti di grandi dimensioni che trovano lungo il percorso: veicoli, barche (inclusi grandi

pescherecci e rimorchiatori), alberi e altri materiali, che ne accrescono molto il potenziale distruttivo.

La propagazione e gli effetti dell'onda in prossimità della costa sono fortemente influenzati da fattori morfologici (come la linea di costa o la topografia del fondale marino e dell'entroterra) e antropici, legati all'uso del suolo (Figura 2)

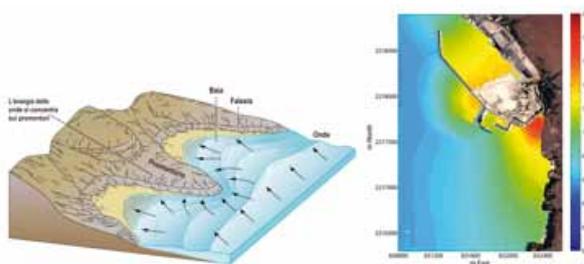


Figura 2. A sinistra, gli effetti della morfologia costiera sulla propagazione delle onde. A destra, gli effetti dell'uso del suolo sull'azione delle onde (la presenza delle strutture portuali può determinare l'amplificazione locale delle altezze delle onde)

La presenza di insenature e di promontori può determinare fenomeni di amplificazione e/o concentrazione dell'energia dell'onda, così come la presenza di isole e secche può

influenzare la propagazione del maremoto, creando fenomeni di riflessione e diffrazione delle onde (Tabella 1).

L'uso del suolo e lo sviluppo urbano nelle aree costiere influiscono sulla propagazione del maremoto e sugli effetti diretti e indiretti a esso connessi. Ad esempio, per la loro conformazione le aree portuali possono amplificare l'energia del maremoto e, per la presenza di infrastrutture e altre strutture legate all'attività dell'uomo, gli effetti possono essere particolarmente rilevanti. L'onda di maremoto può risalire lungo le strade perpendicolari alla costa e propagarsi profondamente nell'entroterra. La presenza di barriere parallele alla costa (come edifici, moli, murate, ecc.) può ridurre la propagazione verso l'interno, pur determinando un aumento locale dell'altezza dell'onda. Con-

dotte idriche e/o collettori fognari possono favorire la risalita e la diffusione dell'onda verso l'interno, determinando l'allagamento anche di aree lontane dalla costa.

Il grande volume d'acqua in movimento impartisce al maremoto una elevatissima energia e la capacità di generare effetti devastanti. La grande forza distruttiva del maremoto, come già detto, durante la propagazione viene accresciuta dai materiali che l'onda trascina con sé.

Basta osservare le aree colpite da un maremoto, per esempio quello del Giappone dell'11 marzo 2011, per rendersi conto della capacità distruttiva dell'evento (Figura 4 e figure da 5 a 9 nelle pagine successive).

Tabella 1

ELEMENTI TOPOGRAFICI	EFFETTI
Baia a forma di V	L'energia del maremoto risulta concentrata e il livello dell'acqua nella baia è più elevato.
Presenza di promontori	Gli effetti dovuti alla topografia del fondale e alla presenza del promontorio amplificano la forza del maremoto
Isole	Le isole influenzano le onde di maremoto e le "catturano" facendole propagare lungo l'intero loro perimetro, con percorsi orari e antiorari; quando onde con direzione opposta s'incontrano determinano un innalzamento del livello di mare; questo fenomeno può portare alla formazione di onde particolarmente alte anche sul lato dell'isola non direttamente esposto al maremoto.
Fondali poco profondi	L'altezza dell'onda di maremoto e la sua velocità di propagazione dipendono dalla profondità del fondale. In fondali poco profondi diminuisce la velocità dell'onda e ne aumenta l'altezza. Di conseguenza, il maremoto tende ad amplificare la sua energia in acque poco profonde.
Secche lontane dalla costa	Sulle secche lontane dalla costa, una singola onda di maremoto si può "rompere" in più onde.
Fiumi e torrenti	Le onde di maremoto possono risalire dalla foce lungo il corso di fiumi e torrenti, propagandosi nell'entroterra.

Oltre agli effetti legati direttamente all'azione dell'onda in movimento, il maremoto può innescare tutta una serie di effetti secondari, che possono aggravare enormemente lo scenario dei danneggiamenti. L'inondazione, infatti, può innescare eventi franosi, inquinamento delle falde, o incendi. L'impatto su porti e su impianti industriali può produrre emissione e diffusione di materiali inquinanti e/o radioattivi, come è avvenuto nel caso di alcune aree portuali e della centrale nucleare di Fukushima in Giappone nel 2011 (Figura 10 e Figura 11 a pagina 112).

Gli effetti prodotti da un maremoto vengono valutati sulla base di scale d'intensità, che prendono in considerazione le caratteristiche dell'evento quando si verifica e i danni sull'ambiente naturale e sulle strutture prodotte dall'uomo. La principale scala è quella introdotta da Sieberg nel 1927 e poi modificata da Ambraseys nel 1962, basata su 6 gradi d'intensità. Questa scala è stata considerata dai ricercatori poco raffinata e sono state presentate altre soluzioni, fino ad arrivare, nel 2001, alla proposta di Papadopoulos & Iamura (2001), basata su 12 gradi d'intensità. Le due scale sono riportate in allegato.



Figura 3. Il maremoto di Honshu (Giappone), prodotto dal terremoto dell'11 marzo 2011 (magnitudo 9), ha generato onde alte in media 10 metri e fino a circa 40 metri nell'area della prefettura di Miyagi. Un vero e proprio muro d'acqua si è abbattuto sulla costa provocando una totale devastazione.



Figura 4. L'onda del maremoto del Giappone del 2011 si abbatte su una strada di Miyako City, prefettura di Iwate. Fotografia di Mainichi Shimbun, Reuters



Figura 5. Effetti del maremoto dell'11 marzo 2011 lungo la costa di Arada, nella prefettura di Sendai, Giappone. Confronto tra prima (sinistra) e dopo (destra) l'evento. Fonte Google Earth

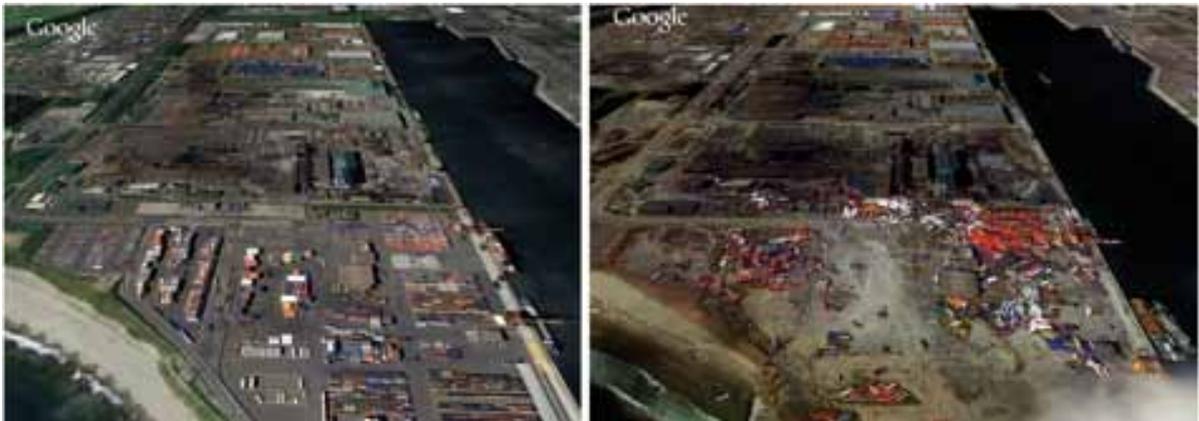


Figura 6. Effetti del maremoto dell'11 marzo 2011 nell'area del porto di Sendai, Giappone. Confronto tra prima (sinistra) e dopo (destra) l'evento. Fonte Google Earth



Figura 7. Effetti del maremoto dell'11 marzo 2011 nell'area di Sendai, Giappone. Gli edifici sono stati completamente spazzati via, restano solo le fondazioni. Fonte Google Earth



Figura 8. Inondazione prodotta dal maremoto dell'11 marzo 2011 nell'area costiera del Giappone. Fotografia di Kyodo/AP



Figura 9. Alcuni esempi di navi trasportate nell'entroterra dal maremoto giapponese del 2011 e scagliate contro gli edifici



Figura 10. L'onda del maremoto dell'11 marzo 2011 ha superato la barriera di protezione alta 14 metri e ha invaso la centrale di Fukushima creando grossi danni ed emissioni di materiale radioattivo (a sinistra; fotografia TEPCO). Incendio alla raffineria di petrolio di Shiogama, Giappone, a seguito del maremoto (a destra; fotografia di Kimimasa Mayama-EPA)



Figura 11. Costa giapponese, il fuoco dopo l'inondazione del maremoto del 2011. Fotografia di Yomiuri Shimbun/AFP_Getty Images

SCALA DI AMBRASEYS-SIEBERG (1962)

INTENSITÀ	EFFETTI
I. Molto debole	Onda percettibile solo dai mareografi
II. Debole	Onda avvertita da persone che vivono vicino alla spiaggia e hanno familiarità col mare. Osservata solo su spiagge molto piatte.
III. Abbastanza forte	Onda avvertita da tutti. Inondazione di coste a dolce pendenza. Piccole imbarcazioni spinte sulla spiaggia. Modesti danni alle strutture leggere vicino imbarcazioni spinte sulla spiaggia. Modesti danni alle strutture leggere vicino
IV. Forte	Inondazione delle spiagge fino a una altezza definita caso per caso. Leggera erosione dei terreni non consolidati. Danni alle strutture leggere prossime alla riva. Piccoli danni alle strutture in muratura sulla costa. Insabbiamento di imbarcazioni o loro trascinarsi al largo. Detriti galleggianti lungo le coste.
V. Molto forte	Inondazione delle spiagge fino a una altezza definita nelle diverse zone. Danni significativi alle strutture in muratura lungo la spiaggia (banchine). Distruzione delle strutture leggere. Forte erosione. Oggetti galleggianti e animali marini sparsi sulla riva e lungo la costa. Tutti i tipi di imbarcazione, a parte le grandi navi, sono scaraventate a terra o trascinate in mare aperto. Alte ondate sugli estuari dei fiumi. Danni alle costruzioni portuali. Persone affogate. Onda accompagnata da un forte rombo.
VI. Disastroso	Totale o parziale distruzione di tutte le costruzioni fino a una determinata distanza alla spiaggia. Inondazione della costa fino a una notevole altezza. Danni forti anche alle grandi navi. Alberi sradicati e troncati. Molte vittime.

SCALA DI PAPADOPOULOS-IMAMURA (2001)

Gerassimos Papadopoulos and Fumihiko Imamura, nel 2001, hanno proposto una scala di valutazione dell'intensità di un maremoto composta da dodici gradi. La scala è stata realizzata considerando gli effetti di un maremoto su: persone (a); cose, incluse le imbarcazioni (b); edifici (c). Gli autori hanno, inoltre, proposto una correlazione dei gradi di intensità con l'altezza dell'onda e hanno classificato, al primo livello della scala, un maremoto avvertito

solamente dai mareografi. Per quanto riguarda, infine, i danni riportati dagli edifici, hanno proposto di valutare la loro entità secondo cinque gradi:

- Primo grado – danni leggeri
- Secondo grado – danni moderati
- Terzo grado – danni forti
- Quarto grado – distruzione
- Quinto grado – crollo totale

(Vedi la scala in dettaglio nella pagina seguente)



SCALA DI PAPADOPOULOS-IMAMURA (2001)

INTENSITÀ	EFFETTI E DANNI
I. Non avvertito dalle persone	
II. Scarsamente avvertito dalle persone	a) Avvertito da poche persone a bordo di piccole imbarcazioni. Nessun effetto osservato sulla costa. b) Nessun effetto. c) Nessun danno.
III. Debole	a) Avvertito da molte persone a bordo di piccole imbarcazioni. Osservato da poche persone sulla costa. b) Nessun effetto. c) Nessun danno.
IV. Ampiamente osservato	a) Avvertito da tutti a bordo di piccole imbarcazioni e da poche persone a bordo di grandi imbarcazioni. Osservato da molte persone sulla costa. b) Vicino alla riva poche imbarcazioni di piccole dimensioni vengono mosse lentamente. c) Nessun danno.
V. Forte. (altezza dell'onda: 1 m)	a) Avvertito da tutti a bordo di grandi imbarcazioni e osservato da tutti sulla costa. Poche persone sono spaventate e corrono verso posizioni più elevate rispetto alla costa. b) Vicino alla riva molte imbarcazioni di piccole dimensioni vengono mosse con forza, alcune sbattono l'una contro l'altra, oppure si capovolgono. In alcuni casi, strati di sabbia vengono depositati sulla costa. Limitate inondazioni dei campi coltivati. c) Inondazioni di limitata entità delle strutture esterne (ad es. giardini) di costruzioni vicine alla costa.
VI. Leggeri danni. (altezza dell'onda: 2 m)	a) Molte persone sono spaventate e corrono verso posizioni più elevate rispetto alla costa. b) Vicino alla riva molte imbarcazioni di piccole dimensioni vengono mosse con violenza, sbattono con forza l'una contro l'altra oppure si capovolgono. c) Danni e inondazioni di poche strutture di legno. Molte costruzioni in muratura resistono all'onda.
VII. Dannoso (altezza dell'onda: 4 m)	a) Molte persone sono spaventate e tentano di correre verso posizioni più elevate rispetto alla costa. b) Molte piccole imbarcazioni subiscono danni. Poche imbarcazioni di grandi dimensioni oscillano con forza. Oggetti di dimensioni variabili si capovolgono e vanno alla deriva. L'onda deposita al suo passaggio strati di sabbia e cumuli di ciottoli. Poche strutture destinate all'acquacoltura vengono spazzate via. c) Molte strutture in legno vengono danneggiate, poche vengono demolite o spazzate via. Pochi edifici in muratura subiscono danni di grado 1 e inondazioni.

INTENSITÀ	EFFETTI E DANNI
VIII. Forti danneggiamenti (altezza dell'onda: 4 m)	<p>a) Tutte le persone corrono verso posizioni più elevate rispetto alla costa, poche vengono trascinate via dall'onda.</p> <p>b) La maggior parte delle imbarcazioni più piccole viene danneggiata, molte sono spazzate via. Molte delle più grandi imbarcazioni vengono trascinate sulla costa o sbattono l'una contro l'altra. Oggetti di grandi dimensioni vengono trascinati alla deriva. La spiaggia viene erosa e ricoperta di detriti di ogni genere. Estese inondazioni. Le foreste costiere subiscono leggeri danni. Molte strutture destinate all'acqua coltura sono spazzate via, poche di queste sono parzialmente danneggiate.</p> <p>c) La maggior parte delle strutture in legno viene travolta dall'onda, o demolita. Pochi edifici in muratura riportano danni di secondo grado. La maggior parte degli edifici in calcestruzzo resiste, pochi di questi riportano danni di primo grado ed inondazioni.</p>
IX. Distruttivo (altezza dell'onda: 8 m)	<p>a) Molte persone vengono travolte dall'onda.</p> <p>b) Molte piccole imbarcazioni vengono distrutte, o spazzate via. Molte imbarcazioni di grandi dimensioni vengono spostate con forza a terra, poche vengono distrutte. La spiaggia viene fortemente erosa e ricoperta di detriti di ogni genere. Si osservano localmente fenomeni di subsidenza. Parziale distruzione delle foreste costiere. Molte strutture destinate all'acqua coltura sono spazzate via e molte vengono parzialmente danneggiate.</p> <p>c) Molti edifici in muratura subiscono danni di terzo grado, pochi edifici in calcestruzzo subiscono danni di secondo grado.</p>
X. Molto distruttivo (altezza dell'onda: 8 m)	<p>a) Panico generale. La maggior parte delle persone viene trascinata via dall'onda.</p> <p>b) Molte imbarcazioni di grandi dimensioni sono spostate con forza sulla costa, molte vengono distrutte, oppure scaraventate contro gli edifici. Piccoli blocchi di roccia sono trasportati dal largo nell'entroterra. Le automobili vengono capovolte e spazzate via dall'onda. La benzina fuoriesce e si sprigionano incendi. Si verificano estesi fenomeni di subsidenza.</p> <p>c) Molti edifici in muratura riportano danni di quarto grado, pochi edifici in cemento armato riportano danni di terzo grado. Gli argini artificiali collassano, i frangiflutti nei porti vengono danneggiati.</p>
XI. Devastante (altezza dell'onda: 16 m)	<p>b) Le linee di comunicazione vengono interrotte. Divampano grandi incendi. La risacca porta alla deriva automobili ed altri oggetti. Grossi macigni vengono trascinati dal fondale all'entroterra.</p> <p>c) Molti edifici in muratura riportano danni di quinto grado. Pochi edifici in cemento armato riportano danni di quarto grado, molti riportano danni di terzo grado.</p>
XII. Completamente devastante (altezza dell'onda: 32 m)	<p>c) Tutti gli edifici in muratura vengono demoliti. Molti edifici in cemento armato riportano danni di terzo grado.</p>

RISCHIO MAREMOTO IN ITALIA a cura di Eutizio Vittori, Pio Di Manna, Francesco Lalli, Maria Luisa Cassese, Alessandra Maramai e Concetta Nostro

L'ITALIA È A RISCHIO MAREMOTO?

Tutte le coste del Mediterraneo sono a rischio maremoto a causa dell'elevata sismicità e della presenza di numerosi vulcani attivi, emersi e sommersi. Negli ultimi mille anni, lungo le coste italiane, sono state documentate varie decine di maremoti, solo alcuni dei quali distruttivi. Le aree costiere più colpite sono quelle della Sicilia orientale, della Calabria, della Puglia e dell'arcipelago delle Eolie. Tuttavia, maremoti di modesta entità si sono registrati anche lungo le coste liguri, tirreniche e adriatiche. Bisogna inoltre considerare che le coste italiane possono essere raggiunte da maremoti generati in aree del Mediterraneo lontane dal nostro Paese.

Il più antico maremoto italiano di cui si ha notizia, grazie alle descrizioni di Plinio il Giovane, è associato alla famosa eruzione del Vesuvio del 79 d.C. che distrusse Pompei ed Ercolano. Plinio riporta la notizia che il secondo giorno dell'eruzione un forte ritiro del mare nel golfo di Napoli lasciò in secca molti pesci sulla spiaggia. La descrizione è quella di un probabile debole maremoto che si è manifestato con il ritiro del mare e che non ha prodotto nessuna inondazione, o almeno non rilevante.

Tutte le coste del Mediterraneo, seppure in misura diversa, sono a rischio maremoto a causa dell'elevata sismicità e della presenza di numerosi vulcani attivi, emersi e sommersi. Negli ultimi mille anni, lungo le coste italiane, sono state documentate varie decine di maremoti, solo alcuni dei quali distruttivi (1627, 1693, 1783, 1887, 1908 - Figura 1). Le aree costiere più colpite sono quelle della Sicilia orientale, della Calabria, della Puglia e dell'arcipelago delle Eolie. Tuttavia, maremoti di modesta entità si sono registrati anche lungo le coste liguri, tirreniche e

adriatiche. Bisogna inoltre considerare che le coste italiane possono essere raggiunte da maremoti generati in aree del Mediterraneo lontane dal nostro Paese (ad es. a causa di un forte terremoto nelle acque della Grecia). Alcuni dei maremoti distruttivi avvenuti nel Mediterraneo hanno prodotto effetti anche lungo le coste italiane.



Figura 1. Principali eventi di maremoto documentati nell'area del Mar Mediterraneo, dal 79 d.C. ad oggi. Fonte Ingv

Il maremoto del 1783, in Calabria e Sicilia, fu prodotto da una frana, indotta dal terremoto. La frana si staccò dal versante di Monte Campalla (o Monte Paci), lungo la costa calabro-tirrenica, nel territorio di Scilla (RC). A

Scilla, gli abitanti, che dopo il terremoto si erano rifugiati sulla spiaggia, furono investiti dall'onda che produsse circa 1500 vittime (Figura 2).

Il maremoto più disastroso degli ultimi 1000 anni in Italia è stato quello del 28 dicembre 1908: a seguito del terremoto nello Stretto di Messina (magnitudo Mw 7.1), le coste della Sicilia orientale e della Calabria furono devastate da onde che causarono gravissimi danni e raggiunsero un run-up (altezza massima raggiunta dall'acqua durante un maremoto, rispetto al livello del mare) di oltre 13 metri.

Il maremoto amplificò fortemente gli effetti del terremoto che l'aveva preceduto di alcuni minuti, devastando l'area costiera e producendo un gran numero di vittime (Figure 3, 4 e 5 nelle pagine successive). Terremoto e maremoto produssero circa 80mila vittime e, secondo al-

cune fonti, quelle legate al maremoto furono almeno 10mila.

Il più recente maremoto che ha colpito le coste italiane è stato quello indotto dalla frana della Sciara del Fuoco di Stromboli, del 30 dicembre 2002. L'onda di maremoto è stata avvertita nelle Isole Eolie, sulle coste della Sicilia Settentrionale, della Calabria tirrenica e fino alle coste salernitane della Campania.

Il maremoto ha determinato effetti significativi soltanto lungo le coste dell'isola di Stromboli, dove le onde hanno raggiunto le massime altezze. Valori di run-up prossimi ai 10 metri sono stati registrati nel settore nordorientale dell'isola, lungo le spiagge di Piscità e Fico-grande. Qui il maremoto ha prodotto l'inondazione della costa e delle parti più basse del villaggio di Stromboli, causando danni alle abitazioni (Figura 6 – 9).

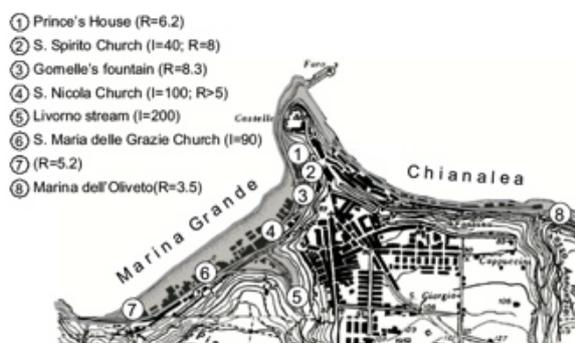


Figura 2. A sinistra: tratto della costa di Scilla colpito dal maremoto del 6 febbraio 1783 (da Graziani et al., 2006). A destra: la frana di Monte Campalla e alcuni effetti prodotti dall'onda di maremoto del 6 febbraio 1783 (Disegno di Pompeo Schiantarelli, 1784)



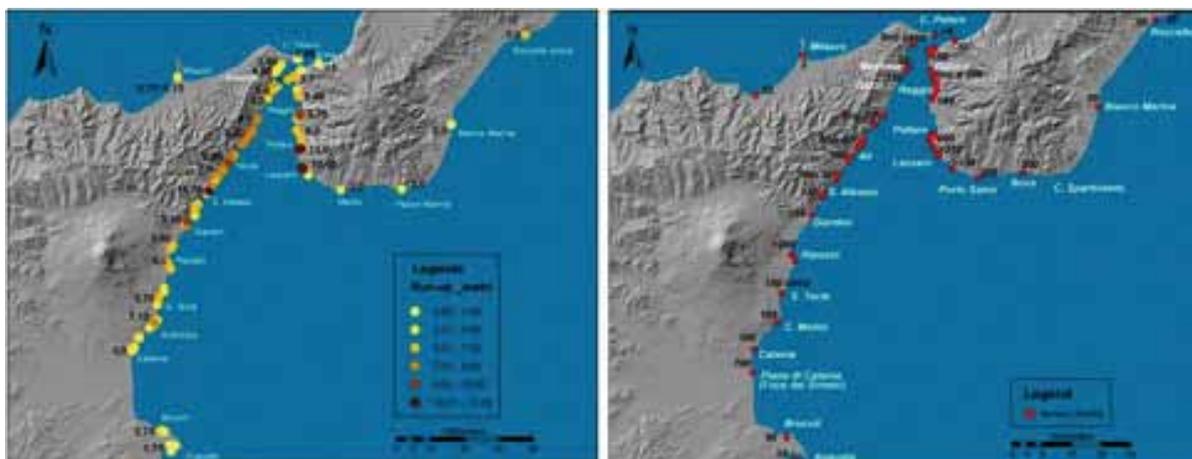


Figura 3. Distribuzione dei valori di *run-up* e *inondazione* prodotti dal maremoto del 1908 nello Stratto di Messina. Entrambi i valori sono in metri



Figura 4. Tratto della costa calabra dopo il maremoto del 1908; il tratto di costa appare completamente devastato dal maremoto che ha asportato anche le macerie prodotte dal terremoto; in primo piano è visibile solo il pavimento del villino Palladini. Fonte Società Fotografica Italiana, Firenze - Officine Grafiche Bertieri e Vanzetti, Milano



Figura 5. Messina, Corso Vittorio Emanuele, prima e dopo il terremoto/maremoto del 1908. Fonte: foto a sinistra, Edizioni Broni, Messina; foto a destra, Underwood e Underwood



La tabella riporta l'elenco dei maremoti italiani di maggiore intensità. L'intensità è basata sulla scala Ambraseys-Sieberg da I a VI gradi

ANNO	MESE	GIORNO	AREA	INTENSITÀ	CAUSA	EFFETTI DEL MAREMOTO
1169	Febbraio	4	Sicilia Orientale	IV	Terremoto	A Catania e Messina, ritiro del mare seguito da forte inondazione con danneggiamenti.
1627	Luglio	30	Gargano	V	Terremoto	Ritiro del mare, prosciugamento del Lago di Lesina. Inondazione a Manfredonia.
1693	Gennaio	11	Sicilia Orientale	V	Terremoto	Inondazione di tutta la costa orientale, maggiori danni a Augusta e Siracusa, vittime a Catania.
1783	Febbraio	5	Calabria tirrenica	IV	Terremoto	Forte ritiro del mare e inondazione nelle coste dello Stretto di Messina. Danni e qualche vittima.
1783	Febbraio	6	Calabria tirrenica	V	Frana da terremoto	Caduta in mare di parte di una montagna a Scilla. Onde 6-9m, gravi danni e 1500 vittime a Scilla.
1823	Marzo	5	Sicilia Settentrionale	IV	Terremoto	A Cefalù alcune grandi onde, barche trasportate a terra e distrutte.
1836	Aprile	25	Calabria Ionica	IV	Terremoto	A Rossano e Corigliano. Forte ritiro del mare e inondazione con danni a barche e capanne di pesca.
1905	Settembre	8	Calabria Tirrenica	IV	Terremoto	Inondazioni fino a 30m a Pizzo, Scalea, Bivona, Tropea, con danni a barche e baracche sulla spiaggia.
1908	Dicembre	28	Stretto Messina	VI	Terremoto	Forte ritiro e inondazione dalla Sicilia orientale alla Calabria ionica. Onde fino a 13m. Distruzione, migliaia di vittime.
1930	Ottobre	30	Adriatico Centrale	IV	Terremoto	Inondazione e lievi danni nel porto di Ancona.
1944	Agosto	20	Isole Eolie	IV	Eruzione	A Stromboli caduta di materiale eruttivo in mare. Onde, inondazione fino a 300 m, 1 casa distrutta.
2002	Dicembre	30	Isole Eolie	V	Eruzione	A Stromboli caduta di materiale eruttivo in mare. Run-up 11 metri, gravi danni a case e alberghi.

I GRANDI TERREMOTI E MAREMOTI NEL MONDO a cura di Concetta Nostro

e Alessandra Maramai

Terremoti e maremoti sono collegati fra di loro. Ad esempio, il fortissimo terremoto (magnitudo Mw 8.7) del 1° Novembre 1755 che distrusse la città di Lisbona fu seguito da un violento maremoto con onde alte fino a 12 metri. Il maremoto si abbatté sulle coste del Portogallo, della Spagna e del Nord Africa, provocando più di 30mila vittime.

Guardando la figura 1, che riporta i 17 terremoti più forti al mondo dal 1900 ad oggi, possiamo vedere che, a parte quello del 1950 in Tibet, si tratta di terremoti che hanno origine nelle zone di subduzione (le aree dove una delle placche che compongono la crosta terrestre scivola sotto una placca confinante). In molti casi questi terremoti hanno provocato anche un maremoto. La maggior parte di essi è avvenuta lungo la fascia circumpacifica, detta “anello di fuoco”, mentre gli altri hanno interessato l’Indonesia. In effetti il 30% circa dei maremoti del Pacifico si è verificato nella

regione del Giappone – Taiwan, ma non tutti sono stati distruttivi. Le coste del Giappone sono particolarmente colpite per il grande numero di terremoti sottomarini che si verificano nella zona antistante le coste e per l’imponente massa d’acqua che si propaga nell’oceano senza alcun ostacolo che ne smorzi la potenza. Vediamo i quattro terremoti più forti della storia recente che hanno causato anche grandi maremoti.

Il 22 Maggio 1960 avvenne, in Cile, il più violento sisma del XX secolo, di magnitudo Mw 9.5. L’evento fu seguito da un’onda di maremoto. Terremoto e maremoto uccisero circa 2.400 persone e provocarono gravi danni. Sulla costa più vicina all’epicentro (Isla Chiloe) si abatterono onde alte fino a 25 metri, 10-15 minuti dopo il terremoto. Alle Hawaii (Hilo Bay) le onde di maremoto arrivarono 15 ore dopo, raggiungendo 11 metri d’altezza. Sulle coste del Giappone giunsero onde di sei metri, dopo



Figura 1. I più forti terremoti dal 1900 ad oggi. Come la mappa mostra chiaramente, tutti i grandi terremoti sono avvenuti lungo i bordi delle placche che dividono la crosta terrestre (vedi relativa tabella a pag 125)

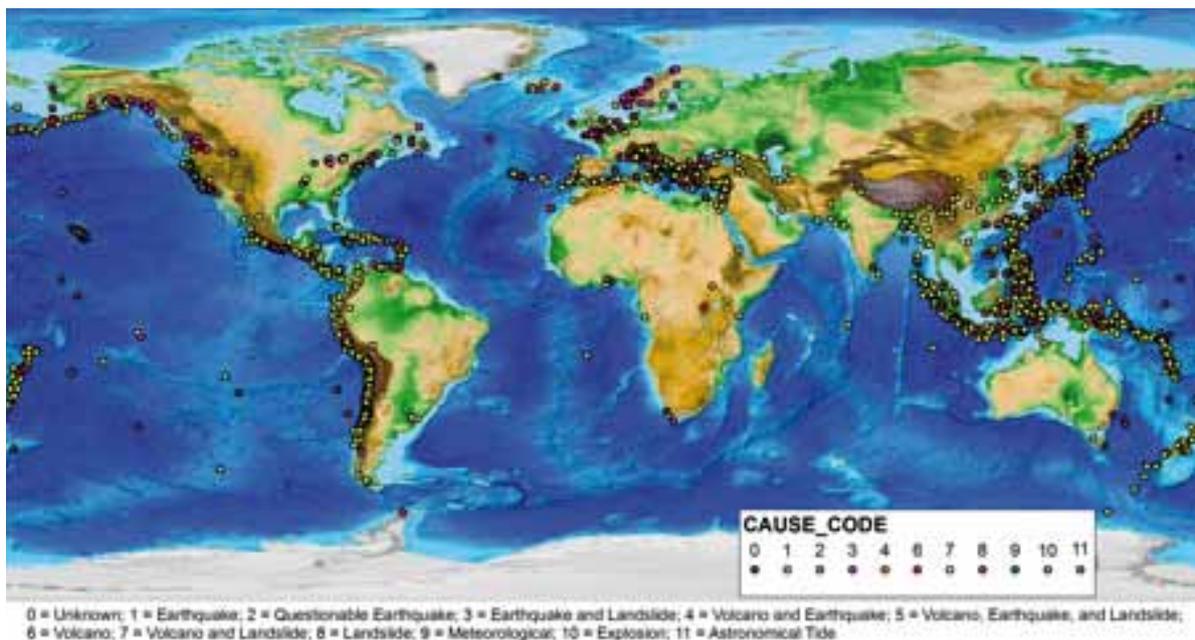


Figura 2. Distribuzione degli eventi di maremoto documentati negli ultimi 2000 anni. Elaborazione da dati NOAA - National Oceanic And Atmospheric Administration

aver percorso circa 10mila chilometri in 22 ore. Il 27 Marzo 1964, in Alaska, un terremoto di magnitudo Mw 9.2 scosse un'area lunga circa 1.600 chilometri e larga 300, causando movimenti verticali di circa due metri. Il maremoto che ne seguì si abbatté su zone poco abitate, provocando comunque 160 vittime e grossi danni nelle isole Kodiak, a Vancouver, nelle Hawaii e negli stati di Washington e California, dove le onde raggiunsero altezze tra i due e i sei metri. Il 26 Dicembre 2004 un terremoto di magnitudo Mw 9.1, al largo delle coste di Sumatra, ha dato luogo al più grande maremoto degli ultimi 40 anni. Nessun altro maremoto del passato ha fatto tante vittime: oltre 280mila. Le onde hanno investito tutti gli stati che circondano il golfo del Bengala, causando anche danni in Somalia, Kenia, Tanzania, Madagascar, Mauritius, Mozambico, Sud Africa, Australia. Il maremoto ha attraversato due oceani, Atlantico

e Pacifico, ed è stato segnalato in Nuova Zelanda, Antartide e lungo le coste occidentali e orientali del Sud e del Nord America.

Il 27 febbraio 2010 un terremoto di magnitudo Mw 8.8 a largo del Cile ha prodotto un grande maremoto che ha colpito parecchie città lungo la costa centro-meridionale del Cile e ha causato danni minori perfino in California e in Giappone.

L'11 Marzo 2011 si è verificato il più forte terremoto che abbia mai colpito il Giappone. Un sisma di magnitudo Mw 9.0 con epicentro al largo delle coste giapponesi ha prodotto uno spostamento verticale del fondale marino da cinque a otto metri e ha causato un gigantesco maremoto che si è propagato in tutto l'Oceano Pacifico, raggiungendo le coste del nord e sud America, dall'Alaska al Cile, dove sono arrivate onde alte due metri. Sulla costa più vicina all'epicentro si abatterono, cir-

ca un'ora dopo il terremoto, onde alte fino a 40 metri. Il sistema di allarme del Giappone aveva emesso un comunicato che prevedeva onde alte fino a tre metri che avrebbero colpito le coste dopo circa 30 minuti dal sisma e sulla base di questo comunicato erano state immediatamente fatte le relative considerazioni sulle modalità di evacuazione, coerenti con piani di emergenza elaborati precedentemente. In realtà la stima dell'altezza delle onde era assolutamente sbagliata e la sottostima delle dimensioni del maremoto ha fatto sì che i danni e il numero delle vittime siano stati molto più elevati di quanto previsto. Nella zona di Sendai l'acqua è penetrata fino a 10 km nell'entroterra e a Fukushima l'inondazione ha causato gravi danni alla centrale nucleare. Migliaia di abitanti in un raggio di 20 km dalla centrale sono stati evacuati e si è prodotto un grave disastro ambientale.

Poiché sappiamo che i maremoti non sono causati solo da forti terremoti, ma anche da eruzioni vulcaniche o frane, vediamo altri esempi.

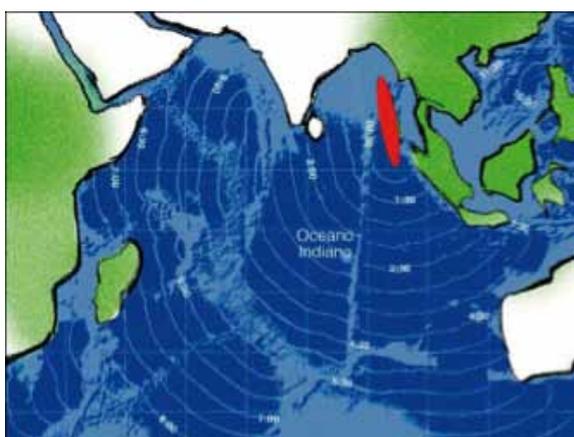


Figura 3. in rosso la zona di origine del terremoto che ha provocato il maremoto di Sumatra nel 2004. I numeri sulle linee concentriche indicano dopo quante ore l'onda di maremoto ha raggiunto un dato luogo

Nel 1883 la grande eruzione del vulcano indonesiano Krakatoa nello stretto della Sonda, tra le isole di Sumatra e Giava, diede origine ad almeno tre onde che fecero oltre 36mila vittime. Le onde arrivarono fino a 37 metri di altezza e distrussero tutte le città e i villaggi lungo le coste dello Stretto della Sonda. L'energia fu tale che blocchi di corallo pesanti fino a 300 tonnellate furono trasportati nell'entroterra.

Nel corso dei secoli nel Mediterraneo sono stati documentati oltre 300 maremoti, una ventina dei quali distruttivi. Le coste più colpite sono quelle della Grecia e dell'Italia, in particolare Sicilia e Calabria.

L'evento più devastante è accaduto intorno al 1600 a.C., per l'esplosione del vulcano Santorini, con onde stimate tra i 50 e i 90 metri di altezza. Oggi, i resti dell'isola di Santorini, con la baia interna al piccolo arcipelago di isole, danno bene l'idea di quanto era grande il vulcano prima di esplodere. Il maremoto che seguì si propagò con una velocità di oltre 300 km/h e in poco tempo raggiunse le coste della Turchia meridionale. Meno di tre ore dopo la Siria, l'Egitto e la Palestina furono devastati dalle onde.

Alcuni pensano che questa catastrofe naturale abbia causato la scomparsa della civiltà minoica, sull'isola di Creta, e forse abbia fatto nascere il mito della perduta città di Atlantide.



Figura 4. Abbattendosi sulla terraferma, un maremoto può anche modificare la conformazione del terreno e perfino la linea costiera. Sopra, le coste di Banda Aceh, Indonesia, prima e dopo l'onda di maremoto del 2004. Le zone senza vegetazione sono quelle raggiunte dal maremoto



Figura 5. Effetti del maremoto del Giappone, 2011

I più forti terremoti dal 1900 ad oggi (vedi figura 1 a pag 121)

N.	ANNO	MESE	GIORNO	AREA	MAGNITUDO MW	MAREMOTO
1	1960	05	22	Cile	9.5	Sì
2	1964	03	27	Alaska	9.2	Sì
3	2004	12	26	Costa Nord-occidentale di Sumatra, Indonesia	9.1	Sì
4	2011	03	11	Costa orientale di Honshu, Giappone	9.0	Sì
5	1952	11	04	Kamchatka	9.0	Sì
6	2010	02	27	Cile	8.8	Sì
7	1906	01	31	Al largo della costa dell'Ecuador	8.8	Sì
8	1965	02	04	Alaska	8.7	Sì
9	2012	04	11	Sumatra settentrionale, Indonesia	8.6	No
10	2005	03	28	Sumatra settentrionale, Indonesia	8.6	Sì
11	1957	03	09	Alaska	8.6	Sì
12	1950	08	15	Assam - Tibet	8.6	No
13	2007	09	12	Sumatra meridionale, Indonesia	8.5	No
14	1963	10	13	Isole Curili	8.5	Sì
15	1938	02	01	Mar di Banda, Indonesia	8.5	Sì
16	1923	02	03	Kamchatka	8.5	Sì
17	1922	11	11	Confine Cile – Argentina	8.5	Sì

PER SAPERNE DI PIÙ

- C. Nostro, E. Baroux, A. Tertulliani, P. Casale, C. Castellano, M. G. Ciaccio, A. Frepoli, L. Graziani, A. Maramai, M. Pignone, N. A. Pino, R. Luciani, M. Pignone, F. Di Laura. Terremoti e Maremoti, Ingv, Giunti Progetti Educativi, 2010.
- NOAA – The National Oceanographic and Atmospheric Administration
<http://www.noaa.gov>
<http://www.education.noaa.gov>
- Battaglia Antonella, Tsunami, 26 dicembre 2004. Cronaca di una tragedia, Parisi, 2005.
- Cecchini Sergio, Sisa Tsunami. Diari dal cuore del maremoto, Infinito, 2005.
- L'onda killer Tsunami, USA, National Geographic Video, 2004, DVD (70 min.).
- Tsunami, Ingv, 2010, DVD (15 min.), disponibile anche all'indirizzo:
<http://www.youtube.com/Ingvterremoti>.



QUANDO AVVERRÀ IL PROSSIMO MAREMOTO? a cura di Marzia Santini, Antonella Scalzo, Antonio Ricciardi, Emilio Iannarelli

QUANDO AVVERRÀ IL PROSSIMO MAREMOTO?

Non è possibile saperlo: può verificarsi in qualsiasi momento. Sui maremoti sappiamo molte cose, ma nessuno è in grado di prevedere quando e dove si verificheranno.

Poiché le cause dei maremoti, come abbiamo visto, sono essenzialmente legate a terremoti, frane e attività vulcanica sottomarina, nella maggior parte dei casi non è possibile prevedere quando essi si verificheranno.

Per poterli prevedere, infatti, dovremmo essere in grado di sapere in anticipo quando si verificheranno i fenomeni che li possono generare, cosa che allo stato attuale delle conoscenze non è assolutamente possibile. Ciò che invece è noto è la localizzazione della maggior parte delle faglie sottomarine capaci di generare terremoti, e quindi maremoti. La mappa sottostante riporta la distribuzione, nel Mediterraneo, di alcune delle più importanti “zone sismogeneti-

che”, ossia delle aree del fondale marino dove è stata rilevata la presenza di faglie capaci di originare terremoti di intensità tale da innescare maremoti.

Attraverso modelli matematici, è possibile simulare le onde di maremoto che si generano vicino a queste faglie sottomarine e calcolarne l'ipotetica propagazione. Si possono inoltre stimare l'altezza dell'onda e i tempi di arrivo sulle coste. Questi modelli sono un valido aiuto per lo studio del fenomeno, ma non forniscono risultati certi. L'unico dato certo è quello registrato dalle reti di monitoraggio sismico nel momento in cui si verifica un terremoto, e quello registrato dalle reti di monitoraggio ondametrico e mareografico, quando si propagano le onde di maremoto.

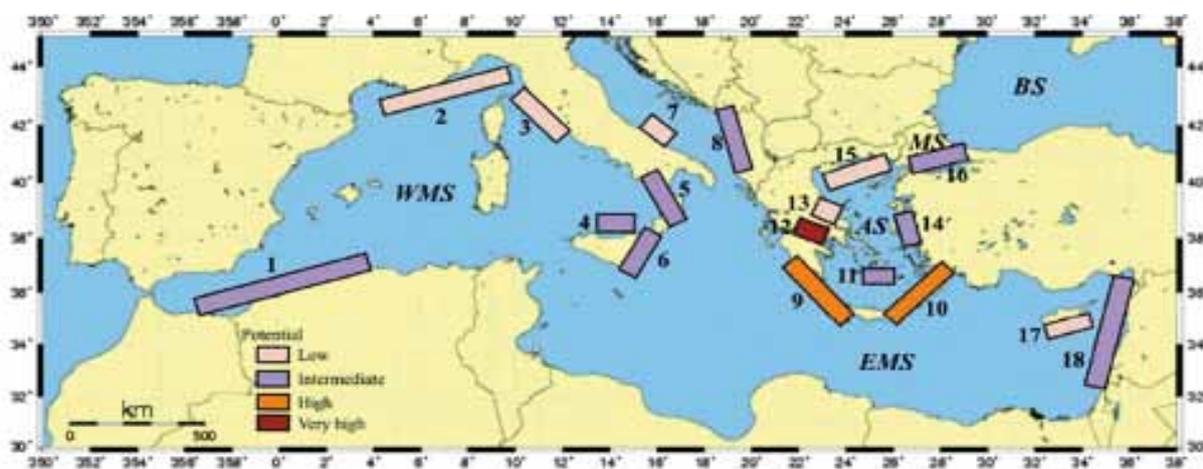


Figura 1. Principali zone sismogenetiche del Mar Mediterraneo - Papadopolus (Oxford Univ. Press, 2009)

COSA FARE PER RIDURRE IL RISCHIO MAREMOTO a cura di Marzia Santini, Antonella Scalzo, Antonio Ricciardi, Emilio Iannarelli, Eutizio Vittori, Pio Di Manna, Francesco Lalli, Maria Luisa Cassese, Alessandra Maramai e Concetta Nostro

CHE COSA SI PUÒ FARE PER RIDURRE IL RISCHIO?

Occorre innanzitutto approfondire il fenomeno attraverso lo studio dei maremoti del passato e dei modelli di propagazione delle onde, e continuare a monitorare gli eventi. Queste conoscenze permettono una migliore pianificazione del territorio e la realizzazione di interventi di messa in sicurezza delle aree produttive a rischio. Sono inoltre importanti per predisporre piani di emergenza più efficaci. Nei paesi che si affacciano sugli oceani Pacifico e Indiano, dove generalmente i tempi di arrivo dell'onda di maremoto sono dell'ordine di ore, sono attivi sistemi di allertamento rapido (*Early Warning*). Anche i paesi del Mediterraneo stanno lavorando alla realizzazione di sistemi analoghi, che avranno comunque dei limiti rispetto a quelli degli oceani: infatti, in un mare poco ampio, i tempi di arrivo delle onde sono molto brevi e questo riduce i tempi utili per allertare la popolazione. Essere consapevoli e preparati è il modo migliore per prevenire e ridurre le conseguenze di un maremoto.

LO STUDIO DEI MAREMOTI DEL PASSATO

Lo studio dei maremoti del passato, sia documentati storicamente che precedenti (paleotsunami), risulta di grande importanza, in quanto fornisce elementi fondamentali per la conoscenza del fenomeno, su come si è manifestato, sulle aree colpite e sugli effetti prodotti. Tutti questi elementi sono necessari per la definizione degli scenari degli eventi, che sono dati di base per le attività di pianificazione territoriale, predisposizione di piani di protezione civile e attuazione degli stessi in fase emergenziale.

A questo scopo, strumenti essenziali sono i cataloghi dei maremoti che, sin dagli anni '60, sono stati compilati per le diverse aree

geografiche. Per le coste italiane il primo catalogo risale agli anni '80, e negli ultimi anni l'Ingv ha realizzato un catalogo per l'intero bacino del Mediterraneo (incluse, ovviamente, le coste italiane) che è attualmente in pubblicazione. Il catalogo è stato realizzato attraverso lo studio dettagliato delle fonti bibliografiche coeve e postume reperibili in letteratura: in base alla qualità delle fonti disponibili e alla completezza delle informazioni riportate, ad ogni maremoto inserito nel catalogo viene attribuita una "attendibilità", ossia un valore che indica quanto un evento è da considerarsi reale e ben documentato. L'utilizzo dei cataloghi consente di identificare quali sono le aree costiere che hanno subito in passato eventi di maremoto e che quindi, presumibilmente ne subiranno anche in futuro. Permette, inoltre, di conoscere le caratteristiche dei

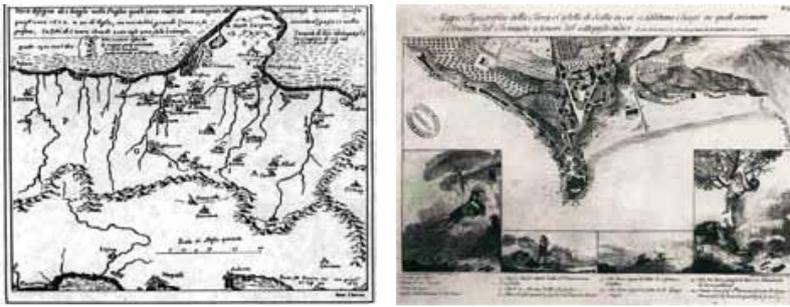


Figura 1. A destra, disegni relativi al maremoto del 6 febbraio 1783; a sinistra, mappa dei territori colpiti dal terremoto del 1627 in Puglia

maremoti (intensità, propagazione, altezza onde, ecc.) nelle diverse zone.

I cataloghi dei maremoti, tuttavia, coprono periodi di tempo piuttosto limitati, dell'ordine di qualche migliaio di anni. Per ottenere informazioni su possibili maremoti avvenuti in epoche molto più remote, quelli che vengono definiti comunemente paleotsunami, negli ultimi decenni si sono sviluppati studi basati su osservazioni dirette sul terreno. Il metodo usato è quello di eseguire perforazioni fino a qualche metro di profondità (tre - cinque metri) in zone costiere considerate a rischio maremoto in base ai dati riportati nei cataloghi. I sedimenti rinvenuti vengono analizzati e datati per identificare possibili depositi di materiale lasciati da maremoti avvenuti in epoche lontane.

Per gli eventi storici più recenti sono disponibili molte cronache, cartografie, disegni, fotografie, cartoline e anche relazioni tecniche di commissioni istituite per la stima dei danni e per le azioni di ricostruzione (Figura 1 e Figura 2 nella pagina seguente). Per esempio, il terremoto ed il maremoto del 1908 sono ben documentati nella relazione della Commissione reale incaricata di designare le zone più adatte per la ricostruzione degli abitati colpiti dal terremoto del 28 dicembre 1908 o da altri

precedenti. (Tip. della R. Accademia dei Lincei, 1909 - Figura 2).

L'area mediterranea è particolarmente favorita in tal senso, infatti la presenza di antiche civiltà lungo le coste del Mar Mediterraneo ci ha lasciato fonti documentali che si spingono molto indietro nel tempo. Molte di meno sono invece le testimonianze per le aree degli oceani Pacifico (con l'eccezione del Giappone) e Atlantico. Comunque, le informazioni scritte diventano sempre più rare e meno precise andando indietro nel tempo, lasciando sempre maggiori incertezze. Altri metodi di studio, a carattere tipicamente geologico, vengono allora in aiuto, consentendo di spingere le nostre osservazioni nel passato preistorico (paleotsunami) quando ne sia rimasta traccia nei sedimenti costieri, o anche meglio caratterizzare gli eventi storici più antichi. Infatti, i maremoti sono in grado di produrre effetti anche permanenti sull'ambiente costiero, fino a modificare le caratteristiche della linea di costa, attraverso fenomeni di erosione e/o deposizione. Essi possono, quindi, lasciare evidenze di tipo geologico e/o di tipo geomorfologico, ovvero sedimenti e/o forme caratteristiche e, attraverso lo studio di tali evidenze (tsunamiti), è possibile ricavare preziose informazioni sull'evento che le ha generate.

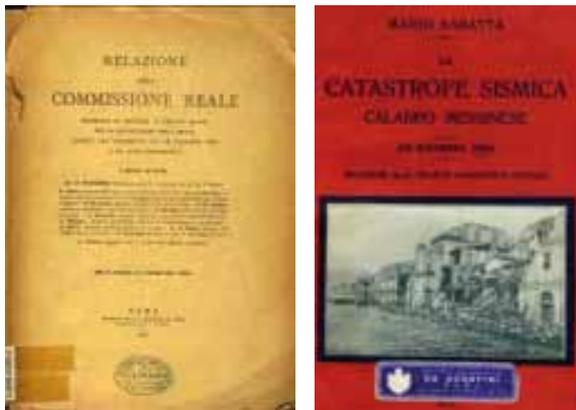


Figura 2. Alcune delle fonti storiche disponibili per il terremoto e maremoto del 1908

In aree particolarmente favorevoli alla conservazione delle tracce di antichi maremoti, come per esempio le aree dei laghi e delle lagune costiere (ma anche marine prossime alla costa), si possono trovare depositi tsunamigenici, ovvero con un'origine indiscutibilmente legata all'azione di un maremoto. Maremoti particolarmente violenti possono strappare dalla costa anche grossi massi e spingerli nell'entroterra,

come è avvenuto lungo la costa sudorientale iblea, (Sicilia sudorientale), in occasione degli eventi del 1169 e del 1693, e probabilmente di altri maremoti precedenti (Figura 3 e Figura 4).



Figura 3. Massi di grosse dimensioni presenti lungo il tratto di costa tra Augusta e Siracusa. Scicchitano et al. (2007) attribuiscono tali depositi ai maremoti del 1169 e 1693



Figura 4. Due dei 175 massi presenti sulla piattaforma marina nell'area di Vendicari (Sicilia sudorientale) interpretati come depositi da maremoto (De Martini et al., 2012)

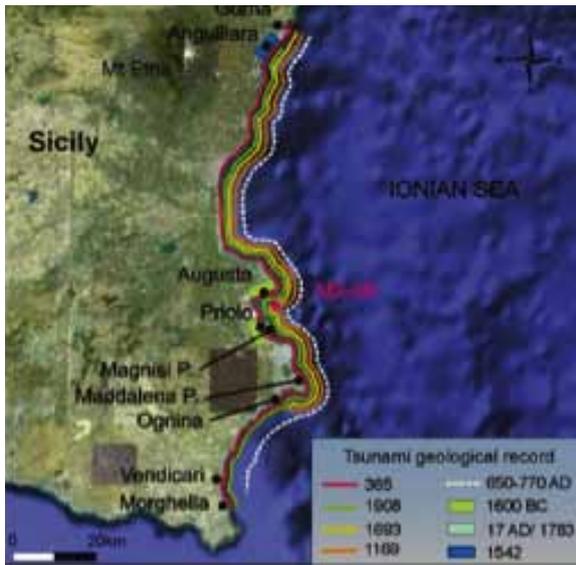


Figura 5. Evidenze geologiche di maremoti che hanno interessato la costa orientale della Sicilia. Le linee colorate a tratto continuo identificano i tratti di costa inondata dai corrispondenti maremoti; la linea a tratteggio indica la costa inondata da maremoti sconosciuti. I rettangoli colorati indicano la porzione di costa inondata da eventi locali. Fonte: De Martini et al. (2012)

Nell'area di Vendicari, De Martini et al. (2012) hanno studiato 175 massi di grosse dimensioni ubicati a 5 m slmm (sul livello medio del mare) al di sopra di una piattaforma di abrasione marina larga 50-70 metri. Tali massi sono stati interpretati come depositi di due eventi di maremoto che si sono verificati nei periodi: 660-940 d.C. e 1700-1950. Gli stessi autori, in quest'ultima finestra temporale, ritengono più probabile attribuire i massi al maremoto del 1693, che ha prodotto disastrosi effetti nell'area siracusana, ben descritti nelle fonti storiche.

Le aree di costa bassa e di laguna protetta lungo la costa orientale della Sicilia presentano condizioni favorevoli a rappresentare trappole per depositi da tsunami. Gli studi condotti sui sedimenti delle paludi costiere hanno consentito di individuare tsunamiti riferibili a diversi maremoti del passato (Figura 5, Figura 6, Figura 7).

In particolare, il maremoto più antico di cui si rinvergono evidenze abbastanza continue lungo la costa siciliana è quello del 365 d.C. originato da un forte terremoto nel Mar Egeo (Creta), mentre di altri precedenti si hanno evidenze sporadiche e talvolta di non facile interpretazione e/o datazione. Altri autori (Smedile et al., 2008) individuano paleotsunami nell'area di Augusta e di Priolo, che datano in 3 finestre temporali: 570-122 a.C.; 100-800 a.C.; 2100-1635 a.C. (Figura 7).

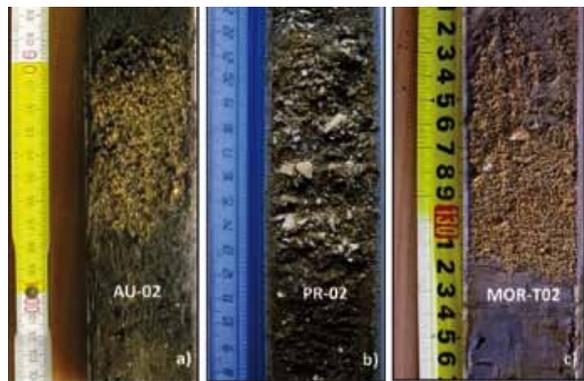


Figura 6. Tre differenti depositi da maremoto rinvenuti in sondaggio ad Augusta (AU-02), Priolo (PR-02) e Morghella (MOR-T02). De Martini et al., 2012

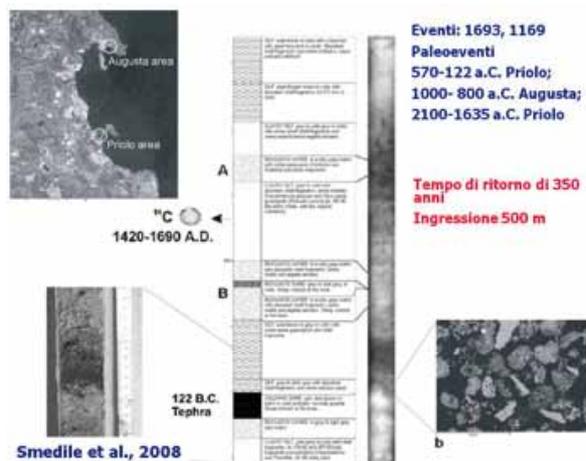


Figura 7. Evidenze geologiche di paleotsunami nelle baie di Augusta e Priolo (Sicilia sudorientale). Sono state ritrovate evidenze di cinque eventi. Le informazioni hanno consentito di stimare un tempo di ritorno di 350 anni e valutare un'ingressione massima di 500 metri. Fonte: Smedile et al. (2008)

Le aree del Pacifico presentano un'elevata pericolosità da maremoto, ma hanno anche una minore ricchezza di fonti storiche rispetto all'area mediterranea. Tuttavia, nelle Isole Hawaii e in Giappone, si tramandano molte leggende e una grande sensibilità verso il fenomeno del maremoto. In particolare lungo le coste giapponesi, colpite dal maremoto del 2011, si trovano centinaia di cippi (*tsunamis warning stones*, vedi fig. 8) che invitano la popolazione a non costruire la propria casa al di sotto del limite indicato dalla pietra (Figura 8 e Figura 9). Tali pietre sono state posizionate lungo costa dagli antenati dei giapponesi di oggi, a indicare il limite raggiunto da un evento di maremoto avvenuto circa 600 anni fa.



Figura 8. Cippi presenti lungo le coste giapponesi, che invitano la popolazione a non costruire la propria casa a quota inferiore a quella indicata dalle pietre monumentali. Le pietre indicano il limite raggiunto da un maremoto avvenuto circa 600 anni fa

L'insieme delle informazioni disponibili sui maremoti, che in passato hanno colpito una data area geografica, sono fondamentali per la definizione di chiari scenari di evento.

Le informazioni storiche e le evidenze geologiche ci consentono, infatti, di stimare l'energia dell'evento, di definire i valori massimi di *run-up* e d'inondazione sperimentati dai diversi settori costieri. Tutte queste informazioni possono confluire nella redazione di dettagliate mappe d'inondazione, che consentono di valutare i livelli di pericolosità per le diverse aree costiere e sono fondamentali per la stima del rischio e la definizione di interventi di mitigazione (Figura 10).

Inoltre, i dati sui maremoti del passato sono importanti come supporto per gli studi di modellazione. Essi, infatti, consentono la verifica dei risultati dei modelli e la loro validazione. Lo sviluppo di metodologie di modellazione sempre più accurate consente di utilizzare tali



Figura 9. A sinistra, il cippo al limite del maremoto di 600 anni fa; a destra, gli effetti prodotti da maremoto del 2011, circa 100 metri a valle, lungo la stessa strada, nella Prefettura di Miyako

tecniche anche nelle aree dove mancano dati storici, con sempre maggiore attendibilità.

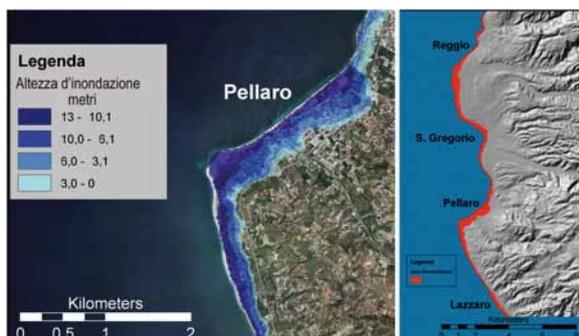


Figura 10. Esempio di mappe d'inondazione prodotte a partire dai dati storici; le mappe si riferiscono al settore della costa calabra maggiormente colpito dal maremoto del 28 dicembre 1908. Fonte: Di Manna et al. (2009)

IL MONITORAGGIO SISMICO

Per difendersi dalle catastrofi naturali è fondamentale che i Paesi collaborino fra di loro, non solo intervenendo con aiuti quando il disastro è già accaduto, ma tenendo conto che la sor-

veglianza e la prevenzione hanno un ruolo più importante. Abbiamo visto che è impossibile prevedere un terremoto: quindi se accade bisogna contare sulla tempestività e l'efficienza dei soccorsi.

Per questo è necessario che le strutture di protezione civile abbiano informazioni rapide e precise sulla localizzazione del terremoto, la sua magnitudo e le zone interessate. Questi dati si possono avere solo grazie a un'ampia distribuzione delle reti di sorveglianza sismica. Esistono molte reti sismiche a livello locale, nazionale e internazionale che inviano i propri dati ai centri di raccolta dati nazionali e internazionali.

Il più importante centro dati europeo è il Csem - Centro Sismologico Euro-mediterraneo: qui

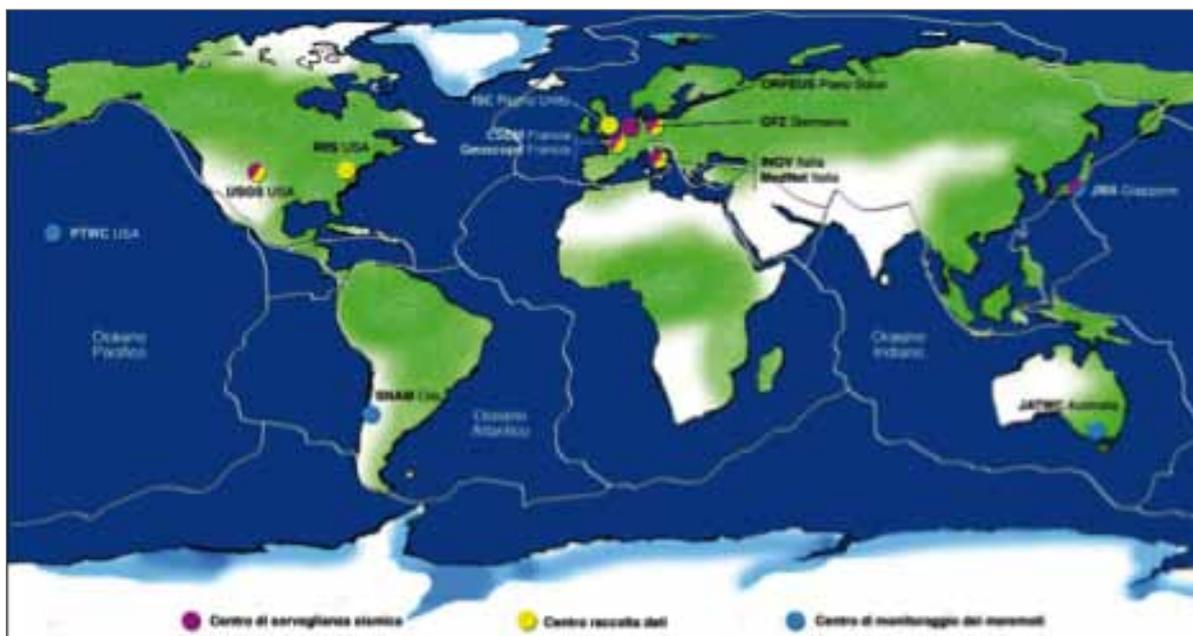


Figura 11. In questo planisfero sono evidenziati i più importanti nodi della rete mondiale per la sorveglianza sismica e il monitoraggio dei maremoti. I dati raccolti e trasmessi dalla rete non servono solo a scopo di studio e informazione, ma sono preziosi per intervenire tempestivamente in caso di terremoto o maremoto

Tabella 1. I principali centri di sorveglianza sismica, raccolta dati sismici e monitoraggio dei maremoti

	CENTRO	CITTÀ	NAZIONE	
CSEM	Centro Sismologico Euro-Mediterraneo	Parigi	Francia	http://www.emsc-csem.org
Ingv	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia	Roma	Italia	www.ingv.it
Geoscope		Parigi	Francia	geoscope.ipgp.fr
GFZ	GeoForschungsZentrum	Potsdam	Germania	www.gfz-potsdam.de
IRIS	Incorporated Research Institutions for Seismology	Washington DC	USA	www.iris.edu
ISC	International Seismological Centre	Londra	Regno Unito	www.isc.ac.uk
JATWC	Joint Australian Tsunami Warning Centre	Melbourne	Australia	www.bom.gov.au/tsunami
JMA	Japan Meteorological Agency	Tokio	Giappone	www.jma.go.jp
MedNet	Mediterranean Network	Roma	Italia	mednet.rm.ingv.it
ORFEUS	Observatories and Research Facilities for European Seismology	De Bilt	Paesi Bassi	www.orfeus-eu.org
PTWC	Pacific Tsunami Warning Center - National Oceanic and Atmospheric Administration	Hawaii	USA	ptwc.weather.gov
SNAM	Sistema Nacional de Alarma de Maremotos del Servicio Jodrografico y Oceanografico de la Armada	Valparaiso	Cile	www.snamchile.cl
USGS	U.S. Geological Survey	Denver	USA	earthquake.usgs.gov

vengono raccolti i dati di tutte le reti europee e del bacino mediterraneo, dando così un valido supporto ai vari centri nazionali di sorveglianza. A livello mondiale, la Fdsn - Federazione delle Reti Sismiche Digitali a Larga Banda promuove lo scambio di dati e cura l'ottimizzazione

della distribuzione, su tutto il globo, di stazioni sismiche di elevata qualità. Il centro informativo di maggior prestigio e affidabilità per quanto riguarda la sismicità mondiale è senz'altro il NEIC - *National Earthquake Information Center* del USGS - U.S. *Geological Survey*.

Dal momento che, come abbiamo detto, la maggior parte dei maremoti distruttivi è causata da terremoti, le reti sismiche e lo scambio dei dati tra nazioni in tempo reale è determinante anche per ridurre l'impatto dei maremoti sulle coste in quanto consente di sapere, entro pochissimi minuti, che si è generato un terremoto in grado di produrre un maremoto. Per quanto veloci, le onde di maremoto viaggiano molto più lentamente di quelle sismiche e, perciò, disporre di un sistema di monitoraggio dei maremoti sia in mare aperto che sulle coste consente di allertare le zone potenzialmente interessate dall'arrivo di un'onda di maremoto. Il preavviso può variare, a seconda della distanza, da qualche decina di minuti ad alcune ore, utili per avvertire le autorità competenti dell'arrivo delle onde.

IL MONITORAGGIO ONDAMETRICO E MAREOGRAFICO

La Rete mareografica nazionale è composta da 33 stazioni di misura uniformemente distribuite sul territorio nazionale che si trovano prevalentemente all'interno delle strutture portuali.

Le stazioni sono dotate anche di un sensore anemometrico (velocità e direzione del vento a dieci metri dal suolo), di un sensore barometrico, di un sensore di temperatura dell'aria e di un sensore di temperatura dell'acqua, oltre ad un sensore di umidità relativa. Inoltre dieci stazioni sono state dotate di una sonda multiparametrica per la valutazione della qualità dell'acqua. I parametri misurati sono i se-

guenti: temperatura dell'acqua, pH, conducibilità e redox.

Tutte le stazioni sono dotate di un sistema locale di gestione e memorizzazione dei dati e di un apparato di trasmissione (UMTS) in tempo reale alla sede centrale del Servizio mareografico nazionale a Roma. Inoltre in 9 stazioni strategiche per la misura di fenomeni particolari (onde anomale) è presente un secondo sistema di trasmissione dati via satellite con tecnologia IRIDIUM che garantisce il collegamento anche in presenza di situazioni di black-out del sistema UMTS.

La Rete ondometrica nazionale è composta da 15 boe meteo-oceanografiche, ormeggiate a largo delle coste italiane ad una distanza contenuta generalmente entro le 12 miglia nautiche, nelle posizioni e sui fondali riportati di seguito in tabella 2.

Le boe Ron sono tutte prodotte dalla società canadese Axys Ltd., modello Watchkeeper™, equipaggiate con riflettore radar con RCS di dieci metri quadrati e con un fanale marino per segnalazione notturna, posizionato a 2,5 metri dalla linea di galleggiamento, con portata di tre miglia nautiche e sequenza di lampeggio configurata secondo le direttive standard ODAS/IALA. Il sensore ondometrico direzionale allo stato solido montato sulle boe Ron è il TRIAXYS™ composto da tre accelerometri, tre giroscopi e una bussola fluxgate; completano la strumentazione delle boe una stazione meteorologica completa, un termometro per la misura della temperatura superficiale dell'acqua e in al-

Tabella 2. Codifica e coordinate delle stazioni della Rete Ondametrica Nazionale

CODICE WMO	STAZIONE	LATITUDINE	LONGITUDINE	PROFONDITÀ
61207	CATANIA	37°26'24"N	15°08'48"E	90
61208	MAZARA	37°31'05"N	12°32'00"E	85
61209	PALERMO	38°15'30"N	13°20'00"E	145
61210	CROTONE	39°01'25"N	17°13'12"E	80
61211	CETRARO	39°27'12"N	15°55'06"E	100
61212	SINISCOLA	40°37'00"N	09°53'30"E	130
61213	ALGHERO	40°32'55"N	08°06'25"E	85
61214	PONZA	40°52'00"N	12°57'00"E	115
61215	MONOPOLI	40°58'30"N	17°22'40"E	85
61216	CIVITAVECCHIA	42°14'41"N	11°33'14"E	62
61217	ORTONA	42°24'24"N	14°32'12"E	72
61218	ANCONA	43°49'26"N	13°43'10"E	70
61219	LA SPEZIA	43°55'45"N	09°49'40"E	85
61220	VENEZIA	45°20'00"N	12°31'00"E	17
61221	CAGLIARI	39°06'54"N	09°24'18"E	150

cuni siti una sonda multiparametrica. Le boe trasmettono in tempo reale (ogni 30 minuti) i dati rilevati a corrispondenti centri locali di ricezione sulla costa tramite un ponte radio VHF. Dalle serie temporali di elevazione e spostamento vengono ottenuti i parametri sintetici descrittivi del moto ondoso:

- Hs (metri), altezza d'onda significativa spettrale
- Tp (secondi), periodo di picco
- Tm (secondi), periodo medio
- Dm (gradi N), direzione media
- i parametri spettrali per banda di frequenza.

La diffusione dei dati avviene in tempo differito, mediante la pubblicazione di uno specifico bollettino, e in tempo reale, principalmente mediante il sito web www.telemisura.it mediante Televideo RAI pag.719, e mediante il

sistema GTS - *Global Telecommunication System* agli organismi nazionali e internazionali che si occupano di meteorologia.

Le reti sopra descritte, messe a fattor comune con quelle degli altri Paesi che si affacciano sul Mediterraneo, possono essere utilizzate per registrare il passaggio dell'onda di maremoto.

Perché questo sia possibile, è necessario:

- portare a compimento accordi formali con i vari Paesi, perché mettano a disposizione reciproca i dati delle rispettive reti di monitoraggio in tempo reale; ad oggi la copertura del Mediterraneo è solo parziale, come possibile vedere nella mappa sottostante



Figura 12. Il sito web di Ispra (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) e la mappa della localizzazione delle stazioni di misura della rete mareografica nazionale

- tarare gli strumenti delle reti di monitoraggio del livello del mare affinché siano in grado di rilevare le caratteristiche lunghezze d'onda degli tsunami (che, come abbiamo visto, sono molto diverse da quelle delle normali onde marine, per il rilievo delle quali sono in genere state create le reti stesse)
- mettere a punto complessi sistemi di trasmissione dei dati (fra le reti dei diversi Paesi e, nell'ambito della rete nazionale, dalle boe al centro di elaborazione di

Roma) che possano garantire totale affidabilità ed elevatissima rapidità, nel segnalare il verificarsi di un'onda di maremoto in tempi utili a informare le autorità incaricate dell'allertamento e ad allertare la popolazione, nonostante i brevissimi tempi di propagazione delle onde di maremoto nel ristretto piccolo bacino del Mediterraneo (variabili, a seconda della zona di provenienza del maremoto, da pochi minuti a, poco più di un'ora).



Figura 13. Strumenti di misurazione della rete mareografica nazionale (fonte: www.idromare.it)



Figura 15. Boa *Watchkeeper* della Rete Ondametrica Nazionale.

Figura 14. Mappa della localizzazione delle stazioni di misura della rete ondametrica nazionale (dal sito web del Servizio Mareografico di Ispra)



Figura 16. Sito web della Commissione Oceanografica Intergovernativa (IOC - *Intergovernmental Oceanographic Commission*, vedi paragrafo seguente per dettagli) e mappa delle stazioni di misura del livello del mare ad oggi condivise a scala mediterranea. È evidente la quasi totale mancanza di stazioni di misura condivise lungo la costa nord africana.

I SISTEMI DI ALLERTAMENTO DA RISCHIO MAREMOTO

I sistemi di allertamento da rischio maremoto o *Tsunami Warning System* hanno la funzione di raccogliere, distribuire e interpretare, in maniera continuativa, tutti i segnali sismici disponibili e i dati relativi a livello del mare per individuare l'eventuale esistenza e propagazione di un'onda di maremoto. In base alle informazioni acquisite, predispongono tempestivi e chiari avvisi di allertamento per l'area di loro competenza, condividono e scambiano dati e informazioni con altri centri di ricerca nazionali e internazionali.

Il primo sistema di allertamento di questo genere è stato attivato nell'area dell'Oceano Pacifico – *Pacific Tsunami Warning System* – e costituisce il modello di riferimento in questo settore. Nato nel 1968, è coordinato dall'IOC – *Intergovernmental Oceanographic Commission*, l'ente istituito dall'Unesco nel 1960 per promuovere la cooperazione internazionale nell'ambito della ricerca e della tutela degli oceani e delle aree costiere.

In seguito al maremoto del Sud Est Asiatico del 26 dicembre 2004, l'IOC ha ricevuto il mandato di supportare anche tutti gli stati membri dell'Unesco che si affacciano sull'Oceano Indiano a costituire il proprio sistema di allertamento per i maremoti (IOTWS - *Indian Ocean Tsunami Warning System*). Ha inoltre iniziato a coordinare il processo di progressiva istituzione di analoghi sistemi di allertamento nei Caraibi (*Caribbean Sea and Adjacent Re-*

gions Tsunami Warning System) e nel Nord Est Atlantico, Mediterraneo e Mari collegati (NEAMTWS – *North Eastern Atlantic & Mediterranean Tsunami Warning System*).



Figura 17. I sistemi di allarme attualmente in uso nell'Oceano Pacifico e nell'oceano Indiano per avvisare del formarsi di un maremoto sono basati su sensori collocati sul fondale marino che misurano le variazioni della colonna d'acqua e inviano l'allarme, attraverso boe galleggianti e satelliti, alle stazioni costiere.



Figura 18. Distribuzione dei sistemi di allertamento tsunami nel mondo

IL PROGETTO NEAMTWS PER L'ALLERTAMENTO DELL'AREA DEL MEDITERRANEO

Il progetto NEAMTWS, iniziato nel 2005, prevede la costituzione di un sistema di allertamento da rischio maremoto per il Nord Est Atlantico, Mediterraneo e mari collegati simile a quello già operante nell'area del Pacifico, dei Caraibi e dell'Oceano Indiano.

Il progetto prevede che il NEAMTWS si strutturi in:

- reti di monitoraggio integrate a scala internazionale (monitoraggio sismico, mareografico, onda metrico)
- una catena di allertamento internazionale composta da: Centri regionali di allertamento, incaricati di trasmettere l'allerta a scala internazionale (TWP - *Tsunami Watch Providers*); Centri nazionali di allertamento, incaricati di ricevere l'allerta proveniente dal contesto internazionale, assicurandone la tempestiva trasmissione alle autorità di protezione civile nazionali (NTWCs, *National Tsunami Warning Centres*)
- infrastrutture di allertamento caratterizzate da tecnologie avanzate, che assicurino la necessaria velocità di trasmissione delle informazioni (es. telecomunicazioni satellitari)
- procedure standardizzate a scala internazionale per l'allertamento e la comunicazione.

Nel Mediterraneo è in costruzione il sistema NEAMTWS, a cui partecipa anche l'Italia ma in modo ancora sperimentale. Questo sistema è analogo a quelli già attivi nel Mar dei Caraibi e negli oceani Pacifico e Indiano, ma rispetto a questi ha dei limiti: in un mare poco ampio come il Mediterraneo, infatti, i tempi di arrivo delle onde sono molto brevi

e questo riduce la possibilità di allertare la popolazione. Solo per i maremoti causati da eventi sismici che si verificano lontano dalle coste italiane (come ad esempio nei mari della Grecia) l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale e il Dipartimento della Protezione Civile potranno avere il tempo per allertare la popolazione attraverso tv, radio e web. È quindi importante conoscere bene le norme di comportamento, ricordando però che il rischio maremoto comporta inevitabilmente la possibilità di falsi allarmi.

Le difficoltà maggiori, ancora da superare, sono legate ai ridottissimi tempi di preavviso a disposizione in caso di evento: la propagazione di un'onda di maremoto in un bacino ristretto come il Mediterraneo richiederebbe infatti da pochissimi minuti a, massimo, poco più di un'ora, in funzione della localizzazione della sua zona di origine.

La mappa (Figura 19) riporta alcuni dati relativi ai tempi di arrivo attesi lungo le coste per onde di maremoto che si generano, lungo le faglie sottomarine contrassegnate con i numeri da 1 a 3.

Il funzionamento operativo di NEAMTWS, quale sistema di allertamento per il rischio maremoto nel Mediterraneo, è un obiettivo estremamente complesso, che si deve ancora raggiungere. Esso infatti comporta l'uso di tecnologie di trasmissione delle informazioni avanzatissime, oltre che strategie di allertamento e procedure internazionali e nazionali assolutamente innovative, per la cui adozi-

ne è necessario un articolato coordinamento politico, fra Paesi caratterizzati da culture e

situazioni socio-politiche molto diverse e in continua, rapida trasformazione.

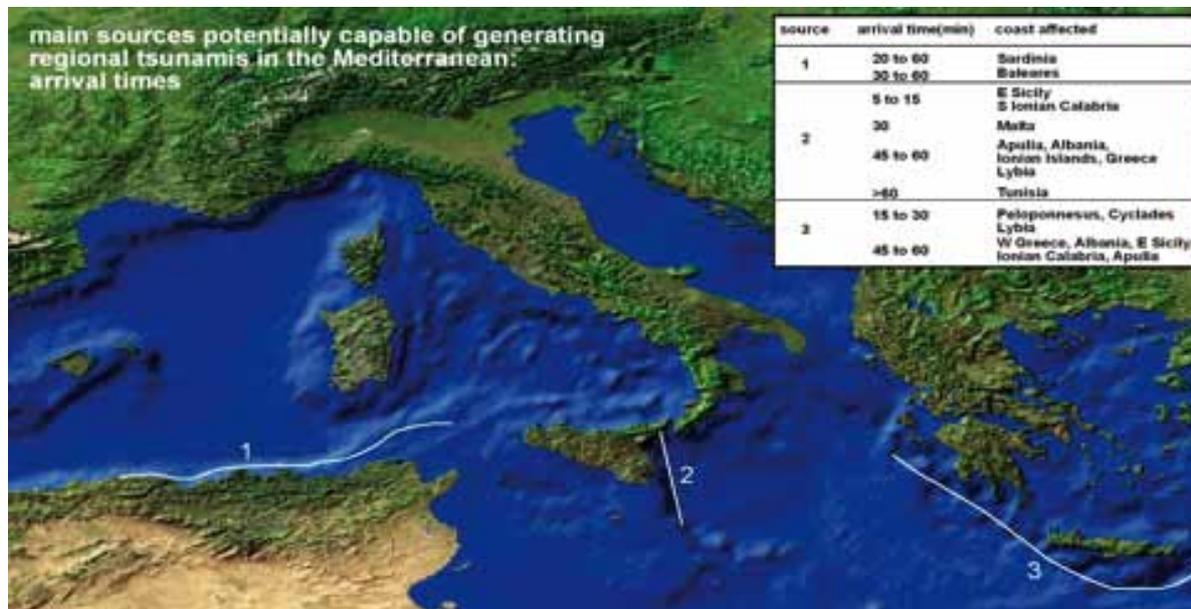


Figura 19. Tempi di arrivo lungo le coste mediterranee, calcolati per onde di tsunami che si generano in corrispondenza delle faglie contrassegnate dai numeri 1, 2, 3. Fonte: Ingv

IL CENTRO DI INFORMAZIONE TSUNAMI DEL MEDITERRANEO: NEAMTIC (NORTH EASTERN ATLANTIC & MEDITERRANEAN TSUNAMI INFORMATION CENTRE)

Nell'ambito del progetto NEAMTWS sono attivi una serie di Gruppi di lavoro internazionali con il compito di affrontare diverse tematiche: valutazione del rischio, modelli matematici di propagazione di onde di maremoto; misurazioni sismiche e geofisiche; misurazioni del livello del mare; strategie di allertamento e procedure internazionali; strategie di mitigazione del rischio maremoto e modalità di informazione pubblica. I prodotti ad oggi disponibili, relativi alla diffusione della conoscenza sul rischio maremoto e sul sistema NEAMTWS, sono organizzati nell'ambito del Centro di informazione tsunami (NEAMTIC) dedicato alla regione Mediterranea. Il Centro è pertanto una risorsa web ([http://neamtic.](http://neamtic.ioc-unesco.org/)

[ioc-unesco.org/](http://neamtic.ioc-unesco.org/)) volta a soddisfare le esigenze delle autorità di protezione civile e di un ampio pubblico in generale, fornendo informazioni sui sistemi di allarme, i rischi e le buone pratiche in materia di maremoti e altri rischi correlati a livello del mare. In NEAMTIC sono disponibili: poster sui comportamenti di autoprotezione per studenti delle scuole elementari e per gli ospiti di strutture alberghiere lungo la costa; linee guida per la gestione del rischio maremoto per autorità di protezione civile; procedure di evacuazione consigliate in caso di maremoto per i piani di emergenza delle strutture turistiche; linee guida e buone pratiche per la gestione dei rischi costieri; corso online per le scuole medie sul mare, le sue dinamiche e i rischi ad esso correlati.

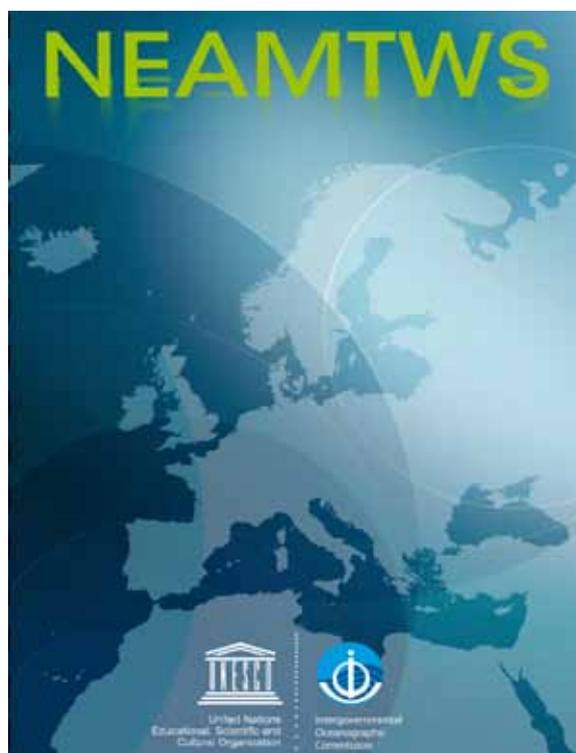
L'ITALIA NEL SISTEMA DI ALLERTAMENTO PER IL MEDITERRANEO a cura di Eleonora Panunzi, Marzia Santini, Antonella Scalzo

IN ITALIA ESISTE UN SISTEMA DI ALLERTAMENTO?

Nel Mediterraneo è in via di costruzione un sistema di allertamento internazionale, a cui partecipa anche l'Italia, ma in modo ancora sperimentale. Questo sistema è analogo a quelli già attivi nel Mar dei Caraibi e negli oceani Pacifico e Indiano, ma rispetto a questi ha dei limiti: in un mare poco ampio come il Mediterraneo, infatti, i tempi di arrivo delle onde sono molto brevi e questo riduce la possibilità di allertare la popolazione. Solo per i maremoti causati da eventi sismici che si verificano lontano dalle coste italiane (come ad esempio nei mari della Grecia) l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale e il Dipartimento della Protezione Civile potranno avere il tempo per allertare la popolazione attraverso tv, radio e web. È quindi importante conoscere bene le norme di comportamento, ricordando però che il rischio maremoto implica inevitabilmente la possibilità di falsi allarmi.

L'Italia è Stato Membro dell'IOC - *Intergovernmental Oceanographic Commission di UNESCO* - ossia l'organo di coordinamento del programma di costruzione del sistema di allertamento NEAMTWS. Come tale ha contribuito attivamente fin dall'inizio, insieme alla comunità internazionale, al lavoro di progettazione e realizzazione del sistema. Gli enti coinvolti in questo lavoro, per conto dell'Italia, sono il Dipartimento della Protezione Civile, quale autorità nazionale di protezione civile; l'Ingv - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, responsabile del monitoraggio sismico e vulcanico del territorio italiano e l'Ispra - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, che si occupa del monitoraggio mareografico e ondometrico delle acque territoriali. Questi tre enti collaborano fra loro per portare a compimento e pieno funzionamento il sistema di allertamento nazionale per il rischio tsunami e, una volta operativo, per proporlo su scala inter-

nazionale, come centro regionale di allertamento, ossia disponibile ad allertare anche le autorità di protezione civile di altri Stati.



I SISTEMI DI ALLERTAMENTO DA RISCHIO MAREMOTO NEL MONDO



OCEANO PACIFICO. Il PTWS - *Pacific Tsunami Warning System* comprende 30 stati membri che sono bagnati dall'Oceano Pacifico. Il PTWS è gestito dalla US NOAA - *United States National Oceanographic and Atmospheric Administration* che ha la responsabilità di inviare allertamenti da rischio tsunami a tutti gli stati membri del PTWS. Oltre agli USA, gli stati dell'area del Pacifico che vantano la più lunga tradizione in TWS sono la Russia e il Giappone. In Russia, il sistema è attualmente strutturato in tre servizi regionali, localizzati nelle coste della Russia del Pacifico, es. l'Isola di Sakhalin, nella Kamchatka e nella Primorsky Krai. In Giappone la responsabilità del monitoraggio e dell'allertamento per il rischio tsunami è garantita dalla JMA - *Japanese Meteorological Agency*, che concentra le responsabilità nazionali per la previsione e l'allertamento per le condizioni meteo, terremoti, tsunami ed eruzioni vulcaniche. Considerato il numero elevato di possibili sorgenti tsunamigeniche (faglie attive sottomarine)

attorno all'area del Pacifico e il conseguente ampio numero di paesi coinvolti, c'è una tendenza nell'area del Pacifico a integrare le attività del PTWS attraverso l'utilizzo di piccoli gruppi sub-regionali, come ad esempio la Costa Pacifica dell'America Centrale, il Pacifico Sud-Occidentale, il Mare Cinese del Sud e il Pacifico Nord-Occidentale, con l'obiettivo di dare un migliore servizio in caso di specifiche necessità.

OCEANO INDIANO. La costruzione dell'IOTWS - *Indian Ocean Tsunami Warning System* è stata avviata a seguito dello tsunami del 2004. Dall'11 Ottobre 2011, molti stati della regione hanno annunciato il completamento delle infrastrutture di base per i sistemi nazionali, tra questi l'India, l'Indonesia, la Thailandia e l'Australia.

CARAIBI. Il sistema di allertamento tsunami per la regione caraibica (ICG/CARIBE-EWS) è stato fondato nel 2005. A differenza di altre regioni, il sistema è stato concepito fin dall'inizio con un approccio multi rischio, con un focus particolare su uragani e tsunami.



Tra gli eventi più devastanti che si ricorda a memoria d'uomo c'è il maremoto del Sud Est Asiatico del 26 dicembre 2004 (275mila vittime e 15 Paesi coinvolti).

Il maremoto ha evidenziato anche il fallimento delle tecnologie figlie delle "civiltà evolute" alle quali si è contrapposta un'eccezione, costituita da una sparuta minoranza etnica: i Moken, o "zingari del mare". L'eccezione è clamorosa se si considera che questo popolo è in netta antitesi con tutto ciò che è tecnologico. I Moken hanno da sempre fatto del mare la propria Nazione e le barche la loro abitazione. Il rapporto dei Moken con il mare è così intimo e profondo che i loro occhi si sono adattati, nel corso delle generazioni, a veder meglio sott'acqua.

Senza alcuna tecnologia, ma con una conoscenza del mare che non ha eguali nel pianeta, i Moken sono fuggiti sulle colline delle isole subito prima dell'arrivo delle onde di Tsunami del 26 dicembre.

Sulla base di quali conoscenze?

RELAZIONI TRA MEMORIA, OBLIO E MAREMOTI

Per provare a rispondere a questa domanda partiamo da alcuni studi recenti sulla memoria. Non esiste una singola definizione di memoria perché la memoria è un processo dinamico. Possiamo definire la memoria come un processo in continuo divenire che rimodella i suoi contenuti in accordo con il presente, il contesto e il tempo. In questo processo alcune parti emergono (memoria) mentre altre vengono sommerse (oblio). Memoria e oblio sono quin-

di parti di uno stesso processo. I maremoti sono fenomeni che nel nostro Paese si verificano piuttosto raramente e per questo sono più soggetti all'oblio.

Per contrastare l'effetto dell'oblio chi si occupa di comunicazione e di riduzione del rischio, dovrebbe andare verso una direzione costruttiva della memoria, capace di valorizzare il passato, vivere il presente e orientare il futuro.

MEMORIA E COMUNICAZIONE

Non esiste memoria senza comunicazione, quindi la memoria è un problema della comunicazione e chi si occupa di comunicazione se ne dovrebbe necessariamente preoccupare.

Allo stesso tempo la memoria è qualcosa di qualitativamente diverso dalla comunicazione in quanto la memoria è soggetta a dei vincoli biologici e cognitivi. Questo rende il rapporto memoria-comunicazione qualcosa di complesso. Semplificando possiamo affermare che mentre le radici della memoria sono nei corpi, la comunicazione è un processo che riguarda il sociale. Come già detto non esiste una definizione unitaria della memoria perché essa è per definizione dinamica: una memoria processuale che si rimodella in funzione del presente, tenendo conto principalmente del contesto di riferimento e del passare del tempo. Il concetto di memoria non è assoluto, la memoria per essere inquadrata ha bisogno di essere inquadrata nel suo legame indissolubile con l'oblio. Quindi quando parliamo di memoria in realtà parliamo di un processo in continuo divenire tra ricordo e non ricordo. Ebbinghaus (1885), considerato il padre della

psicologia scientifica, si interrogò sul rapporto tra memoria e oblio in relazione ai processi di apprendimento. I suoi studi hanno prodotto i primi moderni risultati sintetizzabili nella cosiddetta curva dell'oblio riportata in figura 1. Il grafico riporta i risultati ottenuti da Ebbinghaus in una serie di esperimenti sulla memoria e l'oblio. Ai soggetti veniva chiesto di imparare e ricordare una serie di sillabe senza senso. La linea rossa indica il decadimento del ricordo (oblio) delle sillabe, che vengono quasi completamente dimenticate dopo tre mesi. Le linee verdi indicano la curva dell'oblio quando a distanza di tempo vengono proposte le ripetizioni delle stesse sillabe. In accordo con gli studi di Ebbinghaus la comunicazione che riguarda i terremoti, o altri fenomeni ad essi collegati come gli tsunami, tende a decrescere in modo repentino sul web o sui social network (Fig. 2). In un recente studio i ricercatori giapponesi hanno provato a valutare l'interesse a seguito del terremoto e dello tsunami che ha colpito il Giappone nel Marzo 2011, osservando dal conteggio dei tweet su twitter come questo decadesse in modo molto rapido.

Figura 1. Curva dell'oblio di Ebbinghaus (1885)



OGNI TIPO DI MEMORIA HA IL SUO OBLIO

La memoria individuale è stata oggetto privilegiato di studio da parte della psicologia. In particolare per quanto riguarda il trauma la psicoanalisi ha fornito un grande contributo per la sua ricerca e definizione anche a livello inconscio. Questa forma di oblio è definita dalla psicoanalisi rimozione, in quanto la nostra coscienza non dà accesso a dei contenuti considerati dolorosi o indesiderabili.

Collettiva e sociale

Secondo la definizione dello storico Pierre Nora, la memoria collettiva è “il ricordo, o l'insieme dei ricordi, più o meno consci, di un'esperienza vissuta o mitizzata da una collettività vivente della cui identità fa parte integrante il sentimento del passato”. Il termine “memoria collettiva” è stato coniato nel 1920 da Maurice Halbwachs in contrapposizione al concetto di memoria individuale. La memoria collettiva è condivisa, trasmessa e anche costruita dal gruppo o dalla società. Anche la memoria collettiva è soggetta all'oblio e secondo gli studiosi l'oblio collettivo ha una forte influenza anche a livello individuale. Il sociologo Alessandro Cavalli parla di costruzione sociale dell'oblio. Ad esempio per il terremoto del Friuli, si è attuata una cancellazione, rimozione dell'evento calamitoso e la memoria si è rivolta alla ricostruzione e alla continuità con il passato pre-calamità. Al contrario nel terremoto del Belice, si è avuta la commemorazione, la celebrazione, l'esaltazione dell'evento calamitoso, quindi non la sua cancellazione ma anzi la sua sottolineatura come momento 0 che rimuove la memoria precedente all'evento.

Mediata

È una forma di memoria che viene costruita attraverso i mass-media. Sempre più spesso siamo testimoni di terremoti e catastrofi che non viviamo in prima persona ma alle quali abbiamo accesso attraverso i mass-media. In questo caso l'oblio è intrinseco all'evento

Transattiva

La memoria transattiva viene studiata in ri-

ferimento alle nuove tecnologie e ai cambiamenti nella modalità di memorizzare o dimenticare nell'era di internet, dell'era digitale e dell'icloud.

Questo tipo di memoria ha già in sé l'oblio in quanto è una memoria che non c'è, è disgiunta dal soggetto e dai contenuti da ricordare. Si focalizza invece sui percorsi necessari a recuperare il ricordo.

Figura 2. Curve dell'oblio ricavate dalle ricerche su internet dei termini terremoto e tsunami



LA MEMORIA DEI DISASTRI

Molti studi suggeriscono che dopo tre generazioni ci si dimentica di un disastro e non si prendono più precauzioni rispetto ad esso. Questo avviene dopo che l'ultima persona

che ha avuto esperienza diretta del disastro è scomparsa. Questo tipo di processo tra memoria e oblio ha perfettamente senso in una cultura dove la conoscenza e l'esperienza sono trasmesse oralmente, come testimonia-



Figura 2. Tre generazioni

to dagli antichi abitanti delle Isole Aleutine in Alaska, gli Aleuti.

Testimonianze archeologiche mostrano come i villaggi degli Aleuti sono stati ripetutamente ricollocati in posizione più elevate dopo l'accadimento di uno tsunami, ma gli stessi villaggi venivano ricostruiti a livello del mare a distanza di circa 100 anni dall'ultimo tsunami.

Il termine delle tre generazioni per i ricordi sembra essere vero anche per altre specie animali. Le femmine più anziane degli elefanti durante la siccità guidano il branco verso pozze d'acqua che ricordano da precedenti esperienze legate alla loro giovinezza. Ma se un branco perde l'esperienza e il ricordo delle femmine più anziane e i componenti più giovani non ne hanno fatto esperienza direttamente il branco non è più in grado di sopravvivere durante la siccità.

Il limite delle tre generazioni, inoltre, sembra essere vero solo nel caso di esperienza vissuta direttamente o di soggetti ai quali questo tipo di esperienza è stata trasmessa oralmente. Alcuni ricercatori ritengono che le conoscenze trasmesse dalla scuola o attraverso i media siano maggiormente soggette all'oblio, riducen-

do ulteriormente il limite delle tre generazioni. L'aumento dell'oblio sembrerebbe dovuto alla modalità di trasferimento delle conoscenze che non lasciano più tempo al racconto orale e all'esperienza che gli anziani hanno del mondo.



Figura 4. Pietra miliare giapponese che riporta inciso un avviso ai posteri, ricordando di non costruire abitazioni oltre questo punto perché una grande onda di maremoto in passato ha distrutto tutto quello che si trovava al di sotto della pietra

MEMORIA, RITI E RITUALI

Nei riti e nei rituali l'aspetto analogico è preponderante, insieme a quello sociale ed interattivo. I rituali nella comunicazione soddisfano due aspetti importanti: quello affettivo e quello simbolico.

La loro forza ed efficacia deriva da questo coinvolgimento a livello affettivo, in cui si scaricano

emozioni altrimenti non tollerate in altre situazioni, mentre nello stesso tempo esemplificano il significato di ciò che si sta per compiere.

Come osservava Bateson (1976), il rituale è anche trasmissione di informazione; esso è un insieme di segni che non soltanto riconferma nozioni e acquisizioni precedenti, ma è anche un meccanismo che permette di fornire nuove informazioni.

I riti e i rituali, dunque, si presentano come un insieme di segni, che non offrono però il codice che permette di interpretarli compiutamente. Essi appaiono da una parte come dotati di senso, dall'altra come privi di senso apparente.

Recentemente in Italia il Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca ha istituito la Giornata nazionale della memoria delle vittime dei disastri ambientali e industriali causati dall'incuria dell'uomo (Legge n. 101 del 14 giugno 2011). L'articolo 2 di questa legge dispone che, in occasione di tale Giornata, che ricorre il 9 ottobre di ogni anno, le scuole di ogni ordine e grado possono organizzare "manifestazioni, cerimonie, incontri e momenti di ricordo e riflessione sui fatti accaduti, al fine di promuovere attività di sensibilizzazione e di maggiore consapevolezza dei rischi connessi ad interventi che alterano gli equilibri del territorio e della necessità di tutelare il patrimonio ambientale del Paese".

LA PERCEZIONE DEL RISCHIO

Contrariamente a quanto siamo abituati a pensare, il rischio non è un dato oggettivo, ma è fortemente influenzato dalla nostra percezione. Questo fa sì che e a volte la percezione si

può distanziare anche significativamente dal rischio reale (Figura 5).

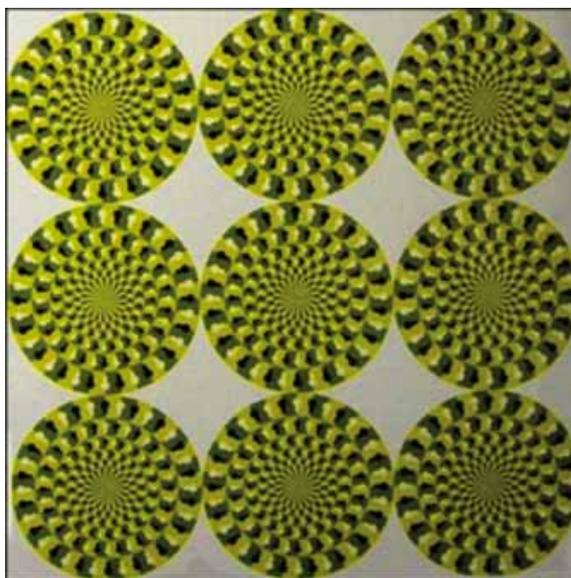


Figura 5. I cerchi in figura sono percepiti in movimento rotatorio, ma nella realtà non si muovono affatto

Studiare la percezione del rischio sismico ci aiuta a capire come le persone "vedono" il rischio e a costruire campagne informative e interventi educativi più efficaci e mirati.

Ci sono due approcci principali che studiano la percezione del rischio: l'approccio realistico e l'approccio costruttivista. L'approccio realistico si basa sull'assunto che la percezione è più vicina al rischio reale quanto più quest'ultimo è conosciuto. L'approccio costruttivista ritiene che la percezione sia influenzata oltre che dalla conoscenza del rischio anche da altri fattori: sociali, religiosi, economici, storici, emotivi ecc.

Di seguito riportiamo un esempio di test utilizzato per "misurare" la percezione del rischio.

Terremototest è costruito prendendo in con-

Tabella 1. Confronto tra la pericolosità “da normativa” e la pericolosità percepita calcolata dal test sulla percezione del rischio sismico terremototest.

	PERICOLOSITÀ MOLTO ELEVATA	PERICOLOSITÀ ALTA	PERICOLOSITÀ MEDIA	PERICOLOSITÀ BASSA
PERICOLOSITÀ DA NORMATIVA	1	2	3	4
PERICOLOSITÀ PERCEPITA	1	2	3	4

siderazione i fattori che compongono il rischio sismico: pericolosità, valore esposto e vulnerabilità e per ciascuno di questi fattori consente di ricavare il punteggio della sua percezione. Altre parti del test riguardano la percezione del rischio in generale e comprendono variabili relative agli aspetti culturali, religiosi, emotivi ecc. Nell'esempio riportato in Tabella 1, la percezione della pericolosità sismica viene confrontata con la pericolosità sismica che la scienza assegna al comune del compilatore del test, ottenuta in base ai terremoti che lo hanno effettivamente colpito nei secoli passati e quelli che, in base a studi geologici e geofisici, lo possono colpire. Se il valore della pericolosità percepita è più basso rispetto al valore della pericolosità sismica da normativa del territorio del compilatore del test, questo significa che la sua percezione della pericolosità è sottostimata rispetto alla pericolosità sismica che viene indicata dalla scienza per quel territorio.

TERREMOTO, MAREMOTO ED EMOZIONI

Perché è importante parlare di “effetti psicologici del terremoto e del maremoto” in un corso sulla riduzione del rischio? Perché rite-

niamo che conoscere le emozioni e acquisire strumenti per padroneggiarle, prima che si verifichi un evento, possa fortemente influenzare la percezione, la preparazione, le scelte ed i comportamenti per la riduzione del rischio.

Storicamente il primo a mettere in relazione i due elementi è Seneca, che con grande intuizione pone in luce alcuni aspetti chiave del rapporto, inversamente proporzionale, tra la mancanza di conoscenza di un fenomeno “naturale” e l'amplificazione della paura.

In Italia è la sequenza sismica dell'Umbria Marche nel 1997-98 che, per la prima volta, pone il problema degli “effetti emotivi prodotti da un terremoto”. In particolare, è la durata della sequenza, 9mila scosse protratte per sei mesi, che porta gli operatori dell'emergenza a porre attenzione all'insorgere di disagi psicologici nelle popolazioni colpite e ad attivare un servizio di supporto psicologico.

I livelli di prevenzione e le azioni che si possono intraprendere per provare a ridurre il disagio psicologico causato da un terremoto o da un altro evento naturale, possono essere diversificati in funzione di momenti diversi. Gli interventi di sostegno psicologico, successivi all'evento rappresentano un'azione di preven-

zione secondaria, ovvero offrono una “cura” per le persone che sono state colpite dalla reazione acuta da stress, e così facendo mirano ad evitare che questa si trasformi in un disturbo più strutturato come il cosiddetto disturbo post-traumatico da stress (PTSD).

Ma esiste un secondo livello di intervento, la prevenzione primaria, che consiste nel mettere le persone in condizioni di conoscere le proprie emozioni e saper controllare gli effetti che queste hanno sul comportamento e sulla salute psicologica prima che l'evento si verifichi.

CONOSCERE LE NOSTRE EMOZIONI

Le emozioni ci aiutano a capire meglio ciò che ci succede, danno importanti informazioni su noi stessi, sugli altri e su noi insieme agli altri. Avere consapevolezza delle proprie emozioni è utile per uno sviluppo adeguato della personalità e per favorire il benessere psico-fisico. Inoltre riconoscere le emozioni è importante per poterle esprimere nel modo giusto e per controllarle quando serve. Soltanto conoscendo noi stessi possiamo comprendere le reazioni degli altri. Le emozioni non sono semplici risposte agli stimoli situazionali, ma rispecchiano le implicazioni personali di un individuo, le sue conoscenze e la sua passata esperienza. Il termine “emozione” ha origine da “emotus”, participio passato di “emovere” che, letteralmente, significa “muovere da, allontanare” e anche “scuotere, sconvolgere”. La sensazione di essere mossi da ciò che si prova e che sembra provenire dal nostro interno, è una caratteristica fondamentale dell'esperienza emotiva. Tutti proviamo ogni giorno emozioni, ma anche

sensazioni e sentimenti. Cosa differenzia le une dalle altre? Le sensazioni sono stimoli che partono dall'ambiente, hanno effetto immediato su ogni persona, hanno una durata breve, un'intensità media, sono involontarie e strettamente connesse con i nostri sensi (ad es. un ventilatore acceso provoca la sensazione di fresco, il sole forte la sensazione di caldo ecc.).

Le emozioni sono reazioni intense, improvvise, di breve durata, causate da uno stimolo ambientale (interno o esterno), che provocano cambiamenti sulla persona a tre livelli:

- fisiologico: modificazioni riguardanti la respirazione, la pressione arteriosa, il battito cardiaco, la circolazione, la digestione ecc.
- comportamentale: cambiano le espressioni facciali, la postura, il tono della voce e le reazioni (ad es. attacco o fuga)
- psicologico: cambia ciò che sentiamo e proviamo personalmente, si modifica il controllo di se stessi (ad es. paura, imbarazzo, tristezza, spavento).

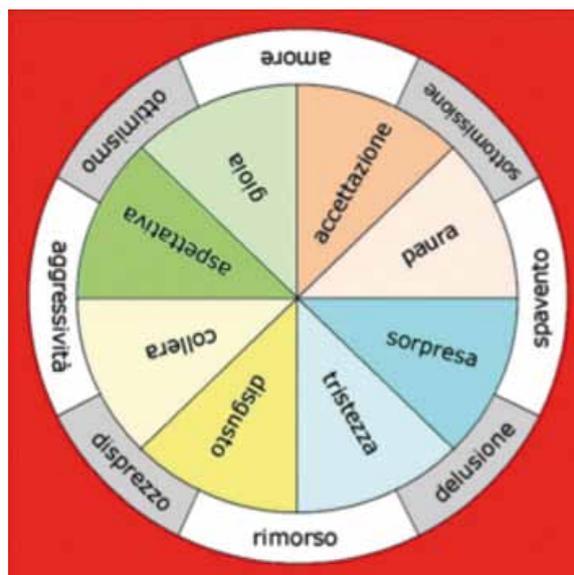


Figura 6. Le emozioni primarie secondo P. Ekman e altri autori.

I sentimenti invece si riferiscono alla capacità di provare sensazioni ed emozioni in maniera consapevole. I sentimenti riguardano la coscienza delle proprie azioni, del proprio essere e dell'altro (ad es. amicizia, amore), si riferiscono ad una o a più persone (o animali), sono meno intensi delle emozioni, durano più a lungo nel tempo. Al momento non c'è accordo su quali e quante siano le emozioni e ci sono tanti sistemi per classificare e dividere le emozioni, un sistema di classificazione tra i più famosi è quello che divide le emozioni in primarie e secondarie.

Le emozioni fondamentali hanno espressioni facciali uguali in tutto il mondo, oltre le differenze personali e culturali, e sono: rabbia, disgusto, paura, tristezza, gioia, sorpresa. Secondo questa classificazione sono considerate, in generale, la base di tutta la vita umana ma possono aumentare la loro intensità, cioè andare da un minimo ad un massimo, proprio come la temperatura misurata da un termometro. Con il variare della intensità l'emozione che proviamo può cambiare nome, ma si tratta sempre della stessa emozione.

Ad esempio proviamo rabbia, ma con quale intensità? Se è poca saremo solo infastiditi, se è abbastanza saremo irritati, se è molta saremo arrabbiati e se è moltissima saremo furiosi.

MA COSA SUCCEDDE ALLE NOSTRE EMOZIONI QUANDO SI VERIFICA UN TERREMOTO O UN MAREMOTO?

Riprendendo l'esempio del termometro e della intensità, dopo un forte terremoto o un maremoto, è come se tutte le nostre emozioni si presentassero ad un livello massimo di in-

tensità. Le calamità sono eventi che travalicano l'ambito dell'esperienza umana normale e che, dal punto di vista psicologico, sono abbastanza traumatici da indurre stress in chiunque. È facile immaginare che essere travolti da un evento di questo tipo sia un'esperienza che mette a dura prova le nostre capacità di adattamento e la nostra salute psicologica. È bene tenere presente però, che le reazioni da stress durante e dopo un terremoto vengono considerate una reazione normale a eventi non normali.

Quali risorse abbiamo a disposizione per gestire le emozioni durante e dopo un'emergenza? Il terremoto coinvolge emotivamente tutti. È importante ricordare sempre che dopo un evento sismico ciò che è necessario non è evitare di sentire o provare emozioni, quanto piuttosto affrontarle e imparare a fronteggiarle. Benché le reazioni di stress possano apparire estreme e possano provocare sofferenza, generalmente non diventano problemi cronici. La maggioranza delle persone si riprende pienamente da una reazione di stress di intensità moderata in un arco di tempo compreso fra sei e sedici mesi. Generalmente, se incoraggiate, le persone hanno a disposizione tutte le risorse necessarie per affrontare le emozioni, una tra le più efficaci sta nella condivisione delle emozioni con gli altri, nell'affrontare la situazione di emergenza creando delle reti di sostegno reciproco basate sull'ascolto all'interno delle stesse comunità.

Nelle grandi emergenze si è calcolato che il 5% della popolazione colpita fa ricorso ad un trattamento specialistico condotto da specialisti.

PER SAPERNE DI PIÙ

Memoria

- Agazzi E., Fortunati V. (a cura di) Memoria e Saperi, Meltemi Editore, 2007.
- Bartoletti R., Memoria e comunicazione. Una teoria comunicativa complessa per le cose del moderno, Franco Angeli, Milano, 2007.
- Ebbinghaus H., Memory: A Contribution to Experimental Psychology, 1885.
- Isoda Y., Claster W., Oblivion Curve assessing how quickly people forget about the disaster by Twitter tweet counts. The 2011 East Japan Earthquake Bulletin of the Tohoku Geographical Association, June 2011.
- Jedlowski P., Memoria, esperienza e modernità, Milano, Angeli, 2002, pag. 62.
- Yerushalmi, Y.H. (a cura di), Usi dell'oblio, Pratiche, Parma, 1990.

Percezione del rischio

- Lupton D. Il rischio. Percezione, simboli, culture, Universale Paperbacks il Mulino, 2003.
- Savadori, L. e Rumiati, R. Nuovi Rischi e Vecchie Paure. Bologna: Il Mulino, 2005.
- www.terremototest.it

Emozioni

- Paul Ekman, Te lo Leggo in Faccia, Riconoscere le emozioni anche quando sono nascoste. Amrita Edizioni, 2010.
- Daniel Goleman, Intelligenza emotiva, BUR Biblioteca Univ. Rizzoli, 1999.



GLOSSARIO

AG - accelerazione orizzontale massima su suolo rigido e pianeggiante: è il principale parametro descrittivo della pericolosità di base, utilizzato per la definizione dell'azione sismica di riferimento per opere ordinarie (Classe II delle Norme Tecniche per le Costruzioni). Convenzionalmente è l'accelerazione orizzontale massima su suolo rigido e pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in un intervallo di tempo di 50 anni.

Amplificazione locale: modificazione in ampiezza, frequenza e durata dello scuotimento sismico dovuta alle specifiche condizioni litostatigrafiche e morfologiche di un sito. Si può quantificare mediante il rapporto tra il moto sismico in superficie al sito e quello che si osserverebbe per lo stesso evento sismico su un ipotetico affioramento di roccia rigida con morfologia orizzontale. Se questo rapporto è maggiore di 1, si parla di amplificazione locale.

Aree di accoglienza o di ricovero della popolazione: sono luoghi, individuati in aree sicure rispetto alle diverse tipologie di rischio e poste nelle vicinanze di risorse idriche, elettriche e fognarie, in cui vengono installati i primi insediamenti abitativi per alloggiare la popolazione colpita. Devono essere facilmente raggiungibili anche da mezzi di grandi dimensioni per consentirne l'allestimento e la gestione. Rientrano nella definizione di aree di accoglienza o di ricovero anche le strutture ricettive (hotel, residence, camping ecc.).

Aree di ammassamento soccorritori e risorse: luoghi, in zone sicure rispetto alle diverse tipo-

logie di rischio, dove devono trovare una sistemazione i soccorritori e le risorse necessarie a garantire un razionale intervento nelle zone di emergenza. Queste aree devono essere facilmente raggiungibili attraverso percorsi sicuri, anche con mezzi di grandi dimensioni, e devono essere situate nelle vicinanze di risorse idriche, elettriche e con possibilità di smaltimento delle acque reflue. Il periodo di permanenza in emergenza di queste aree è compreso tra poche settimane e qualche mese.

Aree di attesa della popolazione: sono i luoghi di prima accoglienza per la popolazione; possono essere utilizzate piazze, slarghi, parcheggi, spazi pubblici o privati non soggetti a rischio (frane, alluvioni, crollo di strutture attigue ecc.), raggiungibili attraverso un percorso sicuro. Deve essere scelto un numero di aree funzionale alla capacità ricettiva degli spazi disponibili e del numero degli abitanti. In queste aree la popolazione riceve le prime informazioni sull'evento e, se necessario, i primi generi di conforto. Le aree di attesa della popolazione sono utilizzate per un periodo di tempo compreso tra poche ore e qualche giorno.

Classificazione sismica: suddivisione del territorio in zone a diversa pericolosità sismica. Attualmente il territorio italiano è suddiviso in quattro zone, nelle quali devono essere applicate delle speciali norme tecniche con livelli di protezione crescenti per le costruzioni (norme antisismiche). La zona più pericolosa è la Zona 1: qui in passato si sono avuti danni gravissimi a causa di forti terremoti. Tutti i

Comuni italiani ricadono in una delle quattro zone sismiche.

Deposito tsunamigenico: sabbia e altri materiali marini depositati sulla costa dalle onde di maremoto.

Effetti locali (o di sito): effetti dovuti al comportamento del terreno in caso di evento sismico per la presenza di particolari condizioni lito-stratigrafiche e morfologiche che determinano amplificazioni locali e fenomeni di instabilità del terreno.

Epicentro: il luogo sulla superficie terrestre dove gli effetti del terremoto si manifestano con maggiore intensità. L'epicentro si trova sulla verticale dell'ipocentro, la zona in profondità dove si verifica la rottura delle rocce e dalla quale le onde sismiche si propagano in tutte le direzioni.

Esposizione: è il numero di unità (o "valore") di ognuno degli elementi a rischio presenti in una determinata area, come le vite umane o gli insediamenti.

Faglia: superficie di rottura della crosta lungo la quale avviene lo scorrimento delle rocce a contatto che, per attrito, genera le onde sismiche. In funzione del movimento che si osserva lungo la superficie si parla di faglie normali, inverse e trascorrenti.

Inondazione: larghezza della fascia costiera (distanza dalla battigia) inondata dal maremoto.

Intensità: misura gli effetti di un terremoto sulle costruzioni, sull'uomo e sull'ambiente, classificandoli in dodici gradi attraverso la scala Mercalli. L'intensità non è quindi una misura della "forza" del terremoto, perché le conseguenze dipendono dalla violenza dello scuotimento, ma anche da come sono state costruite le case e da quante persone vivono nell'area colpita.

Ipo-centro: la zona in profondità dove, in seguito ai movimenti delle placche litosferiche, le rocce della crosta terrestre si rompono dando origine al terremoto. In Italia i terremoti avvengono generalmente entro i 30 km di profondità, tranne che nel Tirreno meridionale dove si possono registrare terremoti con ipocentro profondo fino a 600 km.

Lunghezza d'onda: distanza tra un'onda e la successiva.

Magnitudo: misura l'energia di un terremoto e si calcola attraverso l'ampiezza delle oscillazioni del terreno provocate dal passaggio delle onde sismiche, registrate su di un rullo di carta dai pennini dei sismografi (sismogrammi). Il valore di magnitudo si attribuisce utilizzando la scala Richter.

Maremoto: serie di onde marine prodotte dal rapido spostamento di una grande massa d'acqua. Le cause principali sono i forti terremoti con epicentro in mare o vicino alla costa. I maremoti possono essere generati anche da frane sottomarine o costiere, da attività vulca-

nica in mare o vicina alla costa e, molto più raramente, da meteoriti che cadono in mare.

Microzonazione sismica: suddivisione di un territorio a scala comunale in aree a comportamento omogeneo sotto il profilo della risposta sismica locale, prendendo in considerazione le condizioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche in grado di produrre fenomeni di amplificazione del segnale sismico e/o deformazioni permanenti del suolo (frane, liquefazioni, cedimenti e assestamenti).

Normativa antisismica: norme tecniche “obbligatorie” che devono essere applicate nei territori classificati sismici quando si realizza una nuova costruzione o quando si migliora una costruzione già esistente. Costruire rispettando le norme antisismiche significa garantire la protezione dell’edificio dagli effetti del terremoto: in caso di terremoto, infatti, un edificio antisismico può subire danni, ma non crolla, salvaguardando la vita dei suoi abitanti.

Onde sismiche: le onde che si generano dalla zona in profondità in cui avviene la rottura delle rocce della crosta terrestre (ipocentro). Si propagano dall’ipocentro in tutte le direzioni fino in superficie, come quando si getta un sasso in uno stagno. Esistono vari tipi di onde che viaggiano a velocità diversa; quelle che si propagano per ultime causano le oscillazioni più forti.

Paleotsunami: maremoti avvenuti in epoche remote per i quali non ci sono dati storici né osservazioni scritte.

Pericolosità sismica di base: componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche sismologiche dell’area (tipo, dimensioni e profondità delle sorgenti sismiche, energia e frequenza dei terremoti). La pericolosità sismica di base calcola (generalmente in maniera probabilistica), per una certa regione e in un determinato periodo di tempo, i valori di parametri corrispondenti a prefissate probabilità di eccedenza. Questi parametri (velocità, accelerazione, intensità, ordinate spettrali) descrivono lo scuotimento prodotto dal terremoto in condizioni di suolo rigido e senza irregolarità morfologiche (terremoto di riferimento). La scala di studio è solitamente regionale. Una delle finalità di questi studi è la classificazione sismica a vasta scala del territorio, finalizzata alla programmazione delle attività di prevenzione e alla pianificazione dell’emergenza. Costituisce una base per la definizione del terremoto di riferimento per studi di microzonazione sismica.

Pericolosità sismica locale: componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche locali (litostratigrafiche e morfologiche, vedi anche la voce “effetti locali”). Lo studio della pericolosità sismica locale è condotto a scala di dettaglio partendo dai risultati degli studi di pericolosità sismica di base (terremoto di riferimento) e analizzando i caratteri geologici, geomorfologici, geotecnici e geofisici del sito; permette di definire le amplificazioni locali e la possibilità di accadimento di fenomeni di instabilità del terreno. Il prodotto più importante di questo genere di studi è la carta di microzonazione sismica.

Piano comunale di protezione civile: piano di emergenza redatto dai Comuni per gestire adeguatamente un'emergenza ipotizzata nel proprio territorio, sulla base degli indirizzi regionali, come indicato dal DLgs. 112/1998. Tiene conto dei vari scenari di rischio considerati nei programmi di previsione e prevenzione stabiliti dai programmi e piani regionali.

Placche litosferiche: porzioni della crosta terrestre nelle quali è suddiviso l'involucro più esterno della Terra. Le placche si muovono le une rispetto alle altre, avvicinandosi, allontanandosi o scorrendo lateralmente e i movimenti relativi determinano spinte ed accumulo di sforzi in profondità. Quando gli sforzi superano la resistenza delle rocce, queste si rompono generando il terremoto.

Rete sismica nazionale: rete di monitoraggio sismico distribuita sull'intero territorio nazionale, e gestita dall'Ingv - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Costituita da oltre 300 stazioni sismiche, svolge funzioni di studio e di sorveglianza sismica, fornendo i parametri epicentrali al Dipartimento della Protezione Civile per l'organizzazione degli interventi di emergenza.

Rischio sismico: stima del danno che ci si può attendere in una certa area e in un certo intervallo di tempo a causa del terremoto. Il livello di rischio dipende dalla frequenza con cui avvengono i terremoti in una certa area e da quanto sono forti, anche dalla qualità delle costruzioni, dalla densità degli abitanti e dal

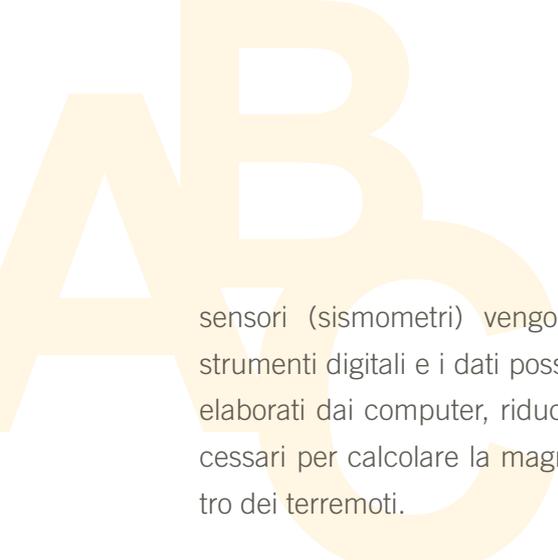
valore di ciò che può subire un danno (monumenti, beni artistici, attività economiche ecc.).

Run-up: altezza (quota) massima raggiunta dall'acqua durante un maremoto, rispetto al livello del mare.

Sciame sismico: sequenza sismica caratterizzata da una serie di terremoti localizzati nella stessa area, in un certo intervallo temporale, di magnitudo paragonabile e non elevata. In uno sciame sismico generalmente non si distingue una scossa principale.

Sismografo: strumento che consente di registrare le oscillazioni del terreno provocate dal passaggio delle onde sismiche. Un sismografo è costituito da una massa, con un pennino all'estremità, sospesa attraverso una molla ad un supporto fissato al terreno, sul quale è posto un rullo di carta che ruota in continuazione. Quando il terreno oscilla, si muovono anche il supporto e il rullo di carta, mentre la massa sospesa, per il principio di funzionamento del pendolo, resta ferma e il pennino registra il terremoto tracciando le oscillazioni su carta (sismogramma).

Sismogramma: registrazione su carta delle oscillazioni del terreno provocate dal passaggio delle onde sismiche. Nel corso degli anni sono cambiati i modi con i quali si ottengono queste registrazioni: dai primi sismogrammi tracciati su carta affumicata, si è passati a registrazioni su carta fotografica e poi su carta termosensibile. Oggi le oscillazioni rilevate dai



sensori (sismometri) vengono registrate da strumenti digitali e i dati possono, così, essere elaborati dai computer, riducendo i tempi necessari per calcolare la magnitudo e l'epicentro dei terremoti.

Sussidiarietà: è un principio giuridico-amministrativo che stabilisce come l'attività amministrativa volta a soddisfare i bisogni delle persone debba essere assicurata dai soggetti più vicini ai cittadini. Per "soggetti" s'intendono gli Enti pubblici territoriali (in tal caso si parla di sussidiarietà verticale) o i cittadini stessi, sia come singoli, sia in forma associata o volontaristica (sussidiarietà orizzontale). Queste funzioni possono essere esercitate dai livelli amministrativi territoriali superiori solo se questi possono rendere il servizio in maniera più efficace ed efficiente. L'azione del soggetto di livello superiore dovrà comunque essere temporanea, svolta come sussidio (da cui sussidiarietà) e quindi finalizzata a restituire l'autonomia d'azione all'entità di livello inferiore nel più breve tempo possibile. Il principio di sussidiarietà è recepito nell'ordinamento italiano con l'art. 118 della Costituzione, come indicato dalla L.Cost. n. 3/2001.

Tsunami Warning System: sistemi di allertamento da rischio maremoto che hanno la funzione di raccogliere, distribuire e interpretare, in maniera continuativa, tutti i segnali sismici disponibili e i dati relativi al livello del mare per individuare l'eventuale esistenza e propagazione di un'onda di maremoto. In base alle informazioni acquisite, predispon-

gono tempestivi e chiari avvisi di allertamento per l'area di loro competenza, condividono e scambiano dati e informazioni con altri centri di competenza.

Tsunami: evidenza di tipo geologico e/o di tipo geomorfologico, ovvero sedimenti e/o forme caratteristiche dalle quali è possibile ricavare preziose informazioni sull'evento che le ha generate.

Vita nominale di una costruzione: indica il numero di anni durante i quali una struttura deve poter essere usata per lo scopo per cui è stata progettata. Questo parametro, previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, condiziona l'entità delle azioni sismiche di progetto. Per le costruzioni ordinarie, la vita nominale considerata è ≥ 50 anni.

Vulnerabilità: attitudine di una determinata componente ambientale (popolazione umana, edifici, servizi, infrastrutture ecc.) a sopportare gli effetti di un evento, in funzione dell'intensità dello stesso. La vulnerabilità esprime il grado di perdite di un dato elemento (o di una serie di elementi) causato da un fenomeno di una data forza. È espressa in una scala da zero a uno, dove zero indica che non ci sono stati.

Zone di subduzione: aree dove una delle placche che compongono la crosta terrestre scivola sotto una placca confinante.

Zone sismogenetiche: aree del fondale marino dove è stata rilevata la presenza di faglie capaci di originare terremoti.

APPENDICE

Principali terremoti con magnitudo uguale o superiore al sesto grado accaduti in Italia nell'ultimo millennio

estratta dal catalogo CPTI11: www.emidius.mi.Ingv.it/CPTI11

ANNO	ME	GI	OR	MI	AREA EPICENTRALE	STUDIO	OM	I_MAX	LAT	LON	MW
1117	01	03	15	15	Veronese	GUAL07	55	9	45.309	11.023	6.6
1169	02	04	07		Sicilia orientale	GUAL07	10	10	37.215	14.949	6.4
1184	05	24			Valle del Crati	GUAL07	6	9	39.395	16.193	6.7
1279	04	30	18		CAMERINO	MONA87	17	10	43.093	12.872	6.3
1295	09	03			Churwalden	SCAL04	17	8	46.947	9.505	6.0
1298	12	01			Reatino	GUAL07	5	10	42.575	12.902	6.2
1328	12	01			NORCIA	MONA87	13	10	42.856	13.018	6.3
1348	01	25	15	30	Carinzia	GUAL07	58	9-10	46.578	13.541	7.0
1349	09	09	08	15	Lazio meridionale-Molise	GUAL07	20	10	41.560	13.901	6.5
1352	12	25			MONTERCHI	CAAL96	7	9	43.469	12.127	6.4
1456	12	05			MOLISE	MEAL88	199	11	41.302	14.711	7.2
1461	11	27	21	05	Aquilano	GUAL07	10	10	42.313	13.544	6.4
1466	01	15	02	25	Irpinia	GUAL07	31	8-9	40.765	15.334	6.0
1511	03	26	14	40	Friuli-Slovenia	GUAL07	66	10	46.198	13.431	6.9
1542	12	10	15	15	Siracusano	GUAL07	32	10	37.215	14.944	6.7
1561	08	19	15	50	Vallo di Diano	CAAL08	32	10-11	40.563	15.505	6.8
1626	04	04	12	45	Girifalco	GUAL07	7	10	38.851	16.456	6.0
1627	07	30	10	50	Gargano	GUAL07	65	10	41.737	15.342	6.6
1638	03	27	15	05	Calabria	GUAL07	213	11	39.048	16.289	7.0
1638	06	08	09	45	Crotonese	GUAL07	42	10	39.279	16.812	6.8
1646	05	31			Gargano	CAAL08	35	10	41.727	15.764	6.6
1654	07	24	00	25	Sorano-Marsica	GUAL07	44	10	41.635	13.683	6.2
1657	01	29			Lesina	CAAL08	9	9-10	41.726	15.393	6.3
1659	11	05	22	15	Calabria centrale	GUAL07	126	10	38.694	16.249	6.5
1661	03	22	12	50	Appennino romagnolo	GUAL07	79	10	44.021	11.898	6.0
1685	03	08	19		Mittel-Wallis	ECOS02			46.280	7.630	6.1
1688	06	05	15	30	Sannio	GUAL07	216	11	41.283	14.561	6.9
1690	12	04	14		Carinzia	GUAL07	60	8-9	46.634	13.882	6.5
1693	01	09	21		Val di Noto	GUAL07	30	8-9	37.141	15.035	6.2
1693	01	11	13	30	Sicilia orientale	GUAL07	185	11	37.140	15.013	7.4
1694	09	08	11	40	Irpinia-Basilicata	GUAL07	251	10	40.862	15.406	6.7
1695	02	25	05	30	Asolano	GUAL07	82	10	45.801	11.949	6.4
1702	03	14	05		Beneventano-Irpinia	GUAL07	37	10	41.120	14.989	6.5

ANNO	ME	GI	OR	MI	AREA EPICENTRALE	STUDIO	OM	I_MAX	LAT	LON	MW
1703	01	14	18		Appennino umbro-reatino	GUAL07	199	11	42.708	13.071	6.7
1703	02	02	11	05	Aquilano	GUAL07	71	10	42.434	13.292	6.7
1706	11	03	13		Maiella	GUAL07	99	10-11	42.076	14.080	6.8
1731	03	20	03		Foggiano	GUAL07	50	9	41.274	15.757	6.5
1732	11	29	07	40	Irpinia	GUAL07	183	10-11	41.064	15.059	6.6
1741	04	24	09		FABRIANESE	SGAM02	145	9	43.425	13.005	6.2
1743	02	20	16	30	Basso Ionio	BOAL00	77	9	39.852	18.777	7.1
1751	07	27	01		Appennino umbro-marc.	GUAL07	68	10	43.225	12.739	6.2
1755	12	09	13	30	Brig. Naters/VS	ECOS02			46.320	7.980	6.1
1781	06	03			CAGLIESE	MONA87	157	10	43.597	12.512	6.4
1783	02	05	12		Calabria	GUAL07	356	11	38.297	15.970	7.0
1783	02	07	13	10	Calabria	GUAL07	191	10-11	38.580	16.201	6.6
1783	03	28	18	55	Calabria	GUAL07	323	11	38.785	16.464	6.9
1786	03	10	14	10	Sicilia nord-orientale	GUAL07	10	9	38.102	15.021	6.1
1791	10	13	01	20	Calabria centrale	GUAL07	76	9	38.636	16.268	6.0
1794	06	07	00	45	Prealpi carniche	GUAL07	19	9	46.306	12.821	6.0
1799	07	28	22	05	Appennino marchigiano	GUAL07	71	9-10	43.193	13.151	6.1
1805	07	26	21		Molise	GUAL07	223	10	41.500	14.474	6.6
1818	02	20	18	15	Catanese	GUAL07	128	9-10	37.603	15.140	6.2
1823	03	05	16	37	Sicilia settentrionale	GUAL07	107	8-9	38.127	14.418	6.4
1832	01	13	13		Valle del Topino	GUAL07	102	10	42.980	12.605	6.3
1832	03	08	18	30	Crotonese	GUAL07	101	10	39.079	16.919	6.5
1836	04	25	00	20	Calabria settentrionale	GUAL07	46	10	39.567	16.737	6.2
1836	11	20	07	30	Basilicata meridionale	GUAL07	17	9	40.142	15.776	6.0
1851	08	14	13	20	Basilicata	GUAL07	103	10	40.952	15.667	6.3
1854	02	12	17	50	Cosentino	GUAL07	89	10	39.256	16.295	6.2
1854	12	29	01	45	Liguria occ.-Francia	GUAL07	86	7-8	43.350	7.648	6.7
1855	07	25	11	50	Törbel VS	ECOS02			46.230	7.850	6.4
1857	12	16	21	15	Basilicata	GUAL07	340	11	40.352	15.842	7.0
1870	10	04	16	55	Cosentino	GUAL07	56	10	39.220	16.331	6.1
1873	06	29	03	58	Bellunese	GUAL07	199	9-10	46.159	12.383	6.3
1887	02	23	05	21	Liguria occidentale	GUAL07	1516	10	43.715	8.161	6.9
1894	11	16	17	52	Calabria meridionale	GUAL07	303	9	38.288	15.870	6.0

ANNO	ME	GI	OR	MI	AREA EPICENTRALE	STUDIO	OM	I_MAX	LAT	LON	MW
1895	04	14	22	17	Slovenia	GUAL07	296	8	46.131	14.533	6.2
1905	09	08	01	43	Calabria meridionale	GAM007	895	10-11	38.819	15.943	7.0
1908	12	28	04	20	Calabria merid.-Messina	GUAL07	800	11	38.146	15.687	7.1
1915	01	13	06	52	Avezzano	MOAL99	1041	11	42.014	13.530	7.0
1916	08	16	07	06	Alto Adriatico	GUAL07	257	8	44.034	12.779	6.1
1919	06	29	15	06	Mugello	GUAL07	566	10	43.957	11.482	6.2
1920	09	07	05	55	Garfagnana	GUAL07	756	10	44.185	10.278	6.4
1930	07	23	00	08	Irpinia	GAAL02	547	10	41.068	15.318	6.6
1936	10	18	03	10	BOSCO CANSIGLIO	BAAL86	267	9	46.089	12.380	6.1
1962	08	21	18	19	Irpinia	GUAL07	262	9	41.230	14.953	6.1
1963	07	19	05	45	Mar Ligure	GUAL07	463	6	43.150	8.083	6.0
1968	01	15	02	01	Valle del Belice	GUAL07	163	10	37.756	12.981	6.3
1976	05	06	20	00	Friuli	GNDT95	770	9-10	46.241	13.119	6.4
1978	04	15	23	33	Golfo di Patti	GUAL07	332	8	38.268	15.112	6.0
1980	11	23	18	34	Irpinia-Basilicata	GUAL07	1394	10	40.842	15.283	6.8
1997	09	26	09	40	Appennino umbro-marc.	BOAL00	869	9	43.014	12.853	6.0
2009	04	06	01	32	Aquilano	QUES09	316	9-10	42.342	13.380	6.3

Terremoti avvenuti in Italia nell'ultimo millennio con Magnitudo (Mw) uguale o superiore a 6
(Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, <http://emidius.mi.Ingv.it/CPTI11/>).

LEGENDA

Om: numero di osservazioni macrosismiche disponibili

I_max: intensità massima osservata

Mw= Magnitudo Momento.

PER SAPERNE DI PIÙ

- Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI11. Rende disponibili, visualizzabili e scaricabili le informazioni su tutti i principali terremoti dall'anno 1000 al 2006 (ma presto verrà ulteriormente aggiornato) al di sopra della soglia del danno. Il testo di presentazione ne illustra le caratteristiche e modalità di compilazione. La consultazione interattiva consente di visualizzare ogni singolo terremoto.

<http://emidius.mi.Ingv.it/CPTI11/>

- DataBase Macrosismico Italiano DBMI11. Per tutti i terremoti (quelli più forti) per i quali sono disponibili studi storico-macrosismici sono visualizzate la tabella delle intensità e la mappa interattiva degli effetti. Dalla pagina principale si può accedere alla consultazione per località, e visualizzare sia in formato grafico che tabellare la storia sismica di sito.

<http://emidius.mi.Ingv.it/DBMI11/>

- Pagina di accesso ad archivi e banche dati Ingv. Fra i numerosi archivi si segnala il Database parametrico e strumentale della sismicità italiana ISIDe (<http://iside.rm.Ingv.it/iside/standard/index.jsp>), che visualizza in tempo quasi reale e archivia tutti i terremoti registrati dalla Rete Sismica Nazionale. L'archivio è interrogabile per parametri.

<http://istituto.Ingv.it/I-Ingv/archivi-e-banche-dati/>

- Dalla homepage è possibile accedere alla sezione “Il terremoto della settimana”, che fornisce una serie di brevi schede descrittive dei principali terremoti storici che hanno interessato il territorio nazionale.

<http://www.edurisk.it/>



