

**IO NON
RISCHIO**
terremoto

**IO NON
RISCHIO**
terremoto



Un libro che racconta, illustra e spiega
come e perché avvengono i terremoti.
Domande e risposte per scoprire che
dai terremoti oggi ci possiamo difendere.
Tocca a noi fare le scelte giuste.

TERREMOTI COME e PERCHÉ

Andrea Angiolino • Francesco Fagnani



EDURISK

CM XXXXXX
Edizione fuori commercio

 
PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

libri
PROGETTI EDUCATIVI


INGV

TERREMOTI COME e PERCHÉ

Andrea Angiolino • Francesco Fagnani



04

Che **COS'È**
un **TERREMOTO?**

10

DOVE avvengono
i **TERREMOTI?**

16

CHE COSA sono
i **MAREMOTI?**

20

COME si **MISURA**
un **TERREMOTO?**

30

Si **POSSONO** prevedere
i **TERREMOTI?**

34

Qual è la **SISMICITÀ**
dell'**ITALIA?**

40

Si **POSSONO** rendere
SICURE le **COSTRUZIONI?**

44

Che **COS'È** il **RISCHIO**
SISMICO?

52

Che **COSA** succede
durante un **TERREMOTO?**

56

Che **COSA FARE** in caso
di **TERREMOTO?**

Care ragazze, cari ragazzi,

perché la terra trema? Come possiamo difenderci? Chi ci dice dove e quando arriverà il prossimo terremoto?

Il terremoto è uno dei fenomeni naturali più studiati, infatti anche i popoli antichi cercavano le risposte a queste domande e tutt'ora la comunità scientifica mondiale continua a studiare.

Gli scienziati, nonostante le tante scoperte, non sono ancora in grado di prevedere dove e quando avverrà una scossa. Quello che sappiamo però è quali sono le aree caratterizzate da maggior pericolosità sismica, quindi anche se non sappiamo con precisione dove avverrà il prossimo terremoto, possiamo comunque proteggerci adottando delle buone pratiche di protezione civile.

Il primo passo è conoscere il rischio sismico leggendo libri come questo, il secondo è informarsi sulla sicurezza della casa in cui abitate, chiedendo ai vostri parenti di rivolgersi al Comune o a un tecnico di fiducia per conoscere le condizioni della vostra abitazione. Il terzo passo è sapere come comportarsi in caso di terremoto ovunque voi siate: in casa, a scuola, in una piazza o in un parco. Il quarto è prepararsi: se nel vostro Comune, a scuola, dove fate sport, organizzano un'esercitazione di Protezione civile, mi raccomando, partecipate! Solo così sarete certi di sapere cosa dovete fare se il terremoto arriva, senza farvi prendere troppo dalla paura.

Buona lettura!

ANGELO BORRELLI

CAPO DEL DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE



CHE COS'È UN TERREMOTO?

Si dice "duro come una roccia"... ma a volte persino le rocce non ce la fanno più e si rompono! E quando a cedere è la crosta terrestre, ecco che avvengono i terremoti.

La crosta terrestre è formata da rocce che a volte si rompono all'improvviso liberando un sacco di energia. Il terremoto non è altro che questo! L'energia si diffonde, dal punto della rottura, sotto forma di onde come quelle che si allargano a cerchio quando si butta un sasso nell'acqua. Queste onde però scuotono il terreno, provocando spesso gravi danni a cose, edifici e persone. Sono le onde sismiche.

Il terremoto è un fenomeno naturale, come le alluvioni e le eruzioni vulcaniche, ma è molto più rapido: dura al massimo qualche minuto. Ma questa velocità non ci deve ingannare: le condizioni per generare un terremoto si preparano lentamente, nel corso di secoli o millenni. È il tempo che occorre per accumulare quell'immensa energia. Un po' come avveniva con le catapulte usate nelle battaglie dell'antichità: per caricarle ci volevano diversi minuti, ma poi scattavano in un istante scagliando lontano pietre o giavelotti. L'energia accumulata lentamente e liberata in un attimo può diventare infatti molto pericolosa.

Un FENOMENO naturale



Un forte terremoto colpisce

la Pianura Padana e la valle dell'Adige, preceduto da un evento avvertito soprattutto in Germania. I danni più gravi si registrano a Verona, ma crolli si hanno in numerose località della Pianura Padana. Il terremoto è avvertito in un'area molto vasta e viene ricordato da innumerevoli fonti del tempo.

Intensità MCS

IX

Il devastante scenario nel centro storico di Tempere (L'Aquila, 6 aprile 2009). Il crollo totale riguarda la chiesa.





Un ESPERIMENTO... da non fare!



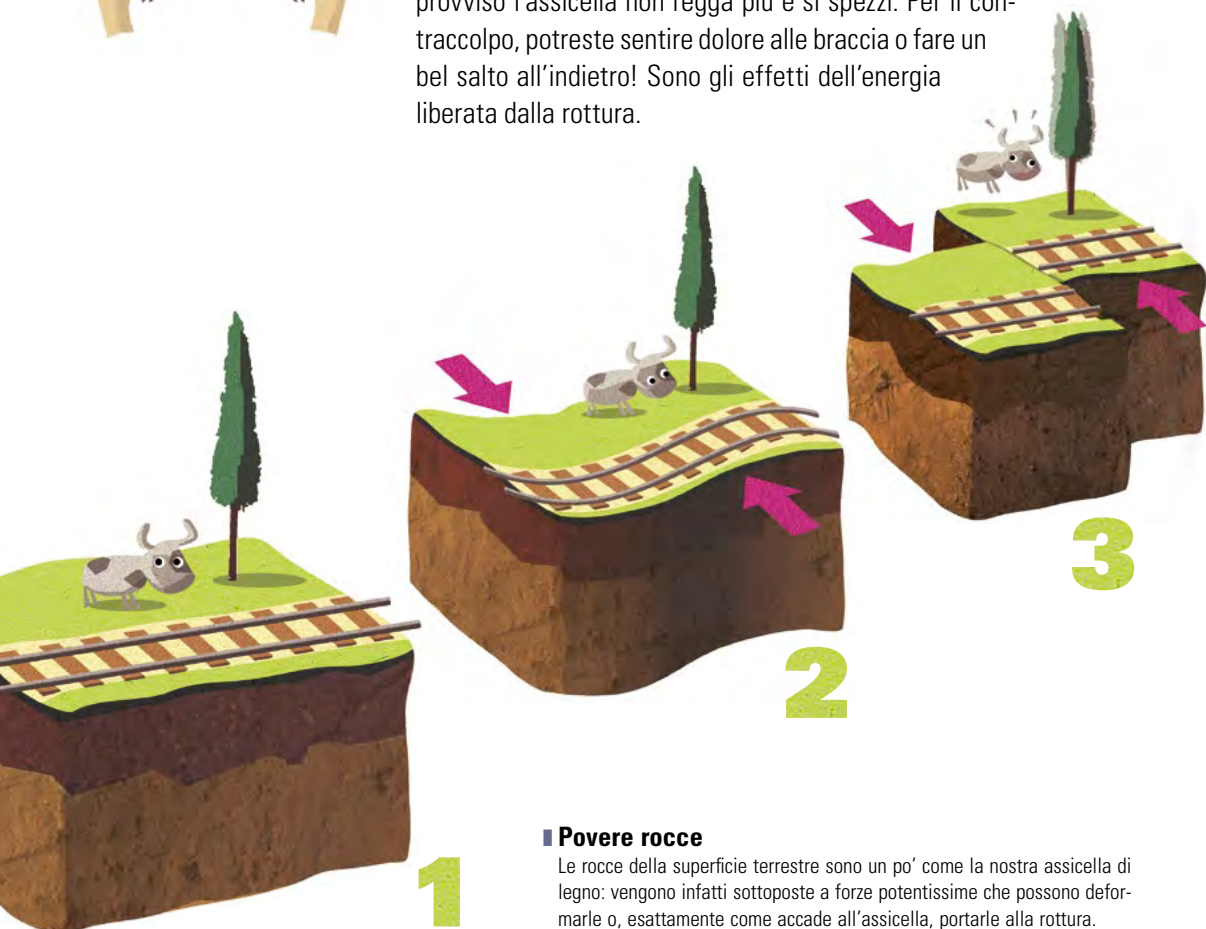
Immaginate di prendere un'assicella di legno, di afferrarla con le mani e di piegarla. Quando la lasciate andare può succedere che essa torni più o meno come prima, a seconda della forza che ci mettete e della qualità del legno. Si dice allora che l'assicella ha un "comportamento elastico". Gli elastici infatti, per quanto li tiriate, una volta lasciati andare tornano sempre della stessa lunghezza.



Ma può essere che la vostra assicurella resti deformata, e magari anche un po' rovinata: si dice allora che ha un "comportamento plastico". Significa che la forza cui la sottoponete ne modifica l'aspetto.



Facendo ancora più forza potrebbe capitare che all'improvviso l'assicella non regga più e si spezzi. Per il contraccolpo, potreste sentire dolore alle braccia o fare un bel salto all'indietro! Sono gli effetti dell'energia liberata dalla rottura.



■ Povere rocce

Le rocce della superficie terrestre sono un po' come la nostra assicurella di legno: vengono infatti sottoposte a forze potentissime che possono deformarle o, esattamente come accade all'assicella, portarle alla rottura.

Quando è TROPPO, è troppo...

Gran parte della crosta terrestre è soggetta a movimenti continui. Per esempio vanno in direzione orizzontale le spinte che milioni di anni fa hanno staccato Corsica e Sardegna da Francia e Spagna, fino a spingerle pian piano dove si trovano adesso, in mezzo al mare. Sono invece verticali i movimenti che da millenni alzano o abbassano il livello del terreno a Pozzuoli e che sono collegati alla presenza di un sistema vulcanico. Sono i cosiddetti "bradisismi".

Sotto queste spinte, le rocce possono avere un "comportamento elastico" e tornare alla forma originaria, quando non sono più soggette a pressione. Oppure, se le forze sono meno potenti ma durano moltissimo tempo, gli strati di roccia possono avere un "comportamento plastico" e deformarsi, con piegamenti e corrugamenti spettacolari come se ne vedono nelle regioni montuose. Infine, se la forza subita è insopportabile, le rocce possono spezzarsi all'improvviso rilasciando di colpo tutta l'energia accumulata. È lo scatenamento di questa energia che dà origine ai terremoti.

■ Tutti uguali o ce n'è uno più forte?

Le sequenze sismiche possono essere di due tipi. Possono essere caratterizzate da un terremoto principale più forte degli altri, magari preceduto da qualche evento precursore e seguito da una serie di repliche che di solito diventano sempre più deboli e rare. Oppure possono presentarsi come una serie di eventi di energia simile, accompagnati da altri minori; in questo caso si parla di sciame sismico.

■ Terremoti a puntate

I terremoti forti, di solito, non sono episodi isolati. Talvolta vengono preceduti da piccoli eventi, e sono quasi sempre seguiti da numerose repliche che possono interessare una superficie di alcune migliaia di chilometri quadrati. Il tipo di repliche e il modo in cui si susseguono dipendono dalle caratteristiche della zona in cui si verifica il terremoto e dalla quantità di energia liberata.

In Abruzzo, ad esempio, nel 2009 e in Emilia nel 2012 sono state registrate migliaia di scosse, alcune centinaia delle quali sono state avvertite dalla popolazione. Lo stesso è accaduto in Italia Centrale fra l'agosto 2016 e il gennaio 2017.



■ Il terremoto colpisce

violentemente la Sicilia orientale; il catanese e il siracusano subiscono gravissime distruzioni; 15.000 le vittime segnalate dalle fonti.

Intensità MCS





Non sempre è una catastrofe

Un palazzo distrutto dal terremoto che ha colpito il Belice nel 1968. Si stima che ogni anno sul nostro pianeta avvengano circa un milione di terremoti: quasi uno ogni mezzo minuto! Per fortuna si tratta quasi sempre di fenomeni debolissimi, di cui la gente non si accorge nemmeno. Quelli abbastanza forti per essere registrati dagli appositi strumenti, detti "sismometri", sono oltre 400.000 all'anno.

I TERREMOTI: una GRANDE rottura!



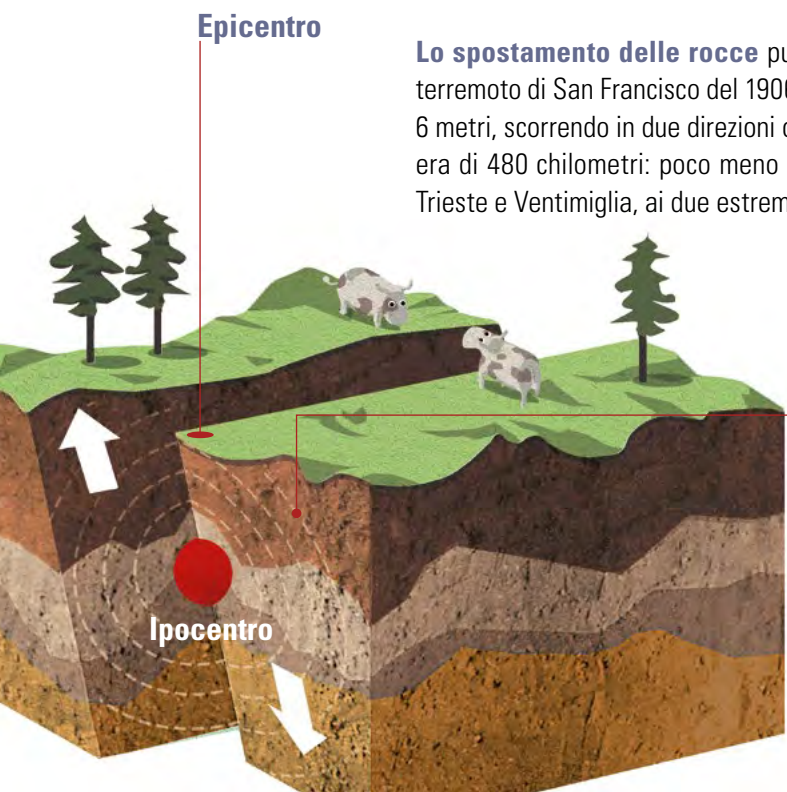
Interessa l'Appennino

umbro-marchigiano; molti edifici crollano o vengono danneggiati. Molte le vittime a Camerino e a Nocera Umbra.

Intensità MCS IX

Insomma, i terremoti nascono da una rottura delle rocce: la frattura che si crea viene chiamata "faglia" e può essere lunghissima. Quella del terremoto di Sumatra del 2004, per esempio, era lunga quasi 1.000 chilometri, come dal Trentino alla Sicilia. La faglia del terremoto in Irpinia e Basilicata nel 1980 era lunga 40 chilometri. La frattura avviene sottoterra, ma a volte può essere visibile anche in superficie. Quando questo accade possiamo vedere che le rocce ai lati della frattura si muovono di parecchi metri. Nel terremoto del 1964 in Alaska, uno dei due blocchi di rocce è finito 10 metri più in alto dell'altro. Nel terremoto di Irpinia e Basilicata, il dislivello tra i due blocchi arrivava a 1 metro.

Lo spostamento delle rocce può anche essere orizzontale: nel terremoto di San Francisco del 1906 i due blocchi si sono spostati di 6 metri, scorrendo in due direzioni opposte. La faglia che si è creata era di 480 chilometri: poco meno della distanza in linea d'aria fra Trieste e Ventimiglia, ai due estremi delle coste italiane.



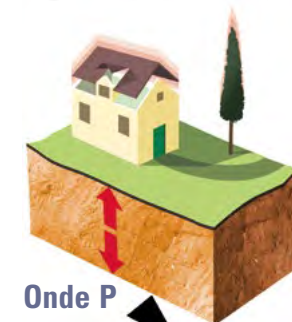
Onde sismiche

Ipocentro ed epicentro

Il punto in cui ha origine la frattura della crosta terrestre si chiama "ipocentro" del terremoto e si trova nel sottosuolo. Il punto della superficie terrestre perpendicolare a esso si chiama "epicentro" ed è di solito il posto in cui si verificano gli effetti più gravi.

Arriva la SCOSSA

Una parte dell'energia liberata dalla rottura delle rocce viaggia dall'ipocentro sotto forma di onde che scuotono la superficie della Terra e la fanno tremare, causando danni più o meno gravi: questi scrolloni sono detti "scosse sismiche". Ci sono vari tipi di onde, più o meno pericolose. Le più veloci sono le onde "longitudinali", che fanno oscillare la materia nella stessa direzione in cui si propaga l'energia: come un organetto, rocce e liquidi si comprimono e si dilatano. Sono le prime a essere avvertite e per questo sono dette "onde P".



Onde P

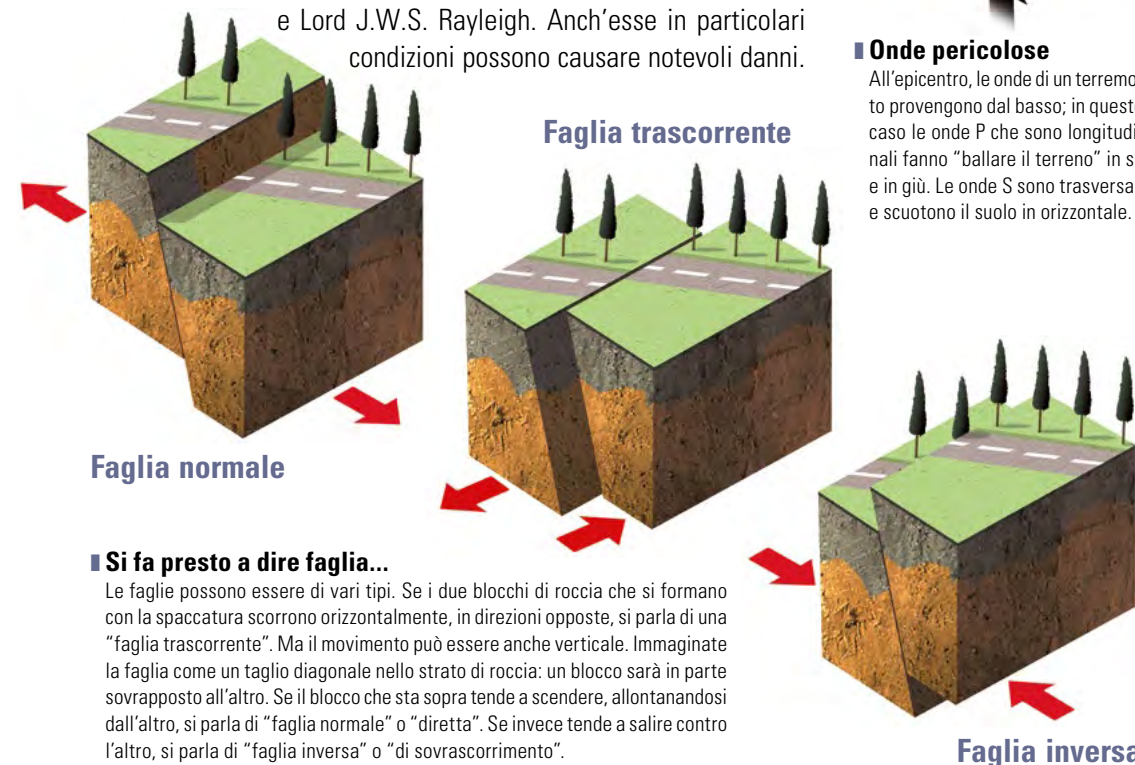
Le onde "trasversali" invece fanno ballare il terreno perpendicolarmente alla loro direzione. Si trasmettono solo nei solidi e si chiamano "onde S" perché arrivano per seconde. Sono infatti più lente ma possono fare molti più danni delle altre perché più ampie ed energetiche. **Le onde "superficiali"** si generano all'epicentro e si propagano solo sulla superficie terrestre: arrivano per ultime perché sono le più lente. A seconda del tipo di movimento che producono si chiamano "onde L" o "onde R" dai nomi dei loro scopritori A.E.H. Love e Lord J.W.S. Rayleigh. Anch'esse in particolari condizioni possono causare notevoli danni.



Onde S

Onde pericolose

All'epicentro, le onde di un terremoto provengono dal basso; in questo caso le onde P che sono longitudinali fanno "ballare il terreno" in su e in giù. Le onde S sono trasversali e scuotono il suolo in orizzontale.



Si fa presto a dire faglia...

Le faglie possono essere di vari tipi. Se i due blocchi di roccia che si formano con la spaccatura scorrono orizzontalmente, in direzioni opposte, si parla di una "faglia trascorrente". Ma il movimento può essere anche verticale. Immaginate la faglia come un taglio diagonale nello strato di roccia: un blocco sarà in parte sovrapposto all'altro. Se il blocco che sta sopra tende a scendere, allontanandosi dall'altro, si parla di "faglia normale" o "diretta". Se invece tende a salire contro l'altro, si parla di "faglia inversa" o "di sovrascorrimento".

DOVE avvengono i TERREMOTI?

I continenti della Terra non stanno fermi, ma se ne vanno a spasso su placche gigantesche. I terremoti avvengono soprattutto nei punti in cui esse si scontrano, si allontanano o si strofinano tra loro.

La TERRA è un supplì

Vi sembrerà strano, ma la nostra cara vecchia Terra ha molte cose in comune con un supplì, una di quelle squisite palline di riso farcite di mozzarella e poi impanate e fritte.

Innanzitutto, le somiglia per il fatto di non essere sferica: anche se chi fabbrica i mappamondi li fa perfettamente tondi, la Terra è di forma irregolare e leggermente schiacciata sui poli. Ma soprattutto la Terra è fatta di strati concentrici. Tagliando a metà un supplì vi accorgete che all'esterno ha una crosta sottile e croccante, all'interno uno strato di soffice riso e al centro un nucleo caldissimo di mozzarella.

Anche la Terra è formata da tre strati principali: all'esterno ha una crosta di roccia molto rigida (che sotto gli oceani ha una composizione diversa rispetto alle terre emerse); poi c'è uno strato spesso di rocce più morbide, ricche di silicio, ferro e magnesio, che si chiama "mantello"; al centro della Terra c'è infine un nucleo molto denso, presumibilmente di ferro e nichel.



■ Un pianeta in forma!

Nell'antichità si pensava che la Terra fosse piatta oppure a forma di scatola, di colonna o perfino di ostrica (così credevano i Babilonesi).

Ma i primi marinai osservarono che le navi, allontanandosi, sparivano oltre l'orizzonte, e già nel VI secolo a.C. i pitagorici affermarono che la Terra è sferica. Molti, però, non ne erano troppo convinti, come si può vedere in questo mappamondo del XIII secolo. A dare una dimostrazione del fatto che la Terra fosse rotonda fu la nave Vittoria di Magellano, che tra il 1519 e il 1522 fece il giro del mondo; il navigatore portoghese però non visse abbastanza da completare il viaggio.

■ Era tosto, Eratostene...

Già nel III secolo a.C. Eratostene di Cirene misurò la circonferenza della Terra, studiando le ombre in luoghi diversi disposti sullo stesso meridiano: ottenne un totale di 39.375 chilometri, contro i 40.076,592 chilometri che oggi sappiamo essere la misura esatta. Aveva praticamente indovinato la circonferenza intera viaggiando solo per un cinquantesimo di essa: un vero drago! Ma su cosa succedesse all'interno della Terra le ipotesi erano molto più imprecise. Aristotele diceva che i terremoti erano causati da venti imprigionati in canali sotterranei; proprio questi venti incendiavano filoni di zolfo e carbone presenti nelle profondità della Terra, dando così origine ai vulcani.

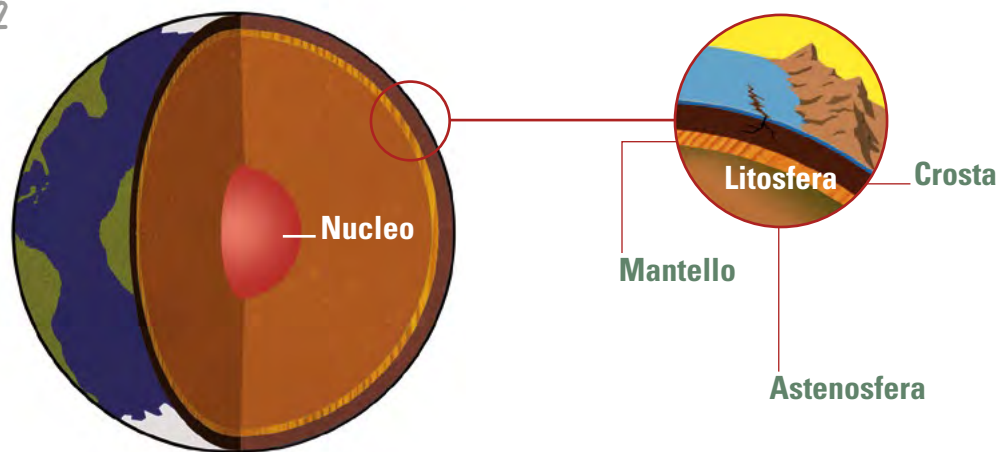


Fortissimo terremoto in Valnerina

(Umbria); i danni maggiori si hanno nel territorio di Norcia, dove alcune località vengono distrutte.

Intensità MCS χ _____





Uno STRATO dentro l'altro

■ Grazie ai terremoti...

Studiare l'interno della Terra non è facile, dal momento che nessuno c'è mai stato: ma alcune informazioni molto utili le possiamo ricavare proprio dai terremoti. Osservando come cambia bruscamente la velocità delle onde sismiche a seconda della profondità, si può dedurre quali siano i diversi strati che formano la Terra e quali caratteristiche abbiano.

Per semplificare abbiamo diviso la Terra in tre strati, ma in realtà ognuno di essi è a sua volta diviso in altri strati, dalle caratteristiche diverse. Partiamo dal centro. Il nucleo è formato da uno strato interno e uno esterno. Il nucleo interno è solido, ha una densità 13 volte più alta di quella dell'acqua e un raggio di 1.200 chilometri: è quindi poco più grande della Luna. Il nucleo esterno ha le caratteristiche di un liquido e uno spessore di 2.200 chilometri.

Il mantello corrisponde allo strato di riso del supplì: sta fra il nucleo-mozzarella e la crosta terrestre ed è spesso circa 2.900 chilometri. La parte del mantello tra i 70 e i 400 chilometri di profondità è chiamata "astenosfera", dal greco *asthenés* che significa "debole". Infatti, pur essendo fatta di rocce, l'astenosfera si comporta come un fluido ed è malleabile come la plastilina (forse per la presenza di piccole porzioni di roccia fusa).

Più all'esterno, l'ultima porzione di mantello e la soprastante crosta terrestre prendono il nome di "litosfera" (dal greco *lithos* che significa "pietra") perché sono dure... come la roccia. Lo spessore della litosfera varia di luogo in luogo, proprio come la crosta terrestre, che è la parte più esterna del nostro pianeta. La crosta è spessa 30-40 chilometri sotto i continenti ma a volte anche meno di 10 sotto i fondali oceanici.



È uno dei più importanti

terremoti dell'Appennino centro-meridionale. I danni più gravi e le vittime si hanno in due aree distinte: al confine tra Aquilano e Valle del Salto, e nella zona tra Isernia e Cassino.

Intensità MCS **X**

■ Un geode è... un geode!

Nel 1735 Charles Marie de La Condamine e Pierre Louis Moreau de Maupertuis dimostrarono che la Terra è quasi sferica, ma appiattita ai poli e più gonfia all'equatore. Per essere precisi, non si può dire che la Terra sia una sfera: si dice invece che è un "geode". E in effetti il "geode" è una forma geometrica assolutamente irregolare, che segue grosso modo la superficie del globo terrestre. Insomma, usando questa parola finiamo per dire che la Terra è a forma di Terra! Bella scoperta, direte voi...

Come una PENTOLA che bolle

Se ci pensate c'è ancora qualcos'altro in comune tra la Terra e un supplì. A volte, se non state attenti, rischiate di ustionarvi la lingua con la mozzarella al centro del supplì! Anche il nucleo al centro della Terra è caldissimo: oltre 6.000 gradi. Se tenete presente che a 38 gradi avete la febbre alta e che a 100 l'acqua bolle, immaginatevi un po' che inferno c'è laggiù.

Forse per colpa del contatto con un nucleo così arroventato, o grazie al calore liberato da reazioni nucleari all'interno della Terra, il mantello si riscalda e in molti punti fonde. Il materiale fuso tende a salire verso l'alto, spingendo in basso quello più freddo: si hanno così dei "moti convettivi". Il nome è difficile, ma la faccenda è semplice: è come in una pentola di pasta sul fuoco. A contatto col calore l'acqua che sta sul fondo si riscalda e sale, trascinando con sé la pasta e spingendo in basso l'acqua più fredda della superficie.



È quello che accade al mantello terrestre. Questi moti convettivi, profondi e lentissimi, sono il motore della litosfera: le placche in cui è suddivisa si muovono e si sfregano, si scontrano o si staccano galleggiando sulla parte fluida del mantello.

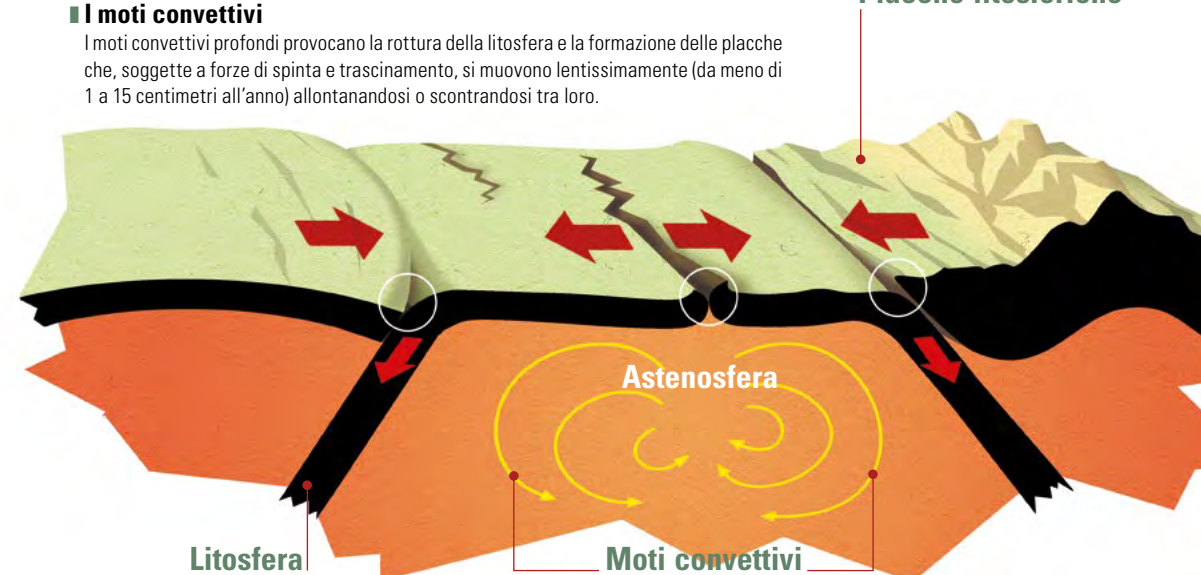
■ Tempi geologici!

Benché gli spostamenti delle placche siano impercettibili, causano conseguenze notevoli, come la formazione di catene montuose. Certo, ci vuole un po' di tempo: qualche milione di anni...

■ I moti convettivi

I moti convettivi profondi provocano la rottura della litosfera e la formazione delle placche che, soggette a forze di spinta e trascinamento, si muovono lentissimamente (da meno di 1 a 15 centimetri all'anno) allontanandosi o scontrandosi tra loro.

Placche litosferiche





Dalla PANGEA ai nostri continenti



Ogni continente della Terra se ne sta bello attaccato sopra la sua placca, e si muove insieme a lei. Ogni placca è infatti come una gigantesca zattera che trasporta fondali oceanici e continenti in giro, galleggiando sull'astenosfera.

A guardare bene la forma dei continenti, ci si rende conto

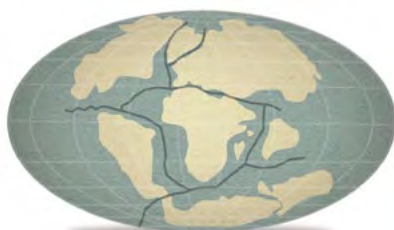
che si potrebbero incastrare l'uno con l'altro come i pezzi di un puzzle. Per esempio, la grossa "spalla" del Sud America in cui si trova il Brasile si incastra bene nella curva sud-occidentale dell'Africa, come se un tempo fossero state saldate insieme. L'idea che i continenti non fossero immobili si fece strada nella prima metà del Novecento, grazie al tedesco Alfred Wegener e alla sua teoria della "deriva dei continenti". Wegener pensava che 200 milioni di anni fa esistesse un solo blocco di terra emersa, che lui chiamò Pangea. Questo supercontinente si sarebbe spezzato dando origine ai continenti odierni, che poco alla volta sono "andati alla deriva" scivolando nei posti che occupano oggi. Non hanno mai smesso di muoversi però, e tra altri milioni di anni la Terra avrà ancora un altro aspetto. Il movimento continuo delle placche su cui poggiano i continenti è apparso evidente negli anni Sessanta, con la scoperta dell'espansione dei fondali oceanici. Oggi la maggior parte degli scienziati ritiene che la "teoria delle placche" o "tettonica globale" sia la spiegazione migliore di molti fenomeni del nostro pianeta.

Tanti indizi a conferma

La presenza su continenti diversi di fossili animali e vegetali delle stesse specie, che mai avrebbero potuto attraversare un oceano, e degli stessi ambienti paleografici conferma che i continenti erano in origine uniti tra loro. Altri indizi di ciò vengono dalla natura delle stesse rocce su bordi di continenti diversi, dalla direzione dei campi magnetici, dai segni di una stessa glaciazione trovati in India, Sud America, Sudafrica, Australia e Antartide.



200.000.000 di anni fa



65.000.000 di anni fa



Oggi

Continenti alla deriva

Le immagini qui riportate indicano le posizioni dei diversi continenti 200 milioni di anni fa, 65 milioni di anni fa e ai nostri giorni.



È il terremoto più forte dell'Italia centro-meridionale.

L'evento principale si ha nella notte del 5 dicembre, ed è seguito da numerose repliche. L'area gravemente danneggiata, compresa tra l'Abruzzo, il Molise, la Basilicata e la Campania, è vasta tanto da far pensare all'attivazione contemporanea di più strutture sismogenetiche. Le vittime sono circa 27.000.

Intensità MCS XI

VULCANI e TERREMOTI, cuginetti terribili

Le placche in movimento possono allontanarsi, scontrarsi o sfregarsi tra loro. Nel punto in cui le placche si scontrano, la crosta si alza formando catene montuose come le Alpi o l'Himalaya; il bordo di una placca può anche finire sotto un'altra, e andare a fondersi in zone dell'astenosfera dette "di subduzione", come in Giappone. A volte, invece, le placche si muovono strisciando l'una contro l'altra, come in California e in Turchia.

Sia i vulcani che i terremoti sono conseguenze di questi allontanamenti, scontri e strofinamenti. I terremoti avvengono infatti quasi tutti lungo i bordi delle placche. Di solito hanno luogo all'interno della crosta terrestre, a una profondità massima di 30 chilometri: si chiamano allora "terremoti superficiali" e possono essere i più dannosi. Nelle zone di subduzione si possono avere anche "terremoti profondi", fino a 700 chilometri sotto la superficie. Questi fanno meno danni ma si sentono su aree molto più ampie.

L'Italia si trova nel punto in cui convergono la placca africana e quella euroasiatica. È un punto particolarmente complesso, poiché lungo i loro bordi la litosfera si è fratturata in altre microplacche.



Quando la gente ci va di mezzo

Questo affresco del XIV secolo mostra i terribili effetti di un terremoto. Almeno due miliardi di persone vivono in zone a rischio sismico: circa un terzo della popolazione mondiale. Sul numero delle vittime nel passato non abbiamo dati certi; sappiamo però che nel XX secolo sono state circa un milione e mezzo, di cui quasi un decimo in Italia.



Se il terremoto si fa sentire

Abbiamo già detto che, del milione di terremoti che si verificano annualmente, solo pochi si possono avvertire: ma ce ne sono almeno 130 all'anno forti quanto quello dell'Irpinia e Basilicata del 1980, e almeno 15 come quello di Messina e Reggio Calabria del 1908. Per fortuna i terremoti avvengono soprattutto in mare o in zone poco abitate, come si può intuire osservando la mappa delle principali placche qui riportata.

CHE COSA sono i MAREMOTI?

Il 70% del nostro pianeta è coperto dal mare: frane sottomarine, eruzioni vulcaniche e terremoti subacquei sono dunque molto frequenti e possono causare onde impercettibili che, in qualche caso, raggiunte le coste, diventano gigantesche e catastrofiche.

Piccole ONDE crescono

Quando sott'acqua o in prossimità della costa succede qualcosa di grosso come un terremoto, una frana o un'eruzione vulcanica, può nascere una serie di onde marine, chiamata "maremoto".

Le onde così generate si propagano in cerchi sempre più larghi, proprio come accade quando gettate un sassolino in uno stagno. Muovono masse d'acqua enormi, ma a grande profondità, ed è per questo che in superficie si notano pochissimo. Le onde del maremoto sono infatti molto basse, anche 30/60 centimetri, e molto distanziate tra loro, tra i 100 e i 200 chilometri: la frequenza varia da una ogni 5 minuti fino a una all'ora. Per questo in mare aperto non vengono notate, confondendosi con le altre onde: ma possono viaggiare fino a 800 chilometri orari, tanto più veloci quanto più è profonda l'acqua. Una volta raggiunti i bassi fondali della costa rallentano ma crescono in altezza, anche fino a 50 metri, con effetti devastanti e distruttivi.



Alcuni eventi producono

danni gravi a L'Aquila e nel suo contado, causando numerose vittime. La sequenza sismica termina nel febbraio del 1462.

Intensità MCS

Record terrificanti

L'esplosione del vulcano Krakatoa, avvenuta il 27 agosto 1883 tra Sumatra e Giava, provocò onde alte 30 metri che colpirono le coste delle due isole uccidendo 36.500 persone. Tristemente famoso è anche il terremoto avvenuto il 26 dicembre 2004, nell'Oceano Indiano; le onde del maremoto hanno colpito le coste di molti Paesi asiatici, come Sri Lanka, India, Malesia, Thailandia e Indonesia, fino a raggiungere le coste dell'Africa. Più recentemente, l'11 marzo 2011 un gigantesco maremoto ha devastato le coste orientali del Giappone e le onde hanno superato i dieci metri di altezza fino a raggiungere, in alcuni punti, i 30 metri. Nell'arcipelago delle Eolie un piccolo maremoto si è verificato il 30 dicembre 2002, a causa di una frana sottomarina che ha interessato il vulcano Stromboli. Tra le più grandi onde mai create da un maremoto si ricordano quelle che si abbattono su Valdez, in Alaska, il 27 marzo 1964 (alte ben 52 metri). Il maremoto, causato da un terremoto con epicentro in Alaska, interessò tutto il Pacifico.



Un'immagine dei danni causati dallo tsunami che ha colpito il Sudest asiatico nel dicembre 2004.





Attenti all'ACQUA!



Il terremoto fa distruzioni

in una vasta area della Sicilia sud-orientale. Nelle province di Catania e Siracusa avvengono crolli diffusi di edifici.

Le vittime sono alcune decine.

Intensità MCS X

Per fortuna, i maremoti avvengono solo in presenza di condizioni molto particolari: devono essere provocati da terremoti che scatenano molta energia, in territori con faglie di un certo tipo e coste in cui la profondità dell'acqua diminuisce piuttosto bruscamente.

Per questo motivo, solo certe zone della Terra sono esposte al pericolo di maremoti altamente distruttivi. La maggior parte di essi ha luogo nell'oceano Pacifico: soprattutto lungo le coste del Giappone, della Kamchatka e delle isole Hawaii. Proprio laggiù, a Honolulu, c'è la centrale di un avanzato sistema d'allarme per i maremoti: si basa su un gran numero di stazioni di registrazione (sismometri e mareografi) che controllano l'intero Pacifico. In questo modo è possibile localizzare le onde dei maremoti immediatamente dopo il terremoto che le ha scatenate. Si può così calcolare il tempo di arrivo sulle coste e allertare le popolazioni in pericolo con qualche ora d'anticipo.



Un errore fatale

Le onde di maremoto sono un pericolo se i terremoti avvengono in mare e sulla costa sono presenti insediamenti abitati. Il 5 febbraio 1783, la prima onda di un maremoto che colpì Messina e le coste calabre (qui illustrata in una stampa dell'epoca) causò oltre un migliaio di morti tra coloro che, per sfuggire al terremoto, si erano rifugiati proprio lungo la costa.

MAREMOTI di CASA nostra

A volte, le onde del maremoto sono precedute dal ritirarsi delle acque. È ciò che avvenne a Lisbona, il 1° novembre 1755: il livello del mare si abbassò tanto da portare all'asciutto il fondo della baia. Il che costò la vita a molti curiosi che si erano avventurati a calpestarlo e che furono travolti dalle gigantesche onde sopraggiunte nel giro di pochi minuti. Quel giorno Lisbona fu distrutta dal terremoto, mentre le onde del maremoto si abbattono lungo le coste di Portogallo, Spagna e Marocco.

Simili fenomeni si sono verificati in passato anche lungo alcune zone costiere della nostra penisola. Il 27 marzo 1638, in occasione di un terremoto in Calabria, il mare si ritirò a Pizzo Calabro di ben 2.000 piedi (circa 600 metri). Il 23 febbraio 1887, un forte terremoto a Diano Marina (Imperia) causò un ritiro del mare che raggiunse i 4 metri: in molte altre località il fenomeno raggiunse il metro circa e alcune imbarcazioni avvertirono un piccolo terremoto. Per fortuna i maremoti disastrosi sono eventi rari: il terremoto che li scatena deve essere particolarmente forte e avvenire in acque molto profonde.



Terremoti che scuotono il mare

Il Pacifico è dall'altra parte del mondo, ma anche nel Mediterraneo sono avvenuti pericolosi maremoti: soprattutto nel mar Egeo e in Italia meridionale. Tra gli ultimi esempi quello causato dal terremoto di Messina e Reggio Calabria del 28 dicembre 1908, che colpì la Sicilia orientale e la Calabria provocando onde alte 13 metri (sopra, la copertina di un giornale dell'epoca che illustra le operazioni di soccorso).

Maremoti a Stromboli

Gli effetti dell'onda del maremoto che si è verificato a Stromboli il 30 dicembre 2002.



COME SI MISURA UN TERREMOTO?

Un terremoto si può misurare da diversi punti di vista: la magnitudo Richter ci dice quanta energia è stata liberata da un terremoto, mentre la scala Mercalli ne valuta gli effetti sul territorio.

■ Dalle stelle ai terremoti

Charles Richter (1900-1985), brillante laureato in Fisica e grande appassionato di "Star Trek", era convinto che il suo futuro fossero l'astronomia e lo studio delle stelle. Ma dopo aver accettato un lavoro in un laboratorio di geofisica, fu folgorato dalla sismologia. Nel 1935, agli albori della sua prestigiosa carriera accademica al California Institute of Technology, sviluppò un sistema per misurare l'energia liberata dai terremoti attraverso la definizione del concetto di magnitudo.

COME SI MISURA UN TERREMOTO?

21



Aspro come un LIMONE

Avrete notato che alcuni limoni sono molto piccoli e altri enormi. Potete misurarli con un righello, per vedere quanto sono grossi. Oppure pesarli, come fa il fruttivendolo. Una volta spremuto un limone, vi potete rendere conto del succo che conteneva: un fondo di bicchiere? Un quarto di bicchiere? Mezzo? La quantità dipende da quanto era grande il limone: ma non solo.

A parità di dimensioni, alcuni hanno la buccia più spessa e altri più sottile. Alcuni sono più succosi, altri meno. Anche un terremoto si può misurare in modi diversi: la magnitudo Richter, per esempio, ci dice quanta energia ha liberato. Un sistema diverso come la scala Mercalli, invece, valuta gli effetti sul territorio, sugli oggetti, sugli edifici. Un po' come dire: una scala misura quanto è grosso il limone e l'altra quanto succo fa. Entrambe le informazioni possono esserci molto utili.



Tra luglio e settembre

1627 il foggiano è interessato da molti terremoti. Il più forte si verifica il 30 luglio e produce gravissimi danni e numerose vittime; i danni si estendono dall'Abruzzo alla Campania.

Intensità MCS

■ Il sacerdote geologo

Dopo aver preso gli ordini sacerdotali, Giuseppe Mercalli (1850-1914) decise di laurearsi in Scienze Naturali e di dedicarsi alla geologia e allo studio dei terremoti. Nel 1902 inventò la scala usata ancora oggi per misurare l'intensità dei terremoti basandosi sull'osservazione dei loro effetti.



Il sismometro più antico del mondo: fu inventato dal filosofo cinese Chang Eng nel 132 d.C.





Un PENDOLO al contrario



Violento terremoto

che colpisce particolarmente la zona di Nicastro, in Calabria; i morti sono diverse migliaia. L'8 giugno un nuovo terremoto provoca danni nel crotonese.

Intensità MCS **XI**

Lo strumento principale per studiare i terremoti è il sismografo. In pratica si tratta di un pendolo che registra le oscillazioni del terreno nel posto in cui si trova.

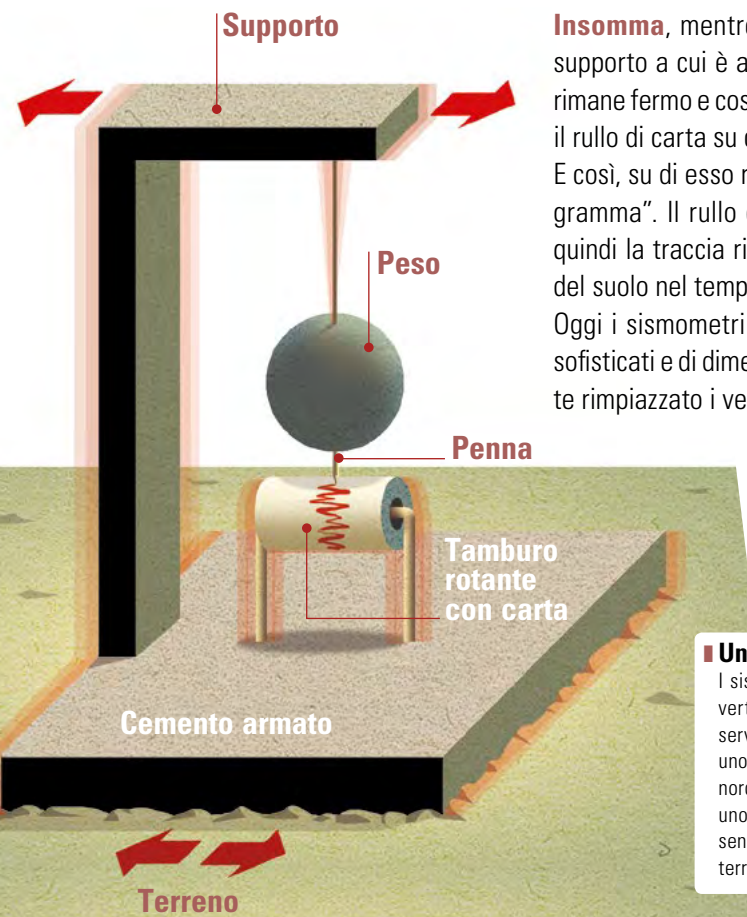
Vi sarà forse capitato di osservare un pendolo. Quelli più grandi vengono appesi al soffitto e hanno una punta che traccia il loro percorso, a ogni passaggio, su un po' di sabbia sparsa al suolo. Bene, il sismografo funziona esattamente al contrario: è il pendolo che se ne sta fermo, mentre tutto il resto del mondo si muove scosso dal terremoto... inclusi voi che lo osservate! Il pendolo del sismografo è pesantissimo e tende a restare immobile, per lo stesso "principio d'inerzia" per cui, se un autobus parte all'improvviso in avanti, voi che ci state dentro tendete a cascare all'indietro... cioè a restare dove siete anziché muovervi con lui!

Insomma, mentre il terreno trema con tutto il supporto a cui è appeso il pendolo, quest'ultimo rimane fermo e così la penna a esso attaccata: ma il rullo di carta su cui scrive trema come il suolo. E così, su di esso resta una traccia detta "sismogramma". Il rullo di carta nel frattempo gira, e quindi la traccia riporta man mano il movimento del suolo nel tempo.

Oggi i sismometri elettronici, tecnologicamente sofisticati e di dimensioni ridotte, hanno totalmente rimpiazzato i vecchi strumenti.

Uno strumento molto sensibile...

I sismometri possono essere di vario tipo: verticali o orizzontali. Ogni stazione di osservazione dei terremoti ne ha di solito tre: uno per misurare le oscillazioni in direzione nord-sud, uno per le oscillazioni est-ovest e uno per le oscillazioni in verticale. Ciò consente di registrare i movimenti provocati dal terremoto in ogni direzione.



Cosa ci dice il SISMOGRAMMA

Dal sismogramma si possono ottenere molte informazioni: per esempio è possibile determinare quanto tempo passa tra l'arrivo delle onde P e quello delle onde S.

L'oscillazione più ampia registrata dal sismogramma ci dice qual è stata l'energia del terremoto, che si misura in "magnitudo". Per essere precisi occorre compararla con la distanza dall'ipocentro: è ovvio che se due terremoti causano la stessa oscillazione, quello più lontano dev'essere per forza più potente!

Se sappiamo la velocità delle onde P e delle onde S, e il sismometro ci dice a quanti secondi di distanza fra loro sono arrivate, possiamo calcolare quanto ci hanno messo in tutto, e quindi quanto è lontano l'ipocentro.

Già sappiamo che, a seconda del tipo a cui appartengono, le onde di un terremoto viaggiano attraverso la Terra in modo diverso e a differenti velocità. Le onde P viaggiano tra i 5,5 e i 14 chilometri al secondo: 24 volte più veloci di un aereo Concorde! Le onde S fanno tra i 3 e i 7 chilometri al secondo, mentre le onde L vanno a circa 3,5 chilometri al secondo: più di 10 volte la velocità con cui i suoni viaggiano nell'aria.

Un altro utile strumento

L'accelerometro serve per registrare i cambi della velocità con cui trema il terreno. Questo dato è molto importante per capire quali possono essere i danni agli edifici: infatti questi non dipendono solo dalla forza del terremoto, ma soprattutto dal modo più o meno brusco con cui si scatena. In alto, veduta della stazione accelerometrica di Sant'Agata di Puglia.

Facciamo il punto...

Con la distanza dall'ipocentro di tre stazioni diverse, è possibile localizzare il terremoto: bastano un compasso e una carta geografica. Puntate il compasso su una stazione, aprendo sulla distanza calcolata sui tempi di arrivo delle onde P e S, e tracciate un cerchio. Fate lo stesso con le altre due stazioni: l'epicentro si trova nel punto in cui si incrociano le rette passanti per i punti di intersezione tra le varie circonferenze.





Che FORZA questo TERREMOTO!

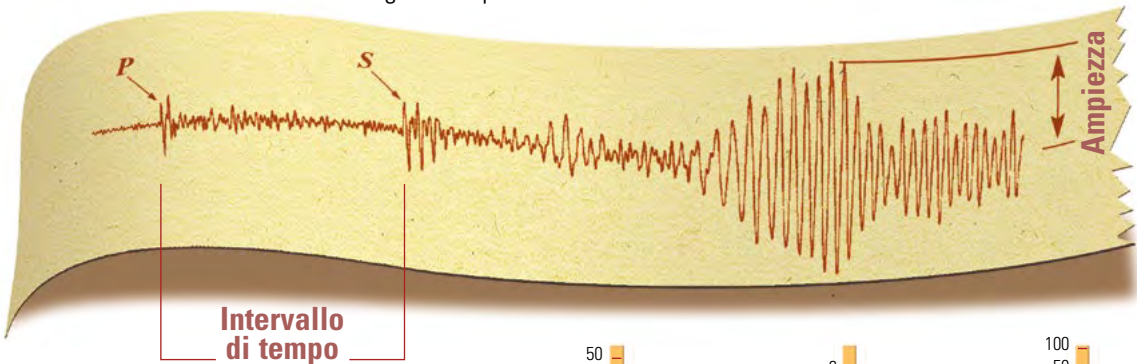


La traccia del terremoto

Il sismogramma è la traccia disegnata dal sismografo durante il terremoto. Dalla sua analisi, i sismologi riescono a stabilire la magnitudo di un evento sismico. I valori presi in considerazione sono l'ampiezza massima del tracciato e l'intervallo tra i tempi di arrivo delle onde longitudinali P (che arrivano per prime) e delle onde trasversali S (che arrivano per seconde).

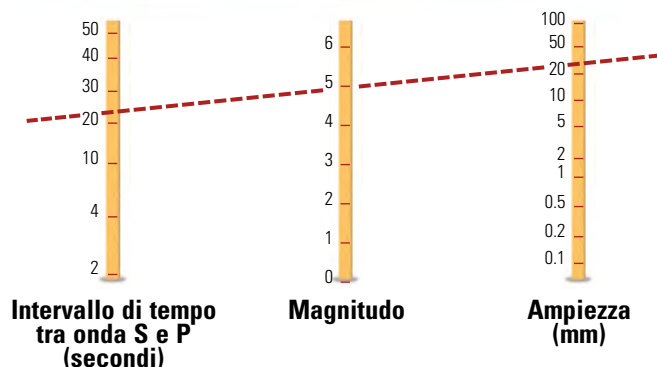
La magnitudo è stata definita nel 1935 dai sismologi Beno Gutenberg e Charles Francis Richter: da quest'ultimo il sistema ha preso il nome di "magnitudo Richter" o anche, impropriamente, di "scala Richter". E ci dispiace per Beno Gutenberg!

Il valore 0 di magnitudo è stato assegnato ai terremoti che venivano appena sentiti dai sismografi di allora: a quelli cioè che facevano oscillare l'ago di un sismografo, posto a 100 chilometri di distanza, di un millesimo di millimetro al massimo. Uno spostamento davvero minimo! Le varie magnitudo di questo sistema sono state poi definite a seconda dell'ampiezza sempre maggiore del movimento dell'ago. A quel punto, Gutenberg e Richter hanno trovato una relazione tra le magnitudo fissate da loro e l'energia del terremoto: si sono infatti accorti che a ogni passaggio tale energia è circa 30 volte quella della magnitudo precedente. Pensate a un tiro alla fune: una cosa è se dall'altra parte contro di voi c'è un ragazzino, un'altra è se ci sono 30 ragazzoni! Il fatto è che a magnitudo 2 è come se di ragazzoni ce ne fossero 900, a magnitudo 3 ben 27.000... e così via, moltiplicando ogni volta per trenta. Resa l'idea?



Come calcolare la magnitudo

Per stabilire la magnitudo di un terremoto occorre segnare, sulla colonna destra dello schema, i millimetri della più grande oscillazione registrata dal sismografo. Sulla colonna di sinistra si segna invece la differenza dei tempi di arrivo delle onde S e P, ovvero la distanza dall'ipocentro. Collegando i due punti, nella colonna centrale si ottiene la magnitudo del terremoto. Si può osservare che il valore della magnitudo è direttamente proporzionale all'ampiezza della più grande oscillazione e alla distanza tra i tempi di arrivo tra le onde S e P.



Tre eventi provocano

il crollo di molte costruzioni e numerose vittime ad Amatrice (L'Aquila) e in altre località del versante nord-occidentale dei Monti della Laga.

Intensità MCS

IX-X



Molto più di una BOMBA atomica

Abbiamo visto a cosa corrisponde lo 0 della magnitudo Richter. In teoria non c'è un limite massimo, ma per fortuna i terremoti non hanno mai raggiunto magnitudo 10. Per fare danni consistenti nella zona dell'epicentro, un terremoto superficiale dev'essere almeno di magnitudo 5: l'energia liberata è la stessa della bomba atomica esplosa per esperimento sull'atollo di Bikini nel 1946. Un terremoto di magnitudo 9, ormai lo sappiamo, è 30 per 30 per 30 per 30... 810.000 volte più potente di quella bomba atomica. Roba da brividi! I sismometri attuali, più moderni degli strumenti che aveva a disposizione Richter, possono misurare terremoti anche più deboli di magnitudo 0: per questo oggi si indicano anche magnitudo con numeri negativi. Spesso però è utile valutare non tanto l'energia del terremoto, quanto i suoi effetti sul terreno, gli edifici, le persone: purtroppo, è una cosa che ci interessa anche di più. Questa misura si chiama "intensità macrosismica" e si ottiene per esempio con la scala Mercalli.

MI e Mw

I sismologi usano diversi tipi di magnitudo: le principali sono la Magnitudo Richter (MI, anche detta magnitudo locale) e la Magnitudo Momento (Mw). La MI si calcola dall'ampiezza massima del sismogramma, mentre la Mw si calcola sull'intero sismogramma ed è più rappresentativa della grandezza del terremoto. La MI si calcola in pochi minuti, mentre la Mw richiede alcune ore. Le due stime "misurano" la stessa cosa in modo diverso.

La differenza tra la magnitudo Richter e una scala come la Mercalli è fondamentale, non solo per quello che misurano ma anche per come lo fanno. La magnitudo è una misura fisica, data dagli strumenti; il "grado di intensità" è invece una classificazione, formulata dall'uomo, degli effetti del terremoto su persone, cose ed edifici. Come fanno gli insegnanti quando danno un voto per "classificare" il rendimento degli studenti.

magnitudo 1

magnitudo 2

magnitudo 3



Per dare un'idea

Per rendersi conto delle proporzioni tra terremoti di energia differente, possiamo immaginare di rappresentare ogni magnitudo con una sfera di dimensioni diverse. Il volume di ogni sfera è proporzionale alla quantità di energia liberata. Quella scatenata dal terremoto di Messina e Reggio Calabria del 1908, che è stato di magnitudo 7,1, in proporzione con il nostro disegno sarebbe rappresentata da una sfera di oltre 9 metri di diametro!



Il sismografo e la magnitudo

Fissata la magnitudo 0, Richter e Gutenberg hanno definito le varie magnitudo passando da un livello all'altro ogni volta che l'oscillazione dell'ago del sismografo diventa 10 volte più grande: la magnitudo 1 si ha dunque quando l'oscillazione è di un centesimo di millimetro, la 2 quando è di un decimo di millimetro, la 3 quando è di un millimetro e così via.

Un TERREMOTO di grande EFFETTO

Per valutare l'intensità macrosismica si raccolgono tutte le informazioni possibili sugli effetti di un terremoto nelle diverse località colpite. Poi si confrontano questi effetti con quelli previsti dai diversi gradi della scala e si vede a quale descrizione corrispondono meglio.

Esistono diverse scale che servono a questo. La più semplice tra quelle utilizzate in Europa è la Mercalli Cancani Sieberg (MCS): ma si utilizzano anche la Medvedev Sponheuer Karnik (MSK) e la European Macroseismic Scale (EMS), messa a punto nel 1992 e aggiornata nel 1998.

A differenza dei nomi, il concetto è piuttosto facile. Tutte queste scale si articolano in 12 gradi: nella pagina accanto, come esempio, trovate la descrizione molto semplificata dei gradi della scala MCS (detta anche, per comodità, "scala Mercalli"). Facciamo finta che ci sia un terremoto (beh, speriamo di no!). La libreria scricchiola, il pavimento trema e il lampadario oscilla ma tutto sommato non succede nulla di grave, la zia che russa non si sveglia e nostra sorella in giardino non si accorge di niente... Date un'occhiata qui accanto cercando la descrizione giusta: trovata? Evidentemente abbiamo osservato effetti del IV grado della scala Mercalli.



Forte terremoto

che interessa la Calabria centrale nell'area compresa fra i Golfi di Sant'Eufemia e di Squillace; le vittime sono più di 2.000.

Intensità MCS

Testimonianze dal passato

La scala MCS è utile anche per classificare gli effetti dei terremoti del passato in base alle descrizioni fornite dai testimoni dell'epoca. Con maggior difficoltà si possono utilizzare allo stesso scopo anche scale più sofisticate, come la EMS, che richiede informazioni non solo sui possibili danni subiti dagli edifici, ma anche su come erano fatti, quanto erano vulnerabili ecc. Tutte cose difficili da sapere: spesso le uniche testimonianze sono limitate a poche parole, come quelle che compaiono in quest'epigrafe sulla facciata del castello di Polla (SA), danneggiato dal terremoto del 1561 («oppido motu terrae concusso») e ricostruito da Giovanni Villano nel 1590.



I gradi della scala MERCALLI (MCS)

- I Terremoto non sentito dalle persone, ma registrato solo dagli strumenti.
- II Sentito solo da pochi, in perfetta quiete, ai piani superiori delle case.
- III Lieve tremolio sentito da pochi in casa; leggera oscillazione dei lampadari.
- IV In casa gli oggetti tintinnano e scricchiolano, i lampadari oscillano.
- V Scossa avvertita da molti anche all'aperto, quasi tutti scappano fuori casa e se dormono si svegliano, porte e finestre sbattono, qualche vetro si rompe, i liquidi fuoriescono dai recipienti, i quadri si spostano e gli oggetti instabili si ribaltano.
- VI Piccoli danni all'intonaco, screpolature sui muri, caduta di oggetti, le persone hanno paura.
- VII Danni consistenti, con qualche crollo di parti alte come cornicioni e camini.
- VIII Crollo di edifici vecchi e malandati, danni gravi a un quarto delle costruzioni.
- IX Metà delle case in muratura crollano, quasi tutte le altre diventano inagibili.
- X Crolli totali e gravissimi danni ai tre quarti delle costruzioni, effetti anche sul territorio (frane e spaccature).
- XI Crollano quasi tutti gli edifici in muratura e i ponti, vistosi effetti sul territorio.
- XII Distruzione di tutte le opere dell'uomo, grandi modificazioni dell'ambiente naturale.



Punto per PUNTO

Avete presente l'odiosa radio del vostro vicino, la mattina presto? Per svegliarvi, basta che sia accesa a basso volume nella stanza accanto alla vostra. Ma se lo sciagurato sta dall'altra parte del giardino, per darvi lo stesso fastidio deve proprio alzarla a tutto volume! Anche il terremoto ha effetti differenti nei diversi luoghi che colpisce. Per valutarli esattamente bisogna effettuare un "rilievo macrosismico" completo, assegnando l'intensità corretta a ciascuno dei posti in cui è stato avvertito. Gli stessi effetti potrebbero infatti derivare da un terremoto di media energia avvenuto molto vicino, o da un terremoto assai più potente ma che ha avuto origine ben più lontano. I diversi valori ottenuti vengono riportati su una mappa chiamata "carta delle intensità", che ci dà un quadro completo della situazione. Su di essa è possibile localizzare il baricentro dell'area di massima intensità, che viene chiamato "epicentro macrosismico".

La carta delle intensità è uno strumento essenziale per confrontare due terremoti dal punto di vista degli effetti: non basta infatti guardare il loro livello massimo, ma occorre anche valutare l'estensione delle aree interessate.



Un fortissimo terremoto

interessa l'Appennino meridionale, con gravi danni in molte località delle province di Benevento, Caserta, Avellino, Campobasso e Isernia. I danni maggiori, con crolli diffusi e circa 10.000 morti, si verificano nel beneventano.

Intensità MCS XI



L'ITALIA è sotto OSSERVAZIONE

Per monitorare la nostra penisola, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) ha messo insieme una Rete Sismica Nazionale. Sono oltre 350 stazioni disseminate nel territorio e collegate alla sede centrale di Roma. Al monitoraggio contribuiscono anche altre reti dell'INGV locali, utili a tenere d'occhio situazioni specifiche come il Vesuvio, Ischia, i Campi Flegrei, l'Etna e le isole Eolie, o reti regionali gestite da altri Enti.

In caso di terremoto, i dati provenienti da tutte le stazioni arrivano immediatamente ai computer della sala di monitoraggio sismico, che li elaborano e li mettono a disposizione del personale specializzato sempre presente in sala. È così possibile fornire alla Protezione Civile, entro pochi minuti, tutte le informazioni preliminari relative al terremoto: il momento in cui si è manifestato, la localizzazione dell'epicentro, l'energia scatenata e l'area presumibilmente interessata dai danni. A quel punto si possono attivare gli eventuali soccorsi. La Rete Sismica garantisce, con un minimo margine di errore, di localizzare un terremoto in qualunque posto d'Italia, anche il più sperduto. Ma ricordiamoci che i danni si presentano solitamente a partire da magnitudo intorno a 4,5.

■ **Per la mappa**, vedi p. 62.

■ Due terremoti a confronto

Questa foto d'epoca mostra le terribili conseguenze del terremoto di Casamicciola (Isola d'Ischia, 28 luglio 1883); sia questo che quello di Irpinia e Basilicata del 1980 hanno raggiunto il X grado della scala MCS: ma mentre il primo non è nemmeno stato sentito a Napoli, a 30 chilometri di distanza, il secondo ha danneggiato gravemente un'area di 3.000 chilometri quadrati.



Si POSSONO PREVEDERE i TERREMOTI?

Se i terremoti fossero prevedibili, il destino di milioni di persone che vivono in zone sismiche cambierebbe? Forse no, o non del tutto. Comunque, non siamo ancora in grado di fare previsioni precise (dove, come, quando).

Sant'Emidio è venerato come il santo protettore dai terremoti.

SANT'EMIDIO V. E M.

Dove, QUANDO e quanto forte

Certe cose sono inevitabili: come le visite del cugino insopportabile. Tuttavia, sapendo che verrà a trovarvi, potete correre ai ripari: mettendo una password al vostro computer e fingendo un attacco di febbre gialla. Meglio abbondare.

Purtroppo, a proposito di visite sgradite, non è ancora possibile prevedere dove si verificherà il prossimo terremoto, con quale energia e soprattutto esattamente quando. Siamo in grado di sapere con una certa precisione dove si potranno verificare i futuri terremoti, e anche la loro massima energia attesa. Ma oggi è impossibile stabilire il momento in cui avverranno.

Si possono fare delle previsioni a lungo termine, classificando le aree pericolose secondo le probabilità che vi si verifichino forti terremoti e la frequenza con cui ce li possiamo aspettare. Per questo bisogna studiare le faglie attive della zona e ricostruirne l'attività sismica precedente. Possiamo tentare anche previsioni a medio termine, cercando di precisare il periodo in cui ci si può aspettare un terremoto.

Occorre capire quant'è l'energia che si è accumulata e che può generare un terremoto in quel luogo, ma anche il modo in cui si manifesterà: se cioè un po' per volta, con moltissimi sismi piccoli oppure con pochi eventi molto forti. Come nel caso del cugino: ha l'abitudine di venire a trovarvi molto spesso? O si fa vivo solo a Natale e Pasqua? È importante saperlo, per pianificare il vostro prossimo e contagioso attacco di febbre gialla.

■ Ricerche vane... almeno per ora

A Tokyo sono numerosissimi gli edifici costruiti con sistemi antisismici. Giappone e Stati Uniti hanno investito moltissimo per tenere sotto osservazione le zone fortemente sismiche: purtroppo, nonostante questo, non si è ancora riusciti a ottenere indicazioni su come prevedere esattamente i terremoti.



La sequenza sismica

colpisce la Sicilia con gravissime distruzioni; circa 70 località della Sicilia sud-orientale vengono danneggiate dagli eventi del 9 e 11 gennaio. Catania, Acireale e molti paesi della Val di Noto vengono distrutti. Siracusa, Augusta e Ragusa riportano gravissimi danni. Le vittime sono circa 54.000. Parecchie località vengono ricostruite in un sito diverso.

Intensità MCS

XI





Qualche SEGNO più preciso



Terremoto in Irpinia,

con gravissimi danni, crolli e circa 6.000 morti in molte località dell'avellinese e del napoletano. Danni anche nelle province di Salerno, Matera e Foggia.

Intensità MCS

Eppure c'è chi ci crede!

Nonostante quello che si sente raccontare in giro, non c'è alcuna relazione fra tempo meteorologico e l'arrivo di un terremoto.

I sistemi di cui abbiamo appena parlato ci danno un'idea di quali siano le aree più pericolose. Con ulteriori indagini in tali zone si può forse accertare, nel breve periodo e con una certa precisione, il momento esatto in cui avverrà l'atteso terremoto. Ciò sembrerebbe possibile perché, secondo alcuni scienziati, gli sforzi cui sono sottoposte le rocce modificano certe caratteristiche, prima ancora che esse si rompano. Se ciò fosse vero, basterebbe controllare i valori di queste caratteristiche. Se, misurandoli, risultassero anomali sarebbero da considerare dei precursori: si chiamano così i chiari segnali che annunciano l'arrivo di un terremoto. Lo studio sistematico di questi precursori potrebbe finalmente consentire di fissare l'istante iniziale del terremoto. Ma attenzione, assieme ai benefici della previsione, bisogna tener conto dei danni di possibili falsi allarmi.

Molta gente crede inoltre che gli eventi sismici siano preceduti da un insolito "tempo da terremoto", caratterizzato da vento caldo o nebbia. Si dice anche che, prima dei terremoti, gli animali si comportino in modo strano. Nessuno studio scientifico ha potuto dimostrare qualcosa del genere. Così come non è dimostrato che, sognando il cugino insopportabile morso da un cane, vincerete un ambo al lotto giocando 21 e 70: anzi è praticamente certo che butterete i vostri soldi. Eppure c'è chi ci crede!



Quattro possibili SPIE

Negli ultimi anni, la ricerca sui precursori di un terremoto si è concentrata su quattro categorie principali di "spie" che potrebbero avvertirci per tempo. Innanzitutto, ci sono dei precursori sismologici: prima di un grosso evento sismico si può verificare tutta una serie di microterremoti, rilevabili solo attraverso gli strumenti. È quindi utile studiare gli eventi che precedono un grosso terremoto, quanto sono forti, ogni quanto avvengono e dove, in modo da poter riconoscere in futuro lo stesso andamento. Come se si trattasse di un vecchio professore che brontola sempre allo stesso modo prima di arrabbiarsi sul serio: appena inizia a borbottare a quel modo, sapete già come regolarvi!

I precursori geofisici di un terremoto sono ancora più complicati da misurare. Si tratta per esempio di anomalie nelle velocità delle onde P e S, e di variazioni delle caratteristiche magnetiche ed elettriche delle rocce. I precursori geochimici sono la variazione, nelle acque sotterranee, della quantità di alcuni elementi chimici, in particolare del radon (un gas radioattivo).

I precursori geodetici riguardano infine alcune modifiche nel livello e nell'inclinazione della superficie del suolo.

Nessuno di loro è sempre presente...

Nessun precursore si verifica regolarmente prima di ogni terremoto importante. Per questo la ricerca si sta orientando sull'osservazione contemporanea di più fenomeni.



QUAL È la SISMICITÀ DELL'ITALIA?

Conoscere la sismicità dell'Italia è indispensabile per individuare i luoghi più pericolosi. La sismicità si studia attraverso le informazioni raccolte dagli strumenti, studiando gli effetti prodotti dai terremoti del passato e conoscendo le caratteristiche geologiche delle diverse aree.



Non c'è DUE senza TRE...

L'abbiamo detto: non è facile prevedere dove, quando e con che forza avverrà un terremoto. Per fortuna i terremoti non capitano a caso: tendono invece a ricorrere sempre nelle stesse zone.

È quindi possibile studiare quelli già avvenuti, tramite le informazioni raccolte dagli strumenti e i segni che hanno lasciato nelle rocce e negli edifici, per capire almeno dove si verificheranno i prossimi. Lo studio del passato consente così di valutare la "sismicità" dei luoghi e di correre ai ripari, diminuendo gli effetti dei terremoti futuri.



Per i terremoti più recenti abbiamo i dati dei sismometri, ma solo dalla seconda metà del XIX secolo esiste in Italia un apposito istituto per il monitoraggio dei terremoti, e solo da una trentina di anni esiste una moderna ed efficiente rete di osservazione. Per gli eventi più vecchi 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 dei terremoti: tempo origine, coordinate dell'epicentro, intensità e – se sono state registrate dagli strumenti – magnitudo e profondità.



Tra il gennaio e il febbraio

1703 una serie di terremoti colpisce un'ampia area dell'Italia centrale; molte località dell'area compresa tra Norcia, Cittareale e L'Aquila vengono completamente distrutte. Le vittime sono circa 10.000.

Intensità MCS **XI**

Un secolo da far tremare!

Negli ultimi 100 anni, ci sono stati in Italia 8 terremoti di magnitudo maggiore di 6,3, e cioè più forti del terremoto aquilano del 6 aprile 2009 (nella foto, in alto, un'immagine del disastro). Di questi, ben 5 hanno causato danni equivalenti al X grado della scala MCS, e quello del 30 ottobre 2016 addirittura dell'XI grado. È ragionevole aspettarsi che in futuro se ne verifichino altri, con frequenza simile...





Una voce dalla STORIA

■ Storica, ma molto attuale!

Lo scopo della sismologia storica è quello di studiare i terremoti che non si sono potuti osservare tramite gli strumenti e i questionari. Non solo quelli antichi, ma anche i terremoti recenti su cui non c'è stato modo di fare osservazioni scientifiche, ma si hanno magari articoli di giornale, servizi televisivi, riprese cinematografiche... Da esaminare esattamente come si fa con i documenti del passato.

Gli storici studiano il passato soprattutto in base a testimonianze scritte e visive: cronache, lettere, quadri, contratti, affreschi, documenti. È un sistema buono anche per studiare i terremoti: infatti negli ultimi decenni si è sviluppata, soprattutto in Europa, la disciplina della "sismologia storica". È lo studio dei terremoti secondo le fonti e i metodi della ricerca storica. In pratica si analizzano gli effetti prodotti dai terremoti tramite le testimonianze d'epoca. È uno studio complesso perché la disponibilità, il tipo, il linguaggio e la qualità delle fonti storiche variano moltissimo nelle diverse epoche e zone.

Inoltre le fonti utilizzate sono quasi sempre testimonianze involontarie: non sono cioè state scritte pensando a quello che i sismologi del futuro avrebbero voluto sapere, ma per mille altre ragioni. Ecco perché la sismologia storica richiede l'intervento di storici che capiscano i terremoti, di sismologi che capiscano le fonti storiche e magari anche di qualche ingegnere: è quello che si definisce uno "studio interdisciplinare".



■ Testimonianze da altre epoche

Quando le informazioni raccolte riguardano molte località e sono abbastanza precise, si possono dedurre i parametri del terremoto: tempo origine, coordinate dell'epicentro... In questo modo si compila un "catalogo di terremoti": l'Italia ne vanta una lunga tradizione. In passato ne sono stati compilati molti, spesso sulla scia dell'emozione causata da qualche grande evento: tra i più famosi abbiamo il repertorio pubblicato da Marcello Bonito nel 1691 e quello di Mario Baratta del 1901.

Ancora più INDIETRO nel tempo

Gli archeologi ricostruiscono il passato studiando le opere dell'uomo: edifici, oggetti e manufatti vari. Un tipo di analisi che può essere applicato anche ai terremoti: abbiamo così l'archeosismologia, un'altra disciplina molto recente, nata per iniziativa di archeologi e sismologi che operano soprattutto nel bacino del Mediterraneo (Grecia, Medio Oriente, Africa settentrionale). Si tratta di studiare i terremoti dei periodi privi di documentazione scritta o con poche testimonianze che descrivano dettagliatamente gli effetti dei terremoti.

L'archeosismologia studia i danni causati dai terremoti agli edifici dell'antichità. Immaginatevi cosa significa dover scoprire, da un ammasso di rovine, se quell'edificio è caduto per un terremoto, o per altri eventi naturali come frane, alluvioni e cedimenti, o a causa di vicende storiche come guerre e rivoluzioni.

Quando non ci sono testimonianze scritte che dimostrino l'origine sismica di un certo danno, occorre trovare altre prove facendo analisi di vario tipo, che richiedono l'intervento di esperti con diverse specializzazioni: si tratta anche in questo caso di uno studio interdisciplinare, proprio come la sismologia storica.

■ La paleosismologia, una disciplina dal nome difficile

E il paleosismologo che fa? Beh, cerca di farsi confessare il terremoto... direttamente dalla Terra! Per estendere la conoscenza dei terremoti alla preistoria, o a quelli di cui non ci restano tracce in manufatti e fonti scritte, questo scienziato esamina proprio gli strati geologici in corrispondenza delle faglie "sismogenetiche". Che non è una nuova parolaccia: significa "capaci di generare terremoti". Il paleosismologo può quindi scoprire quando ci sono stati terremoti nei millenni passati e quanto sono stati forti.



Un violento terremoto,

seguito da repliche per circa un anno, viene avvertito in una vasta area dell'Appennino meridionale. Causa gravi danni al patrimonio edilizio di numerose località delle province di Benevento e Avellino. La zona più danneggiata è l'Irpinia; i morti superano il migliaio.

Intensità MCS $X - XI$





DOVE stare più in guardia



Un forte terremoto provoca

notevoli danni nella zona di Gualdo Tadino e, in misura minore, in diverse località delle province di Perugia, Ancona e Macerata.

Intensità MCS



Gli elenchi cronologici dei terremoti passati e recenti costituiscono i cataloghi, che vengono utilizzati per disegnare mappe di sismicità e danno le informazioni di base per valutare la pericolosità sismica dei diversi luoghi. Altre informazioni ce le forniscono le caratteristiche geologiche del terreno: questa doppia analisi consente di individuare le "zone sismogenetiche". Vale a dire i posti in cui ci si può aspettare che in futuro avvengano terremoti più o meno devastanti.

In Italia ci sono parecchie zone pericolose. Quelle in cui possiamo aspettarci i terremoti più forti sono l'Appennino centrale e meridionale, la Calabria e la Sicilia orientale. Per quanto riguarda l'Italia settentrionale, potranno avvenire grossi terremoti in Liguria occidentale, in Veneto e in Friuli.

I terremoti italiani possono provocare danni notevoli, ma sono meno forti di quelli che colpiscono altre zone, come il Giappone o la California. I terribili terremoti dell'inizio del Novecento come quelli di Messina e Reggio Calabria (1908) e di Avezzano (1915) erano poco oltre la magnitudo 7, mentre quelli di San Francisco (1906) e Tokyo (1923) hanno rilasciato un'energia 20/30 volte superiore, avendo magnitudo maggiore di 8.

Un posto non proprio tranquillo

La faglia di San Andreas, in California, è lunga centinaia di chilometri. Lungo il suo tracciato si sono verificati moltissimi terremoti, tra cui quello che nel 1906 distrusse San Francisco.



Più POTENTI e più frequenti

Le zone sismogenetiche possono essere classificate in base alla massima energia rilasciata o alla frequenza dei terremoti. In Italia abbiamo per esempio delle zone, come i Colli Albani, il Cuneese, la Val di Taro e il Reggiano, in cui i terremoti avvengono spesso ma con energia moderata, oppure zone come la Pianura Padana in cui terremoti forti sono possibili ma molto rari. Questo vale anche per la regione dell'Etna, dove però i terremoti possono essere più distruttivi perché l'ipocentro è più vicino alla superficie.

Nella maggior parte delle altre zone la situazione è peggiore perché insieme a un certo numero di terremoti deboli, ma frequenti, si ha in media ogni secolo un terremoto più violento, i cui effetti possono raggiungere o superare il IX grado Mercalli. Ciò avviene nelle Alpi occidentali, nell'Appennino centro-settentrionale, in Lunigiana, lungo la costa adriatica tra Rimini e Ancona, in Calabria e in Sicilia settentrionale, in Molise e in Irpinia.

Vi sono poi alcune zone che producono forti terremoti e pochi terremoti più deboli. È la caratteristica della Liguria occidentale, delle Prealpi dal Garda al Friuli, della Garfagnana, del Mugello, dell'Abruzzo, del Gargano, dell'Appennino meridionale, della Calabria e della Sicilia orientale. Sono in pratica le zone dove si verificano i terremoti più gravi in assoluto perché l'energia accumulata per lungo tempo viene poi rilasciata tutta insieme.

Per la mappa, vedi p. 62.



Si POSSONO RENDERE sicure le COSTRUZIONI?

Norme SISMICHE per resistere di più

Gli edifici vengono costruiti per reggere in situazioni normali: devono sopportare il proprio peso, quello delle persone che li abitano e delle loro cose, e le intemperie più frequenti come vento forte e nevicate. Sono fatti insomma per resistere soprattutto alle forze verticali. Ma i terremoti sono eventi eccezionali, che per di più agiscono soprattutto con scossoni orizzontali. La casa è come un pugile grande e grosso, pronto ad affrontare i cazzotti dell'avversario, ma il terremoto è un nemico sleale che all'improvviso gli tira via il tappeto sotto i piedi, facendolo cadere a terra.

Per questo, allo scopo di proteggere i cittadini, uno Stato che si rispetti stabilisce come si devono costruire gli edifici per resistere ai terremoti, grazie a leggi chiamate "norme sismiche". Le norme sismiche stabiliscono dunque a che livello di scuotimento orizzontale le costruzioni devono poter resistere pure agli scossoni orizzontali del terreno.

L'esame dei danni riscontrati fino a oggi insegna che spesso il problema degli edifici non è la robustezza generale, ma una serie di dettagli e punti deboli che li rendono vulnerabili in caso di terremoto.

Si può: anzi, si deve! Occorre sia intervenire sui vecchi edifici per evitarne il più possibile i crolli, sia progettare i nuovi in modo intelligente. E costa anche poco, rispetto alla posta in gioco.

Dettaglio di un isolatore sismico (Bazzano, AQ).



Fra il febbraio e il marzo 1783

una serie di terremoti fortissimi interessa la Calabria meridionale e il messinese, provocando la distruzione di moltissime località e danni gravissimi in molte altre; moltissime repliche si hanno nei mesi e negli anni successivi. I morti sono più di 30.000.

Intensità MCS XI



Minimizzare i danni

Un'illustrazione d'epoca mostra il salvataggio delle persone sepolte sotto le macerie dopo un terremoto. Quasi tutti i danni alle persone e alle cose, durante i terremoti, sono dovuti al crollo di edifici e di altre costruzioni umane. Riuscire a renderli resistenti alle scosse di terremoto significa dunque diminuire molto l'impatto catastrofico dei terremoti.



A MIGLIORARE si è ancora in tempo

Si può sempre intervenire su edifici particolarmente vulnerabili prima che si presenti un terremoto. Anzi, è proprio il caso di farlo! E una volta individuati i veri punti deboli, non è nemmeno un'operazione eccessivamente costosa.

Alcuni degli interventi più opportuni negli edifici in muratura sono l'inserimento di catene, cordoli e chiavi per collegare le pareti tra loro e con i solai; l'uso di tiranti per eliminare le spinte orizzontali contro le pareti, esercitate da tetti spingenti e volte; il ricorso a rinforzi locali per sostenere i punti più deboli; la manutenzione dei muri già lesionati da crepe e fratture.

Questo tipo di interventi rende meno probabile il crollo dell'edificio e più facile riparare i danni. Ma ci sono alcuni edifici fondamentali, importantissimi nell'emergenza che segue ogni terremoto: per esempio gli ospedali, le caserme dei Vigili del Fuoco, le centrali che producono energia. Non è sufficiente evitare che crollino: devono assolutamente restare in piena efficienza anche subito dopo un terremoto! Per questo gli interventi antisismici su di essi, o la loro progettazione antisismica nel caso che siano nuove costruzioni, devono essere più rigorosi che per ogni altro edificio.

■ E se la casa c'è già?

Le norme sismiche prevedono anche delle indicazioni da seguire durante le ristrutturazioni e gli ampliamenti degli edifici, la cui severità è maggiore a seconda dell'importanza dell'intervento. Rendere antisismici gli edifici già esistenti è più difficile: sia perché sono stati costruiti in passato, quando si avevano conoscenze più arretrate, sia perché le costruzioni possono nascondere difetti o errori d'impostazione difficilmente riconoscibili. A sinistra, un esempio di rinforzo di un edificio già esistente attraverso l'uso di catene. Questa soluzione è a basso costo.



Un fortissimo terremoto

colpisce l'Appennino molisano, e in particolare il Matese. Gravi danni, distruzioni e oltre 5.000 morti si registrano in una vasta area compresa tra Campobasso e Isernia.

Intensità MCS **X**



PREVENIRE È MEGLIO CHE CROLLARE!

Lo sviluppo dell'ingegneria sismica ci consente di progettare nuovi edifici che, in caso di terremoto, minimizzino i danni ed evitino i crolli. L'edificio deve essere in grado di deformarsi per assecondare le sollecitazioni provocate dal terremoto senza rompersi o crollare. Di solito, realizzare un edificio antisismico non costa molto, solo un decimo in più del normale.

Ecco alcune delle procedure adottate nella costruzione di edifici antisismici:

- la perizia da parte di un geologo che, studiando le caratteristiche del terreno su cui verrà costruito l'edificio, prevede le possibili amplificazioni del moto del suolo;
- la realizzazione di edifici dalla forma regolare e compatta e dalla struttura regolare;
- il collegamento solido tra le diverse parti della struttura, in particolare tra le pareti e i solai negli edifici in muratura e tra i pilastri e le travi negli edifici in cemento armato;
- la separazione degli edifici vicini in modo da permettere loro di vibrare liberamente senza urtarsi;
- il fissaggio corretto di elementi sporgenti come comignoli, parapetti, cornicioni e tegole dei tetti.



CHE COS'È IL RISCHIO SISMICO?

Siamo tutti un po' a rischio: ma per "rischio sismico" si intende la quantità di danni che ci si può aspettare dai terremoti. Dipende dalla probabilità che ne arrivino... e dalla presenza di cose danneggiabili!

Danni alla Rocca Estense di Finale Emilia (MO) per il terremoto del 20 maggio 2012.

Cosa POSSIAMO aspettarci

Il **rischio** di prendere un brutto voto in matematica dipende da tre fattori: dalla probabilità che un certo giorno il professore voglia interrogarvi, da quanto avete studiato e dal fatto che quel giorno siate presenti o assenti. Ma non illudetevi, prima o poi l'interrogazione vi tocca... allora non vi resta che studiare!

Anche il rischio sismico, cioè gli effetti che potrebbero verificarsi in una determinata area per colpa dei terremoti, dipende da tre elementi: la **pericolosità** sismica, e cioè la probabilità che in un dato periodo di tempo possano verificarsi terremoti abbastanza potenti; la **vulnerabilità** sismica, e cioè la fragilità delle costruzioni rispetto alle scosse sismiche; infine l'**esposizione** al terremoto, e cioè la presenza di persone, edifici, fabbriche, ponti, strade, linee elettriche e telefoniche, tutto ciò che potrebbe essere danneggiato.

È la **combinazione** di questi fattori a dirci se dobbiamo aspettarci disastri o meno. Infatti le zone con una pericolosità sismica molto elevata hanno un rischio nullo se non vi si trovano costruzioni e persone, senza le quali non si possono verificare danni! Al contrario, se in una zona a bassa pericolosità ci sono moltissimi edifici e persone esposte al pericolo, o se le case sono particolarmente malandate e vulnerabili, il rischio è alto.



Un fortissimo terremoto colpisce l'alta Val d'Agri e il Vallo di Diano. Gravi danni si verificano in numerose località delle province di Potenza e Salerno. I morti sono circa 10.000.

Intensità MCS XI



■ C'è muro e muro

Un muro può essere più o meno resistente alle scosse dei terremoti a seconda dei materiali con cui è fatto. Le pareti di mattoni o blocchi di calcestruzzo sono più robuste di quelle costruite con pietre, soprattutto se queste sono tondeggianti. Meglio ancora se i mattoni e i blocchi non sono troppo forati all'interno. Il tipo di malta che li tiene insieme, la sua quantità e il modo in cui è stata messa influenzano anch'essi la resistenza del muro. Ma la cosa più importante è che quel muro sia ben collegato agli altri elementi della casa (le altre pareti, il solaio).



La PERICOLOSITÀ sismica

■ A volte tornano

Nelle zone a più alta pericolosità occorre essere particolarmente prudenti. Una scossa può infatti essere il precursore di un'altra, a volte anche più forte. Il problema è che la nuova potrebbe arrivare dopo minuti, ore, giorni o perfino mesi... Non fidatevi degli esperti improvvisati, ma soltanto delle informazioni ufficiali.



Violento terremoto

nella Calabria centrale, avvertito in tutta l'Italia meridionale e nella Sicilia orientale: danni gravissimi e più di 500 vittime.

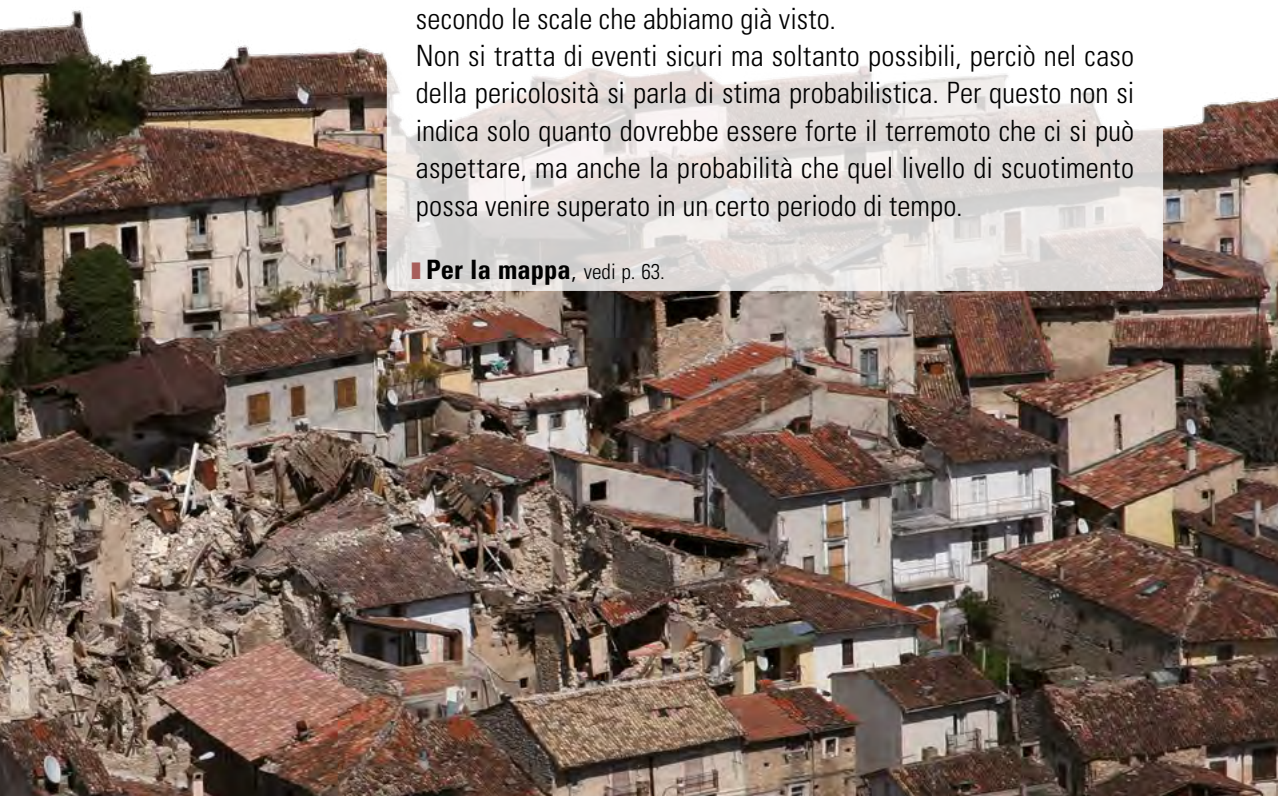
Intensità MCS $\chi - XI$

Per valutare la pericolosità sismica di un posto, cioè la probabilità che in futuro venga colpito da un terremoto, occorre esaminare tutte le informazioni disponibili.

Serve innanzitutto conoscere la "storia sismica" di quel luogo, o almeno avere una lista, più completa ed estesa nel tempo possibile, dei terremoti che vi si sono verificati in passato. Poi occorre associare quei terremoti alle informazioni geologiche disponibili, cosa generalmente fatta dalla zonazione sismogenetica di cui abbiamo già parlato. Così si ha uno schema delle sorgenti sismogenetiche nella nostra località: più o meno come fa un idraulico disegnando lo schema di tubazioni e termosifoni per il riscaldamento di una casa. Infine si simula come si propagano i terremoti, come cioè l'energia si irradia dalle sorgenti dei sismi: come quando il solito idraulico studia il modo in cui il calore diminuisce man mano che ci si allontana dalla caldaia. Questi dati ci danno i valori degli scuotimenti del terreno che si possono avere a causa di possibili terremoti più o meno lontani ma abbastanza forti da farsi sentire nel luogo esaminato. I valori sono di solito espressi in termini di accelerazione del suolo, o come intensità macrosismica secondo le scale che abbiamo già visto.

Non si tratta di eventi sicuri ma soltanto possibili, perciò nel caso della pericolosità si parla di stima probabilistica. Per questo non si indica solo quanto dovrebbe essere forte il terremoto che ci si può aspettare, ma anche la probabilità che quel livello di scuotimento possa venire superato in un certo periodo di tempo.

■ **Per la mappa**, vedi p. 63.



Ridurre il RISCHIO

Abbiamo detto che il rischio sismico dipende da tre cose: pericolosità del posto, esposizione al terremoto e vulnerabilità sismica di case, edifici ecc. Per diminuire il rischio occorre dunque ridurre uno o più di questi tre fattori.

La pericolosità non dipende dall'uomo, ma dalla probabilità che avvengano terremoti e dalle caratteristiche geologiche locali: è impossibile ridurla.

Si può però agire sull'esposizione, che dipende dal valore economico e dall'affollamento delle varie costruzioni: il rischio è una valutazione dei danni, quindi più le costruzioni sono piene di gente (ospedali, scuole, chiese, stadi...) più i danni sono alti. Essi possono essere molto gravi se gli edifici crollati sono dispendiosi da ritirare su (dighe, centrali elettriche...), sorgono in zone affollate e il loro crollo può causare enormi perdite economiche (allagamenti, black out, isolamenti...). Insomma, più le costruzioni sono costose o affollate, più il rischio si alza quando queste opere sorgono in luoghi con alta pericolosità. Quando si può, è meglio costruire in posti meno pericolosi.

Il terzo fattore, la vulnerabilità delle costruzioni, è quello su cui è più facile agire. Si può diminuire questa vulnerabilità ristrutturando, con determinati criteri, gli edifici già esistenti e progettando in modo intelligente quelli ancora da costruire. Tra l'altro, oggi ci sono delle leggi che ci obbligano a farlo: le norme sismiche.





Guardando al PASSATO



Terremoto calabro-messinese: Reggio Calabria e la parte bassa di Messina sono rase al suolo; le vittime sono oltre 85.000, di cui circa 2.000 inghiottite dall'onda di maremoto.

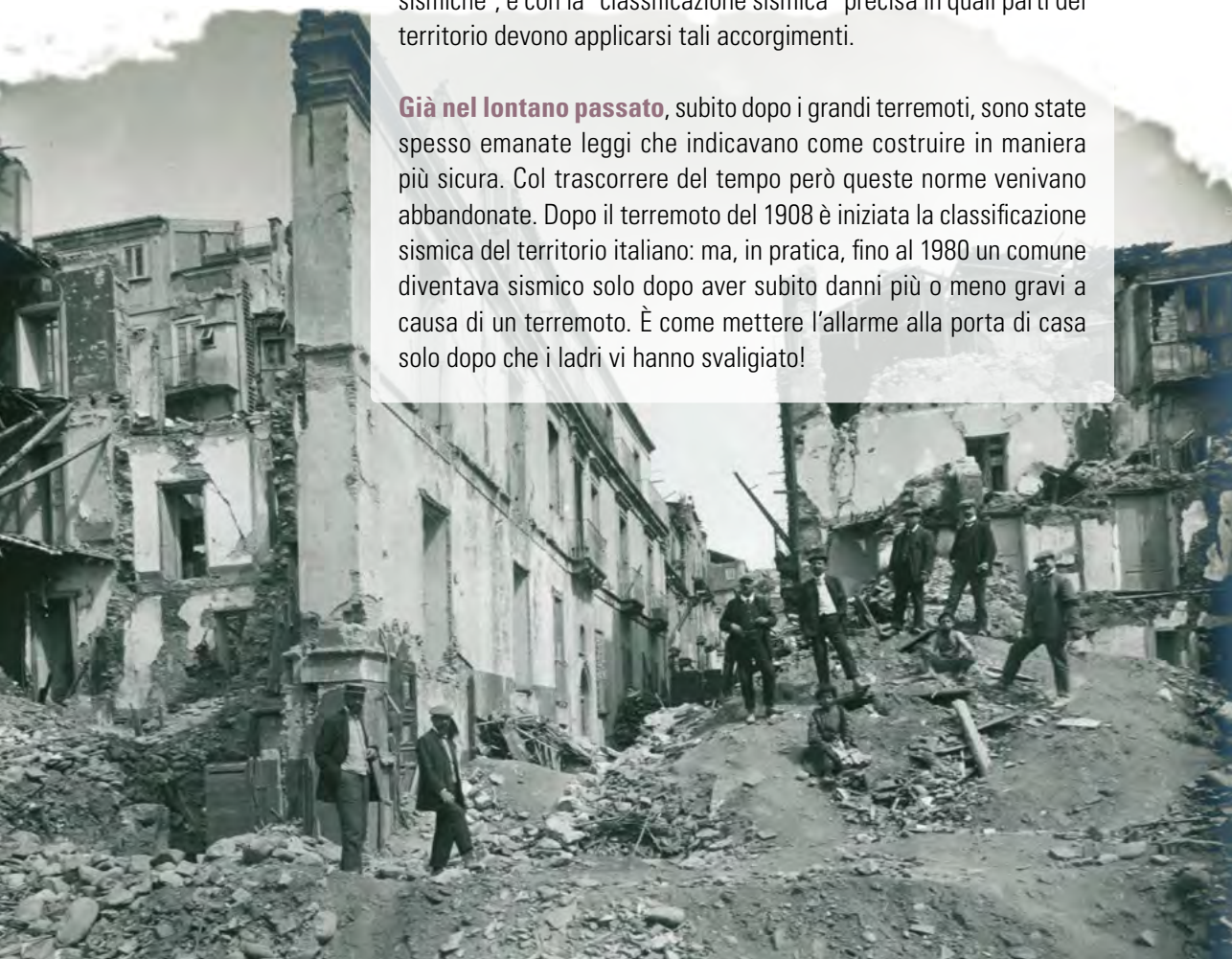
Intensità MCS **XI**

In teoria potete lasciare il motorino sotto casa senza che nessuno ve lo rubi, perché per legge è vietato portare via la roba degli altri. Se siete sfortunati e il motorino ve lo rubano lo stesso, si spera che la polizia lo ritrovi e che il colpevole venga punito.

Le leggi sono regole che ogni Stato si dà perché i suoi cittadini possano vivere in modo tranquillo e protetti dai pericoli. Le leggi non vietano solo di far del male agli altri, ma anche a se stessi: è per questo che bisogna mettere il casco in motorino. Questa norma non c'era fino a qualche anno fa: in effetti le leggi non sono immutabili, ma vengono aggiornate di continuo.

Per proteggere i cittadini dai terremoti, uno Stato che si rispetti stabilisce come si devono costruire gli edifici, tramite le "norme sismiche", e con la "classificazione sismica" precisa in quali parti del territorio devono applicarsi tali accorgimenti.

Già nel lontano passato, subito dopo i grandi terremoti, sono state spesso emanate leggi che indicavano come costruire in maniera più sicura. Col trascorrere del tempo però queste norme venivano abbandonate. Dopo il terremoto del 1908 è iniziata la classificazione sismica del territorio italiano: ma, in pratica, fino al 1980 un comune diventava sismico solo dopo aver subito danni più o meno gravi a causa di un terremoto. È come mettere l'allarme alla porta di casa solo dopo che i ladri vi hanno svaligiato!



Una CLASSIFICAZIONE più utile

Dopo il terremoto dell'Irpinia del 1980, il CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche) ha proposto una riclassificazione dei comuni, recepita dalla legge, non più basata sui terremoti già avvenuti, ma sugli effetti presunti di quelli futuri. In pochi anni altri comuni sono stati inseriti nella classificazione a seconda della loro pericolosità.

C'erano all'epoca tre categorie: la prima è la classe di maggior pericolo, la seconda di pericolo medio e la terza comprende comuni a bassa pericolosità ma comunque a rischio per la presenza di edifici vulnerabili. Per le tre categorie si applicavano norme costruttive diverse. Questa è la classificazione rimasta in vigore per circa vent'anni, tuttavia gli studi in materia non finiscono mai e la legge continua a evolversi.

Dopo l'evento del Molise (2002), le proposte allora esistenti di riclassificazione sismica d'Italia si sono concretizzate con l'aggiornamento nel 2003 sia della lista dei comuni considerati sismici, sia delle norme tecniche da seguire nelle costruzioni degli edifici.

Ma perché solo dopo?

Un tempo si consideravano sismici solo i comuni che avevano già subito terremoti: lo scopo di quella classificazione non era di valutare i rischi futuri ma di far arrivare aiuti economici ai comuni da ricostruire. Ecco perché si guardava al passato, più che al futuro! Se tutto il patrimonio edilizio italiano venisse ristrutturato, in accordo con la normativa sismica, potremmo evitare di assistere in futuro alle distruzioni del passato.

Il lavoro dei Vigili del Fuoco

Davvero encomiabile il lavoro instancabile svolto dai Vigili del Fuoco in Abruzzo all'indomani del 6 aprile 2009 e durante la lunga sequenza sismica in Italia Centrale nel 2016.





Ultime NOTIZIE!



Con la nuova classificazione (aggiornata al 2015) tutti i comuni sono considerati sismici: i comuni in zona 1 sono aumentati a 704: circa il 9% del totale. In zona 2 ce ne sono circa il 27% e in zona 3 circa il 36%. È stata introdotta una quarta zona che include tutti i comuni rimanenti: l'esperienza dimostra infatti che in qualunque zona d'Italia si possono verificare sollecitazioni sismiche moderate, magari causate da terremoti molto distanti, e risulta quindi fondamentale che venga garantita ovunque almeno la sicurezza minima degli edifici pubblici. La classificazione sismica verrà aggiornata periodicamente man mano che le conoscenze scientifiche sui terremoti aumenteranno o per intervento autonomo delle singole Regioni. Queste ultime hanno il loro da fare, dal momento che proprio a loro è "devoluto" l'incarico di gestire il territorio, aggiornare la classificazione per adeguarla al grado di sicurezza che pensano di dover raggiungere, di promuovere interventi di riduzione

del rischio sismico. In qualche caso le Regioni hanno introdotto delle sottozone (per esempio 2A e 2B) per avere un maggiore dettaglio delle azioni da intraprendere. A livello ancora più decentrato, è poi ogni Comune a doversi attrezzare per gestire le eventuali emergenze.

Sulla sicurezza degli edifici, dal 1° luglio 2009 le nuove norme tecniche dicono come progettare e realizzare costruzioni sicure (edifici, ponti, capannoni ecc.) in grado di resistere agli scossoni di un terremoto. Queste norme stabiliscono che l'entità delle azioni sismiche da considerare nel progetto delle strutture viene definita in ogni punto nel territorio nazionale e non più sulla base della zona sismica; è quindi una stima più accurata. Le nuove norme contengono criteri moderni e nuove regole per il rafforzamento delle strutture esistenti, una scelta fondamentale per la riduzione del rischio sismico.

■ **Per la mappa**, vedi p. 63.



Un violento terremoto colpisce il basso versante orientale dell'Etna, distruggendo alcune borgate nei dintorni di Giarre. Le vittime sono una decina.

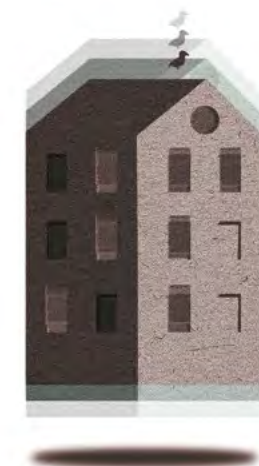
Intensità MCS VIII-IX-

Piccole ROTTURE, grande ELASTICITÀ

Se vi piace il calcio, saprete che è importante non subire dei gol, ma non è la cosa che conta di più per vincere una partita o addirittura il campionato! Finire un incontro senza che l'avversario faccia nemmeno un punto è molto gratificante, ma l'essenziale è prendere meno gol di lui. E in certe situazioni, anche un pareggio può essere l'obiettivo più saggio.

Anche nella prevenzione dei danni dai terremoti è importante capire quali sono le priorità. La legge italiana, in accordo con la normativa europea (Eurocodice 8), ha innanzitutto lo scopo di proteggere le vite umane in caso di terremoto, poi far sì che i danni siano limitati, infine garantire che le strutture importanti per la Protezione Civile restino efficienti.

Per ottenere tutto questo, la preoccupazione principale è ovviamente che le costruzioni non crollino. Ma l'Eurocodice 8 si preoccupa anche di tutte le parti che potrebbero staccarsi e ferire o uccidere la gente, o rovinare la struttura principale dell'edificio: dalle finestre ai balconi, dalle antenne ai parapetti. Inoltre, accetta che le costruzioni si danneggino un po': fare edifici così rigidi da restare assolutamente intatti sarebbe difficilissimo, se non impossibile, proprio come vincere tutte le partite del campionato "a reti inviolate"! E allora, nella struttura rigida della costruzione si lasciano dei punti più elastici, che possano torcersi disperdendo l'energia a cui l'edificio è sottoposto. Se qualcuno si rompe, pazienza: è previsto, e anzi serve a dissipare più energia possibile. Basta che il crollo sia evitato e che i danni siano limitati!



■ L'importante è pensarci

Per ogni zona sismica, la legge prescrive le forze orizzontali a cui la casa deve riuscire a resistere. Le differenze di robustezza tra una zona e l'altra finiscono per essere piuttosto modeste, ma le costruzioni che rispettano le norme sono molto più resistenti di quelle che non le rispettano. Gli edifici più avveniristici, in particolare, devono essere progettati in modo da resistere a sollecitazioni molto forti.



Che COSA succede durante un TERREMOTO?

Possono accadere molte cose. Alcuni effetti del terremoto causano danni permanenti, altri passano subito.

Alcuni effetti di un picnic di una famiglia maleducata sono permanenti, altri temporanei. Tra i danni permanenti ci sono i sacchetti di plastica, le cicche di sigaretta e gli altri rifiuti lasciati in giro, i rami spezzati dagli alberi e l'erba bruciata dopo un falò. Tra i danni temporanei ci sono l'odore di fritto, il fracasso della radio e gli schiamazzi, i cui effetti si sentono sempre meno a seconda della distanza: insopportabili a 10 metri, e più tollerabili man mano che ci si allontana.

Anche le conseguenze di un terremoto sono in parte permanenti e in parte temporanee, e sempre meno gravi man mano che cresce la distanza dall'epicentro. Da questo punto di vista, la zona colpita si può dividere in due aree: quella "di danneggiamento", e quella "di risentimento", dove gli effetti si limitano all'oscillazione di lampadari, al movimento di piccoli oggetti, allo spostamento di quadri e simili.

La gravità degli effetti dipende molto dal tipo di terreno: se si tratta di rocce rigide la terra trema di meno, ma se il terreno è poco compatto le oscillazioni si amplificano e si hanno danni maggiori. Si verificano amplificazioni anche nei punti in cui terreni di diversa natura (un terreno argilloso e uno roccioso, ad esempio) entrano in contatto tra loro, oppure in zone dove edifici e strutture sono costruiti su creste, pendii e rilievi.

Più **LONTANI**, più **tranquilli**...



Terremoto della Marsica: circa 30.500 morti. Distruzioni e vittime interessano tutti i paesi della zona del Fucino (Abruzzo); l'evento è avvertito dalla Basilicata al Veneto.

Intensità MCS **XI**

Un crollo spaventoso? Niente paura, stavolta è solo un film...

Concentrazione!

Talvolta, le onde sismiche sono influenzate dalla forma degli strati sepolti del terreno: in certi casi essi possono concentrare l'energia. Un po' come le lenti d'ingrandimento che, grazie alla loro forma, concentrano i raggi del sole. Anche la forma di creste o di colline dai pendii piuttosto ripidi focalizza i raggi sismici sulla cima, dove spesso si concentrano i danni.





Nell'AREA di danneggiamento



Un violento terremoto,

seguito per circa un anno da repliche, interessa l'Irpinia. Gravi danni, con crolli e quasi 1.800 vittime, si verificano in numerose località tra le province di Avellino, Potenza e Foggia.

Intensità MCS



La forza del terremoto

Effetti di liquefazione prodotti nell'area di San Carlo (FE) per il terremoto del 20 maggio 2012.



Durante un terremoto...

Nei terreni ricchi d'acqua possono apparire delle fontane, mentre le sorgenti talvolta aumentano di portata o si prosciugano. Nei laghi si hanno delle "sesse": rapidissime oscillazioni dell'acqua, che in genere lasciano un segno caratteristico sui depositi fangosi del fondo; l'acqua talvolta straripa.

Quando le onde sismiche arrivano alla superficie della Terra, si verifica una serie di effetti: alcuni permanenti e altri temporanei.

Tra i più gravi effetti permanenti di un terremoto c'è il crollo degli edifici, che è la maggior causa di vittime. Ci sono inoltre danni a strade, ferrovie, acquedotti, tubi del gas e simili: tutte strutture rigide che faticano ad adattarsi alle distorsioni del terreno, stravolto dalle scosse, e finiscono per rompersi.

Altri effetti permanenti sono frane e sprofondamenti del suolo, che possono avere dimensioni impressionanti e travolgere la gente. Il terremoto di Chimbote del 1970, in Perù, ha per esempio provocato il distacco di roccia e neve dal monte Huascarán, precipitate per un'altezza di 1.000 metri uccidendo quasi 20.000 persone. La terra può anche fratturarsi per parecchi chilometri: a volte si tratta proprio della faglia che ha causato il terremoto e che si affaccia in superficie.

Un effetto più raro, che si verifica in certe condizioni con terremoti di magnitudo superiore a 6, è la "liquefazione del terreno". Un suolo granulare, per esempio la sabbia, se contiene molta acqua può perdere compattezza e diventare come liquido: provate a saltellare una decina di volte sul bagnasciuga, e sentirete a un tratto il terreno diventare pappamolla. In questo caso gli edifici sprofondano. È quello che è successo, ad esempio, in Emilia Romagna durante i terremoti del 20 e 29 maggio 2012.

La PAURA fa novanta

Tra gli effetti temporanei dei terremoti possono esserci una sorta di lampi e tuoni. Certe volte, infatti, si vedono dei bagliori che sembrano sprigionarsi dal terreno. Inoltre, quando le onde P raggiungono la superficie del suolo, le nostre orecchie possono percepire un sordo boato, quasi ai limiti della nostra capacità di sentire. Sono le onde P che si propagano nell'aria. Ciò può avvenire anche prima che si avvertano le scosse: queste ultime di solito sono riconoscibili dopo, all'arrivo delle onde S che sono quelle che causano le oscillazioni più forti.



La paura viene da lontano

Questa emozione è molto antica, tanto che è presente anche negli animali. Pensate al loro comportamento quando sono spaventati da un incendio: cosa fanno? Fuggono il più lontano possibile dal pericolo e così si mettono in salvo. È quindi naturale provare paura in certe situazioni: se non succedesse, saremmo dei gelidi robot! L'importante è non lasciarsi trascinare fino a perdere il controllo delle proprie azioni.



Anche sull'uomo si hanno vari effetti. A volte ci si accorge che c'è stato un terremoto solo dopo un certo tempo. Talvolta le oscillazioni, anche se non sono abbastanza forti da essere notate, ci fanno sentire nausea e malessere. Se il terremoto è più potente, le scosse vengono invece avvertite: tanto da svegliare chi dorme. Ma che effetto fa il terremoto sulle nostre emozioni? Se è così forte da farsi sentire, di certo ha il potere di scambussolarci! La paura è sicuramente la prima emozione forte che proviamo durante un terremoto.



CHE COSA fare in CASO di TERREMOTO?

Come COMPORTARSI

In molte occasioni bisogna sapere come comportarsi. Quando andate in bicicletta, per esempio, dovete imparare a tenere la destra. Ma anche a segnalare con il braccio la direzione in cui volete svoltare e a dare un colpo di campanello prima di girare gli angoli, per non trovarvi a terra con le ginocchia sbucciate o peggio.

Sapere come agire prima, durante e dopo un terremoto è ancora più importante, perché fare la cosa giusta può aiutare a salvare sia noi che gli altri.

Purtroppo i rischi legati ai terremoti non si possono eliminare del tutto. Ma con alcune semplici indicazioni, i danni alle cose e alle persone si riducono notevolmente. Il comportamento da tenere è diverso a seconda di quali sono i danni più gravi che si possono avere nel posto in cui ci si trova: non è la stessa cosa sapere che probabilmente gli edifici avranno solo piccoli danni, o che le scosse possono essere così forti da far cadere le case più vecchie e malmesse, o addirittura da far crollare anche gli edifici in muratura e alcuni di quelli in cemento armato.



Una sequenza sismica

colpisce la valle del Belice, provocando la distruzione di alcuni centri come Salaparuta e Gibellina. Danni minori si hanno anche nelle zone di Palermo e Trapani. Le vittime sono circa 230.

Intensità MCS X



Ora che conosciamo bene il fenomeno, siamo arrivati alla parte più importante: cosa fare per cavarsela al meglio in caso di terremoto.

Bambini impegnati in un'esercitazione antiterremoto a scuola.



In generale

I rischi generati da un terremoto sono di molti tipi e variano di posto in posto. Per questo è difficile dare consigli che valgano in ogni zona e situazione: in queste pagine ci limitiamo alle raccomandazioni più generali.



Prima di un TERREMOTO



■ Preparate la casa

Controllate assieme ai vostri genitori che gli scaffali, i mobili pesanti, i forni a gas e gli scaldabagni siano ben fissati alle pareti. Inoltre, scoprite dove sono i rubinetti dell'acqua e del gas, nonché l'interruttore generale della luce, e imparate come si fa a chiuderli: vi aiuterà a evitare incendi e allagamenti della casa.

■ Dove scappare?

Un "piano di evacuazione" è il progetto per organizzare l'abbandono di un posto in caso di emergenza. Informatevi: se ce n'è uno per la vostra casa o palazzo, è bene conoscerlo e prepararsi a seguirlo.

La prima cosa da fare è informarsi: subito, senza perdere tempo. Se avete in mano questo libro, lo state già facendo!

Ormai sapete qualcosa sui terremoti e sul rischio sismico, ma dovete documentarvi bene sul posto in cui vivete. Innanzitutto, cercate di capire qual è il livello di scuotimento atteso. Se è una zona ad alta pericolosità, attenzione! Che la vostra famiglia abbia già una casa o che ne debba acquistare una, spingete i vostri genitori a controllare che sia stata progettata e costruita con criteri antisismici. Altrimenti andrà riadattata, in modo da renderla più resistente ai terremoti.

La Protezione Civile è un servizio nazionale che si occupa di proteggerci in caso di calamità naturali. Il responsabile locale della Protezione Civile è il sindaco. Occorre informarsi se esiste nel nostro comune un piano di Protezione Civile: che iniziative prevede per limitare i danni, a chi ci si deve rivolgere e che cosa bisogna fare in caso di terremoto. Il piano di Protezione Civile dovrebbe essere curato dal comune, che qualche volta ha un apposito ufficio. Anche Province e Regioni hanno strutture di Protezione Civile, cui possiamo rivolgerci per informazioni e approfondimenti.

È bene avere presente dove sono i più vicini ospedali e quali sono i percorsi più aperti e meno pericolosi per raggiungerli. Inoltre tenete sempre i numeri per chiamare i Vigili del Fuoco, il medico e l'ambulanza vicino al telefono di casa. Anche metterli nella rubrica del cellulare è un'ottima idea!



La CASA trema



Se durante un terremoto ci si trova in casa, il primo istinto è quello di fuggire all'esterno. Ma una scossa di terremoto dura al massimo poco più di una decina di secondi... anche se può sembrarvi un tempo lunghissimo! Tra una scossa e l'altra può passare appena qualche secondo.

Se non state già vicini a una porta d'ingresso che dà su uno spiazzo molto ampio, tentare di fuggire può diventare molto pericoloso e anche inutile: il terremoto finirebbe prima che riusciate a raggiungere l'esterno. Meglio allora mantenere la calma e cercare il posto più sicuro nell'ambiente in cui siete, mettendovi al riparo dai crolli di parti dell'edificio, dei mobili e degli oggetti più pesanti. Cercate di stare accanto ai punti più robusti: vicino alle pareti portanti (quelle più spesse e resistenti), sotto gli archi, nei vani delle porte e in generale vicino agli angoli.

Fate anche attenzione a lampadari, pensili e altri grossi oggetti appesi, che potrebbero cadervi in testa, e ai vetri che rischiano di rompersi e ferirvi. Mettetevi magari al riparo sotto un letto, o sotto un tavolo robusto.

Il suggerimento di restare in casa vale per le zone in cui non ci si aspettano distruzioni dei palazzi e per gli edifici antisismici. Se siete in una zona a rischio di crolli, e vi trovate in un edificio non a norma, il comportamento da tenere varia di caso in caso.



L'evento del 6 maggio colpisce la media valle del Tagliamento (Friuli), ove si registrano danni gravissimi. Fra le molte repliche, quella del 15 settembre produce nuovi danni e qualche vittima. Vengono distrutte circa 10.500 case, muoiono 965 persone e altre 3.000 rimangono ferite.

Intensità MCS IX - X



■ Non scendete quella scala!

Stare lontano da scale e ascensori! Le scale possono essere la struttura più fragile di tutta la casa e rischiano di crollare. Gli ascensori possono invece bloccarsi con gran facilità, per mancanza di corrente o perché si deformano le guide lungo le quali scendono.



Visto da FUORI

■ Pensateci prima

Durante un terremoto non si ha il tempo di "riordinare le cose": cercate di sapere prima quali sono i punti più sicuri della casa e all'esterno. Tene conto dei crolli di edifici, di piccole parti e di mobili; di possibili rovesciamenti di serbatoi d'acqua o incendi dovuti a fughe di gas. All'aperto, state lontani da ponti e cavalcavia: potrebbero crollare!



Un violento terremoto

colpisce l'Irpinia e la Basilicata, causando gravissimi danni in un centinaio di località; le vittime sono 2.914 e circa 10.000 i feriti.

Intensità MCS X



Forte terremoto, seguito

da una lunga sequenza. Il centro storico dell'Aquila e diversi centri dell'aquilano gravemente danneggiati. 309 vittime.

Intensità MCS IX - X



■ Calma e sangue freddo

Nel caso dei terremoti più gravi, il terrore può impossessarsi della gente. Attenzione: il panico è la reazione più pericolosa, perché può provocare comportamenti incontrollati che sono fonte di gravi incidenti. Benché non sia affatto facile, mantenere la calma è fondamentale: e non solo durante i terremoti! Molta gente ha perso la vita, schiacciata dalla folla in fuga che cercava per esempio di uscire da edifici o metropolitane. E pensare che a volte non c'era nemmeno un vero pericolo, ma si trattava solo di falsi allarmi...



Un OSPITE inaspettato... che fare?

Se all'inizio un po' di fifa è naturale, passata la tremarella iniziale, è bene ricordarsi una cosa: il pericolo non viene dalla Terra che si scuote, ma dagli edifici che possono crollarci addosso.

E allora occorre ragionare su cosa fare per proteggersi ed evitare comportamenti dannosi per la nostra incolumità: quello che vi abbiamo appena raccontato nelle pagine precedenti, insomma. E quando si inizia di nuovo a usare il cervello, il più è fatto!



Una volta finita la scossa, fate il possibile per essere d'aiuto agli altri e non intralciare i soccorsi. Se siete all'aperto restateci, scegliendo un luogo sicuro secondo i suggerimenti che vi abbiamo dato.

Se siete in casa, uscite con calma. Spegnete gli eventuali fuochi già accesi, e non usate fiammiferi, candele o accendini nemmeno se siete al buio. Prima di andarvene è importante chiudere gas, elettricità e acqua, per evitare ulteriori danni provocati dalla rottura dei tubi e soprattutto da possibili incendi. Se sentite odore di gas, aprite porte e finestre e avvertite che probabilmente c'è stata una fuga. Uscendo, fate molta attenzione a non farvi male con gli oggetti taglienti e con quelli che potrebbero ancora cadere. Evitate di usare l'ascensore, che potrebbe bloccarsi o anche precipitare: meglio le scale.

Non usate il telefono, se non per casi gravi e urgenti, in modo da lasciare libere le linee per chi ne ha veramente bisogno.

In caso di danni gravi, aiutate gli eventuali feriti e mettetevi a disposizione delle autorità per collaborare ai soccorsi. Il terremoto è un evento inevitabile, ma possiamo fare tutti del nostro meglio per difenderci: prima, durante e dopo!



Una forte sequenza sismica

interessa la Pianura Padana. Diversi centri della Pianura emiliana e del Mantovano danneggiati. 27 vittime.

Intensità MCS VII-VIII



Una lunga sequenza

colpisce l'Italia centrale, dal 24 agosto al 30 ottobre tre terremoti di magnitudo maggiore di 6. 299 vittime.

Intensità MCS XI

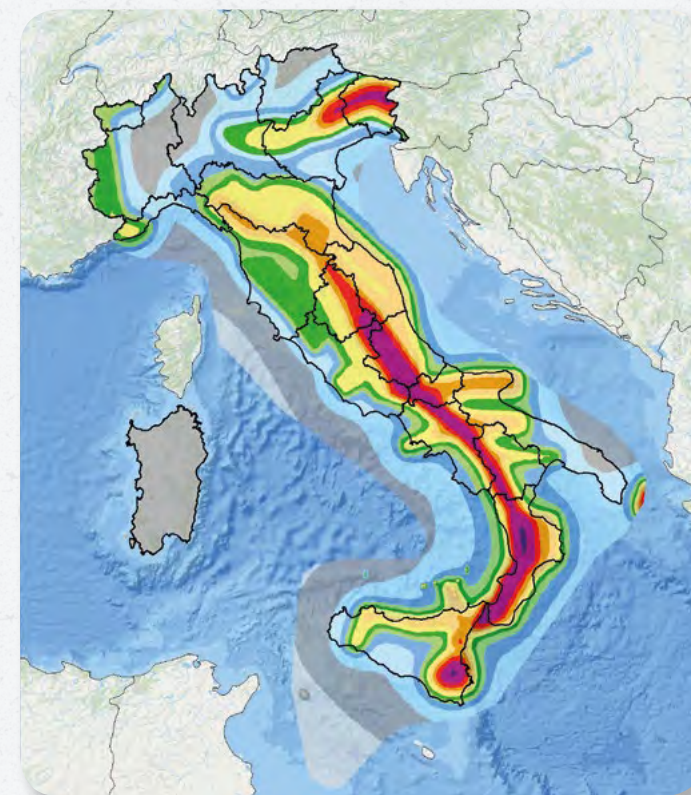




Chi veglia su di noi
La mappa mostra le oltre 350 stazioni che formano l'attuale Rete Sismica Nazionale (p. 29).

LEGENDA

▲ Stazione Sismica



Mappa di pericolosità sismica
Espressa in accelerazione orizzontale del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi.

LEGENDA

0 - 0.025
0.025 - 0.05
0.05 - 0.075
0.075 - 0.1
0.1 - 0.125
0.125 - 0.15
0.15 - 0.175
0.175 - 0.2
0.2 - 0.225
0.225 - 0.25
0.25 - 0.275
0.275 - 0.3

I terremoti del passato

Volete sapere dove si sono verificati i terremoti più forti del passato? Eccoli segnati sulla mappa dell'Italia, divisi per classi di magnitudo. Tra le aree geografiche più tranquille abbiamo Sardegna, Piemonte, Lombardia e Trentino Alto-Adige. Altre zone, come quella del Pollino, pur non avendo avuto terremoti distruttivi noti in epoca storica, hanno caratteristiche geologiche tali da far temere in futuro la possibilità di forti terremoti. <https://emi.dius.mi.ingv.it/CPT115-DBMI15/>

Forti terremoti in Italia
Magnitudo (Mw)

LEGENDA

- da 5.0 a 5.4
- da 5.5 a 5.9
- da 6.0 a 6.4
- da 6.5 a 6.9
- da 7.0



Le zone più a rischio

Nella mappa, l'attuale zonazione sismica, definita dalle Regioni (aggiornamento marzo 2015). <http://protezionecivile.gov.it>.



Progettazione editoriale: Libri progetti educativi

Direzione editoriale: M. Cristina Zannoner

Coordinamento editoriale: Elisa Ferrari

Coordinamento e supervisione per il progetto EDURISK: Romano Camassi, Laura Peruzza

Comitato scientifico: Raffaele Azzaro, Romano Camassi, Viviana Castelli, Sergio Castenetto, Federica La Longa, Carlo Meletti, Concetta Nostro, Laura Peruzza, Vera Pessina, Maurizio Pignone

Testi: Andrea Angiolino

Editing: Roberto Luciani

Illustrazioni: Francesco Fagnani

Progettazione grafica e impaginazione: Carlo Boschi

Redazione: Fabio Leocata

Ricerca iconografica: Elisa Ferrari

Ufficio tecnico: Michele Andreuccetti

Referenze fotografiche: © Archivio Giunti; © R. Azzaro/INGV Catania, pp. 8, 19; © R. Camassi/INGV Bologna, pp. 18, 26, 36-37, 54; © A. Cavaliere/INGV Bologna, pp. 4, 35; © M. Pignone/INGV Grottaminarda, p. 23; © Archivio INGV Roma, p. 48; © Alto Adige Marketing/Tappeiner, p. 13. © Corbis, pp. 16, 21, 25; © Jon Arnold/Jai, p. 31; © Sodapix, p. 32; © Roger Ressimeyer, p. 38; © Carlos Avila Gonzalez/San Francisco, p. 56. © F. Galadini, p. 10. © SPL/Contrasto: James King-Holmes, p. 34, p. 40. © Telepass, Roma, p. 16; © Studio Fotografico Taiani Centro Video Documentazione (CDV) del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco (C.N.VV.F.), pp. 43, 49.

Si ringraziano: P. Augliera, F. Galadini, E. Galanti, P. Gasperini, M. Dolce, G. Manieri, M. Mucciarelli, D. Slejko, C. Barnaba, F. Di Stefano, L. Giovani, P. Klin, A. Restivo

L'editore è a disposizione degli aventi diritto con i quali non è stato possibile comunicare, nonché per eventuali omissioni o inesattezze nella citazione delle fonti.

I materiali informativi sul terremoto della campagna nazionale "Io non rischio" sono stati sviluppati nell'ambito di EDURISK, un progetto formativo promosso dal Dipartimento della Protezione Civile e dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia in collaborazione con Libri progetti educativi e con l'Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale.



www.libriprogettieducativi.it

www.edurisk.it

www.protezionecivile.gov.it

www.iononrischio.it

© 2003 Giunti Editore S.p.A., Firenze-Milano/INGV, Bologna

© 2012-2018 Dipartimento della Protezione Civile /INGV/Libri progetti educativi

Quinta edizione: dicembre 2018

Stampato presso Varigrafica Alto Lazio srl –
stabilimento di Nepi

