

# *I FENOMENI SISMICI*

*5^ Lezione*

*Prof Paolo Spera*

# **L'ESSERE UMANO DI FRONTE AI TERREMOTI**

*Pur rappresentando gli effetti della stessa dinamica globale della Terra, i terremoti sono capaci di produrre nell'essere umano una paura ancora più devastante rispetto alle eruzioni vulcaniche. Ciò è dovuto allo scatenamento improvviso e senza alcun segnale premonitore osservabile del fenomeno sismico. L'impatto ha spesso come effetto uno stato di panico non controllato che, purtroppo, dà adito a comportamenti controproducenti rispetto alla possibilità di poterci proteggere. Fra gli obiettivi del lavoro di oggi c'è l'acquisizione di una conoscenza che ci venga in aiuto nella eventualità di trovarsi a vivere l'esperienza del terremoto.*

# **LE DOMANDE FONDAMENTALI**

*Cercheremo di rispondere a queste domande:*

- *Che cos'è un terremoto?*
- *Quali sono le cause che possono far scatenare un terremoto?*
- *Come si trasmette un terremoto dalla zona di origine alle altre parti della Terra?*
- *Quali sono gli effetti di un terremoto e come si misura la sua intensità?*
- *Quali sono i comportamenti consigliati in caso di terremoti?*
- *Si possono prevedere i terremoti?*

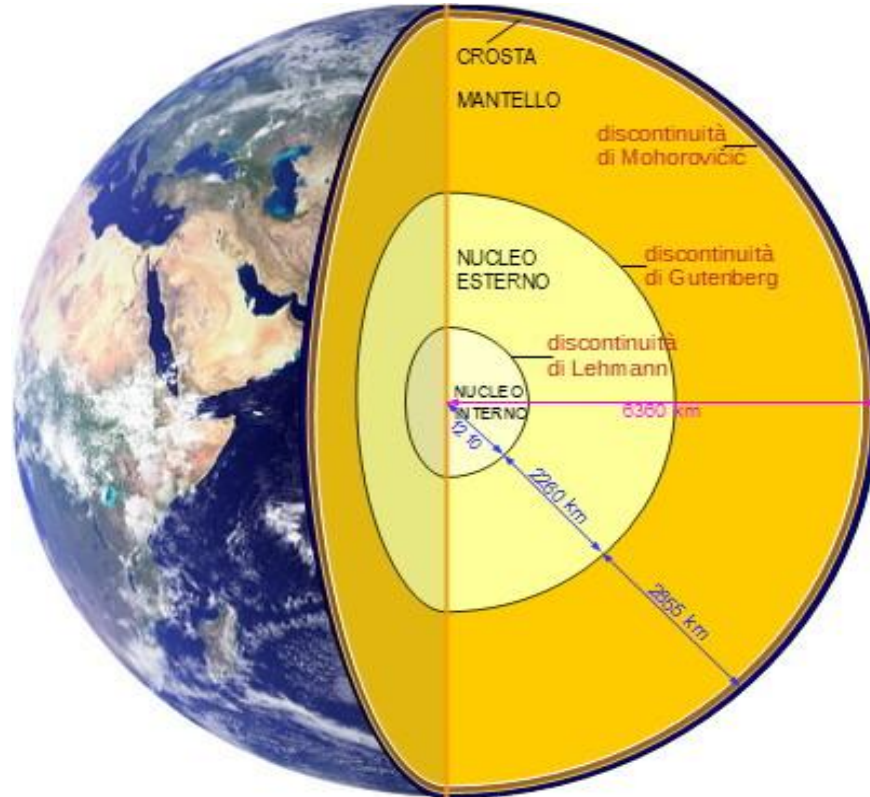
# TERREMOTI E TETTONICA

Un terremoto è la propagazione di vibrazioni che si originano dal un punto della terra dove è avvenuta una frattura (o faglia) delle rocce. Questo punto è chiamato ipocentro. Il punto corrispondente in superficie è definito epicentro. Il modello scientifico più attendibile per poter spiegare questi fenomeni è quello della teoria del rimbalzo elastico, formulata osservando gli effetti dello spaventoso terremoto del 1906 a S. Francisco. Secondo questa teoria le rocce, sottoposte a sforzi derivanti dai moti tettonici, si comportano in modo elastico deformandosi lentamente. L'energia accumulata, però, prima o dopo arriverà ad un limite definito limite di elasticità che dipende dal tipo di roccia interessata. Superato questo limite lo strato roccioso si spacca improvvisamente così che tutta l'energia accumulata in decine o centinaia di anni si dissipa sotto forma di calore e di onde elastiche in tutte le direzioni.

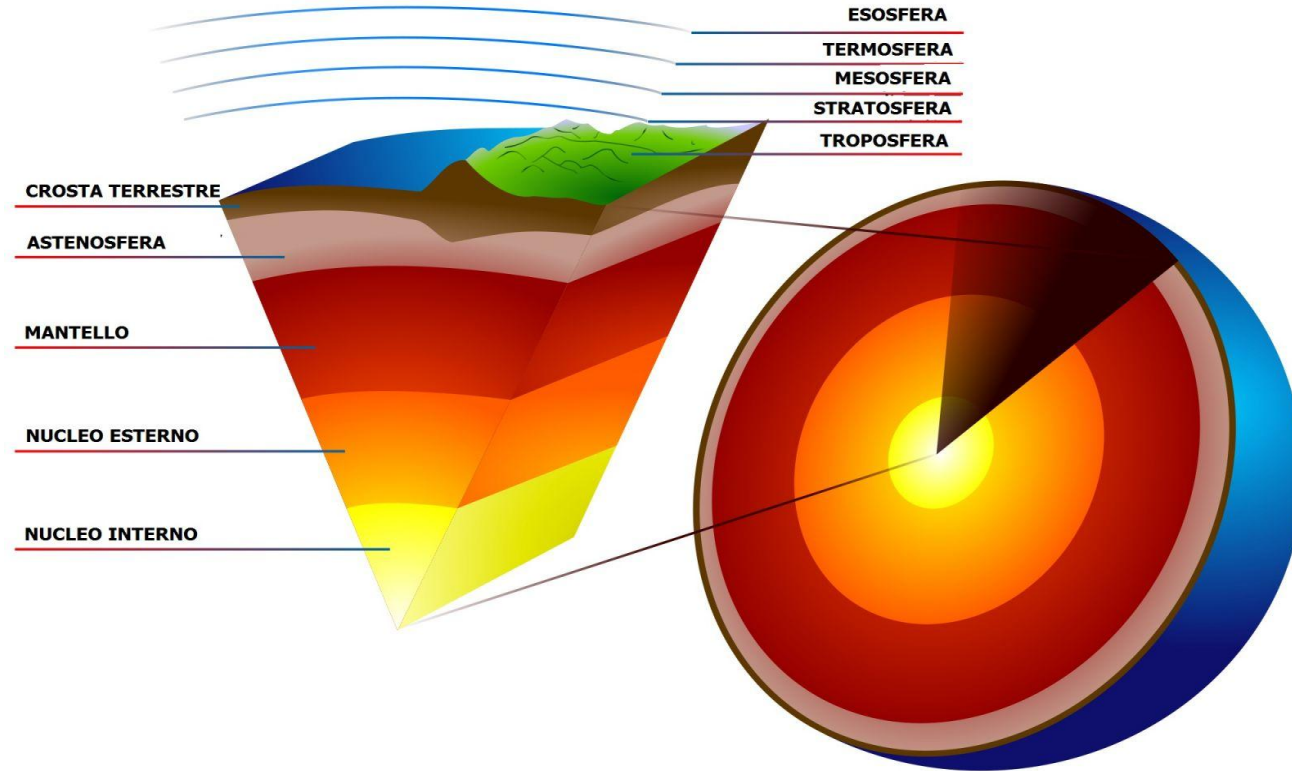
# ORIGINE DEI TERREMOTI E DINAMICHE DELLA TERRA

*Per comprendere in modo adeguato i fenomeni sismici è bene considerare la struttura e la dinamica dell'interno della Terra. E' proprio grazie ai terremoti che abbiamo potuto "vedere" l'interno della terra. Analizzando i percorsi delle onde sismiche possiamo ricostruire gli involucri di cui è formato l'interno della Terra. Esistono 4 tipologie di terremoti: i terremoti tettonici che sono i più comuni ed i più violenti, i terremoti vulcanici (precedono e accompagnano le eruzioni) che sono di debole intensità, i terremoti da crollo (di interesse locale e dovuti al crollo di grotte o miniere) ed infine i terremoti da esplosioni (sono terremoti artificiali dovuti alla detonazione di dispositivi chimici e nucleari nel sottosuolo).*

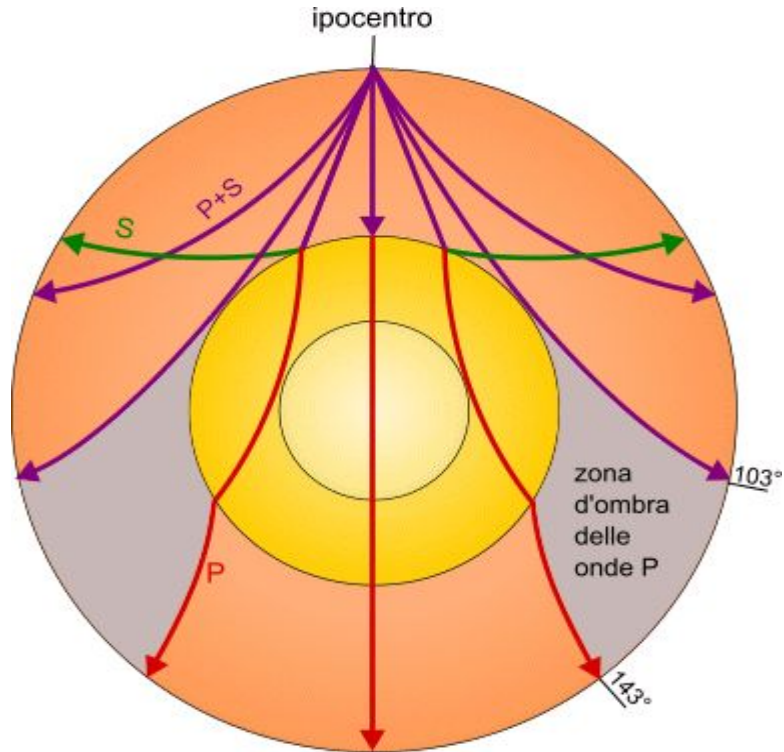
# L'INTERNO DELLA TERRA



# STRATIFICAZIONE INTERNO TERRA



# PERCORSO ONDE SISMICHE

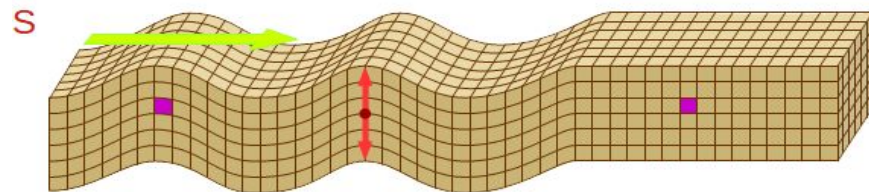
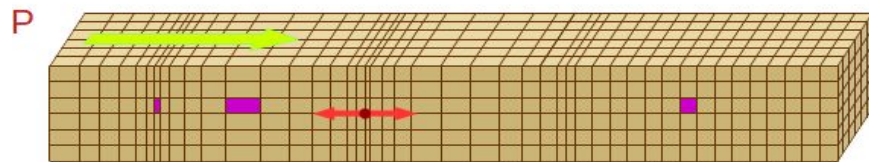




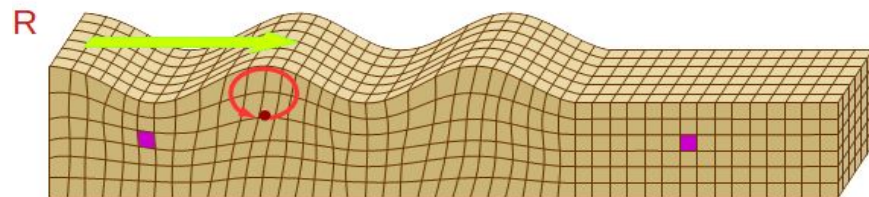
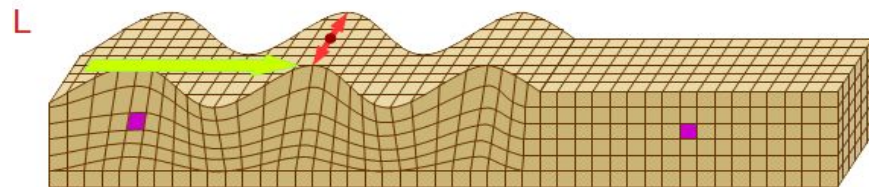
# LE ONDE SISMICHE

*Le onde sismiche si propagano grazie ai principi del moto ondulatorio. Come le onde del mare non causano un vero spostamento dei materiali ma una vibrazione delle particelle che, pur oscillando, mantengono mediamente la propria posizione. La sismologia studia le onde elastiche originate dai terremoti. Registrando queste vibrazioni attraverso i sismografi, l'essere umano ha potuto sviluppare un modello dell'interno della Terra basato sulle stratificazioni e sulla natura chimica dei materiali. Dall'ipocentro di un terremoto si propagano due tipi di onde: onde P (onde principali - da 7 a 13 Km/s), onde S (onde secondarie - da 4 a 7 Km/s). Dall'epicentro, invece, si originano le onde superficiali ( 3 Km/s) che si distinguono in onde R (oscillano perpendicolarmente al terreno) ed in onde L (oscillano trasversalmente rispetto alla direzione di propagazione). Le onde superficiali sono molto lente rispetto alle onde P ed S ma sono responsabili dei danni provocati dal terremoto. Possono percorrere lunghe distanze e fare più volte il giro della Terra.*

## ONDE DI VOLUME

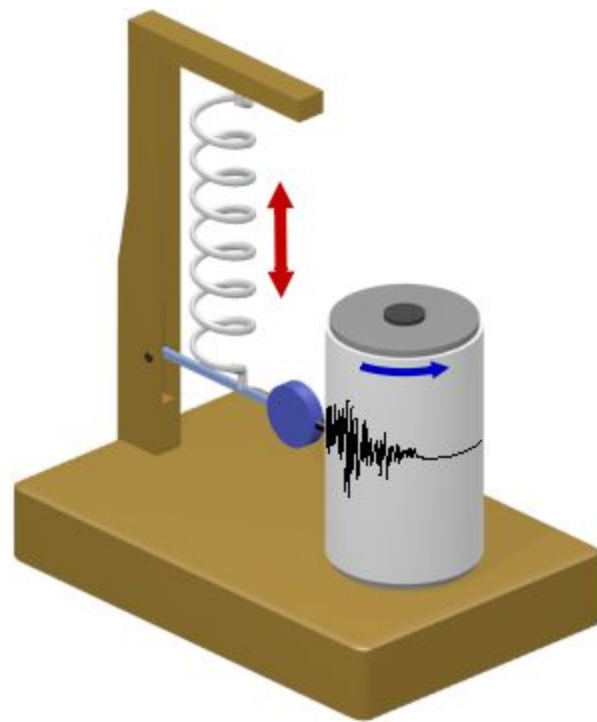
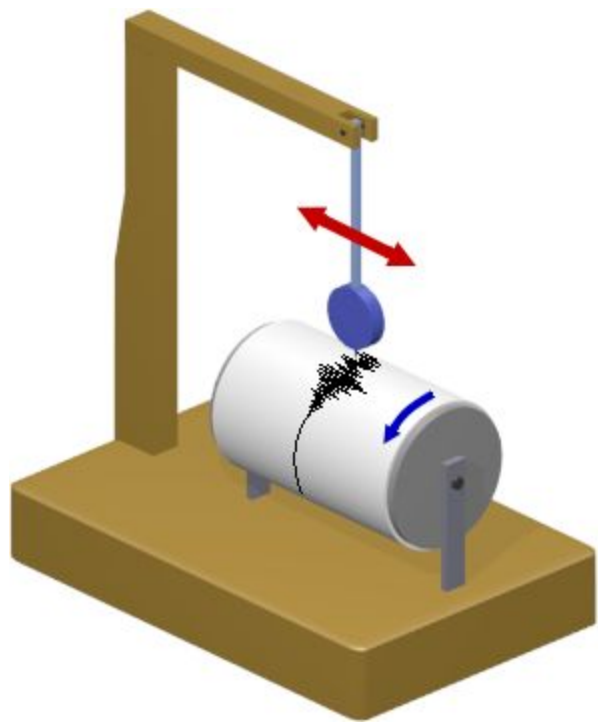


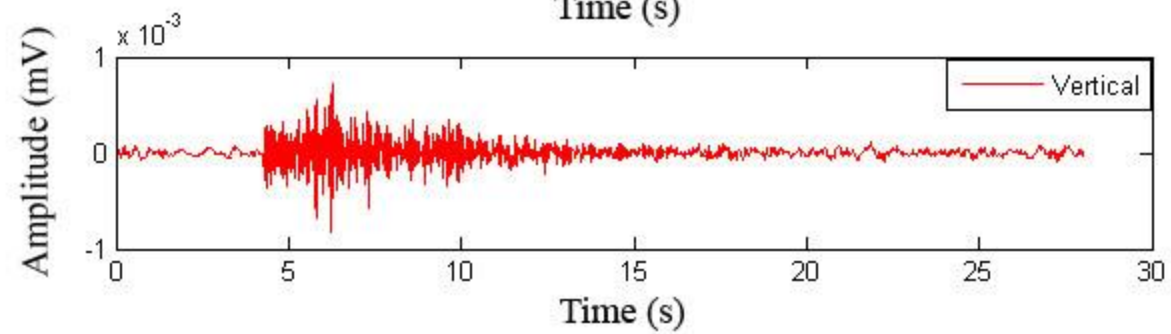
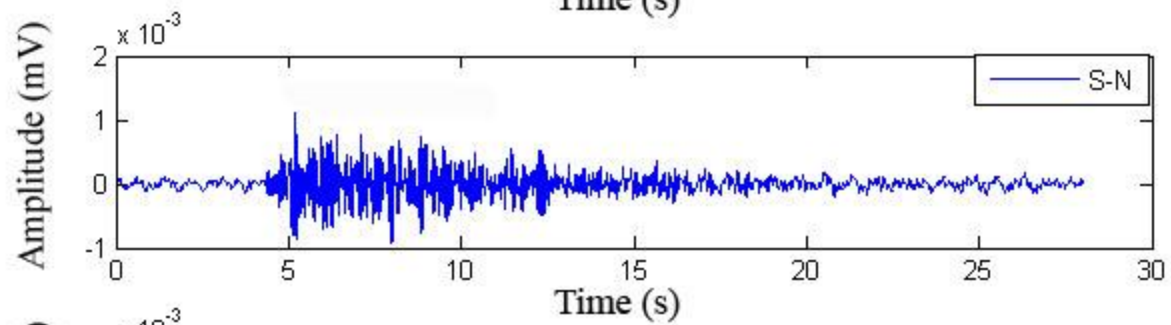
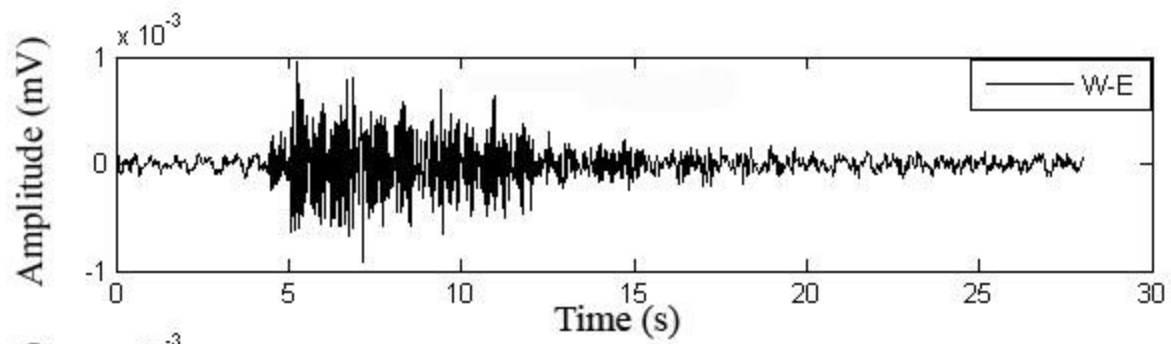
## ONDE SUPERFICIALI



# **SISMOGRAFI E SISMOGRAMMI**

*I sismografi sono strumenti adibiti alla registrazione delle onde sismiche. Sono costituiti da una massa inerte sospesa con una molla sopra un supporto solidale con il suolo. Sulla massa inerte viene fissata una punta scrivente (pennino) che può lasciare una traccia su un cilindro di carta in continua rotazione e fissato al suolo. Se si verificano vibrazioni del terreno esse si trasmettono al cilindro mentre il pennino resta fermo per inerzia. Ogni stazione di rilevamento ha almeno tre sismografi: uno registrerà la componente verticale del movimento mentre gli altri due registreranno le due componenti orizzontali del moto.*





# LA FORZA DEI TERREMOTI

*Fino ad una decina di anni fa si sentiva ancora parlare della scala Mercalli (o meglio scala Mercalli-Cancani-Sieberg, abbreviata in MCS)) mentre adesso, nel momento in cui i media annunciano un terremoto, si sente solo parlare della scala Richter. Quest'ultima ha in effetto sostituito pressoché completamente la scala MCS.*

*Cerchiamo di capirci qualcosa. La forza dei terremoti si può misurare in modi diversi così da poter costruire delle scale sismiche. Giuseppe Mercalli fu un pioniere della moderna sismologia e vulcanologia. Abate ed insegnante di Scienze naturali, fu poi docente di mineralogia, geologia e vulcanologia. Dal 1911 fu il direttore dell'Osservatorio vesuviano (INGV). I suoi studi gli procurarono fama a livello mondiale.*

# ATTUALITÀ DI UNA RIFLESSIONE

*Riporto una riflessione di Mercalli dal trattato: "L'isola Ischia ed il terremoto del 28 Luglio 1883". "Dopo il terremoto del 28 Luglio mi riportai all'isola d'Ischia per studiarvi gli effetti e per raccogliere le notizie genuine di quel disastroso terremoto(...). La causa di tanta rovina non è stata solo la violenza del terremoto ma anche la poca solidità delle case e specialmente la scarsità e la cattiva qualità del cemento usato nella loro costruzione. E' meglio non fare alcuna costruzione nuova in muratura e neppure riattare quelle lesionate nei luoghi più danneggiati, come Casamicciola". Ai giorni nostri si potrebbe aggiungere: "L'Aquila docet..." Ogni ulteriore commento è superfluo!*

La scala MCS misura in modo empirico l'intensità di un terremoto basandosi sugli effetti delle scosse sismiche in superficie ed assegna ad ogni sisma un valore variabile da I a XII (in numeri romani). Si tratta di una scala soggettiva e non precisa in quanto i danni dipendono anche da altri fattori come la distanza dall'epicentro, la posizione dell'ipocentro, la densità abitativa, le caratteristiche del territorio. Per ovviare a queste incongruenze nel 1935 è stata creata una nuova scala da Charles Francis Richter del California Institute of Technology che definiamo appunto Scala Richter. Si tratta di una scala quantitativa che si basa sulla determinazione della magnitudo, cioè sulla misurazione della ampiezza delle onde sismiche. Si ottiene confrontando l'ampiezza del terremoto oggetto di studio rispetto ad un sisma standard di riferimento. Essendo basata su una scala logaritmica, ad ogni aumento o diminuzione di una unità la magnitudo varia di 10 volte.



# SCALA MERCALLI

Grado	Scossa
I	impercettibile
II	molto leggera
III	leggera
IV	moderata
V	piuttosto forte
VI	forte
VII	molto forte
VIII	rovinosa
IX	distruttiva
X	completamente distruttiva
XI	catastrofica
XII	apocalittica

SCALA MERCALLI (gradi)	TIPO DI SCOSSA	CARATTERISTICHE ED EFFETTI	SCALA RICHTER (magnitudo)
I	STRUMENTALE	Il terremoto è registrato soltanto dagli strumenti e passa inosservato alle persone.	< 2,5
II	LEGGERISSIMA	Il terremoto viene avvertito solo da poche persone che si trovano ferme o ai piani più alti delle case. Lampadari e altri oggetti sospesi al soffitto potrebbero dondolare.	2,5
III	LEGGERA	Il terremoto viene avvertito dalla maggior parte delle persone che si trovano in casa. Le automobili ferme potrebbero spostarsi.	3
IV	MEDIOCRE	È avvertita dalla maggior parte delle persone che si trovano in casa. Tremano infissi e cristalli e si hanno leggere oscillazioni di oggetti appesi. Le finestre sbattono.	3,5
V	FORTE	Il terremoto è avvertito da tutti, sia in casa sia all'aperto, anche da persone addormentate. Si ha la caduta di oggetti.	4
VI	MOLTO FORTE	Si iniziano ad avere leggere lesioni agli edifici.	4,5
VII	FORTISSIMA	Si hanno danni agli edifici.	5
VIII	ROVINOSA	Si ha la rovina parziale di qualche edificio, con qualche vittima isolata.	6,5
IX	DISASTROSA	Si ha la rovina totale di alcuni edifici e gravi lesioni in molti altri. Ci sono alcune vittime umane sparse, ma non numerose.	7
X	DISTRUTTIVA	La maggior parte degli edifici crolla, le rotaie delle ferrovie si piegano e si hanno numerose fratture nel suolo.	7,5
XI	CATASTROFE	Soltanto pochi edifici rimangono in piedi. Lungo le fessure si registrano notevoli "scorrimenti" del suolo. Le rotaie vengono divelte.	8-8,5
XII	GRANDE CATASTROFE	Distruzione di tutti gli edifici. Le onde sismiche divengono visibili. Gli oggetti vengono proiettati in aria.	8,6

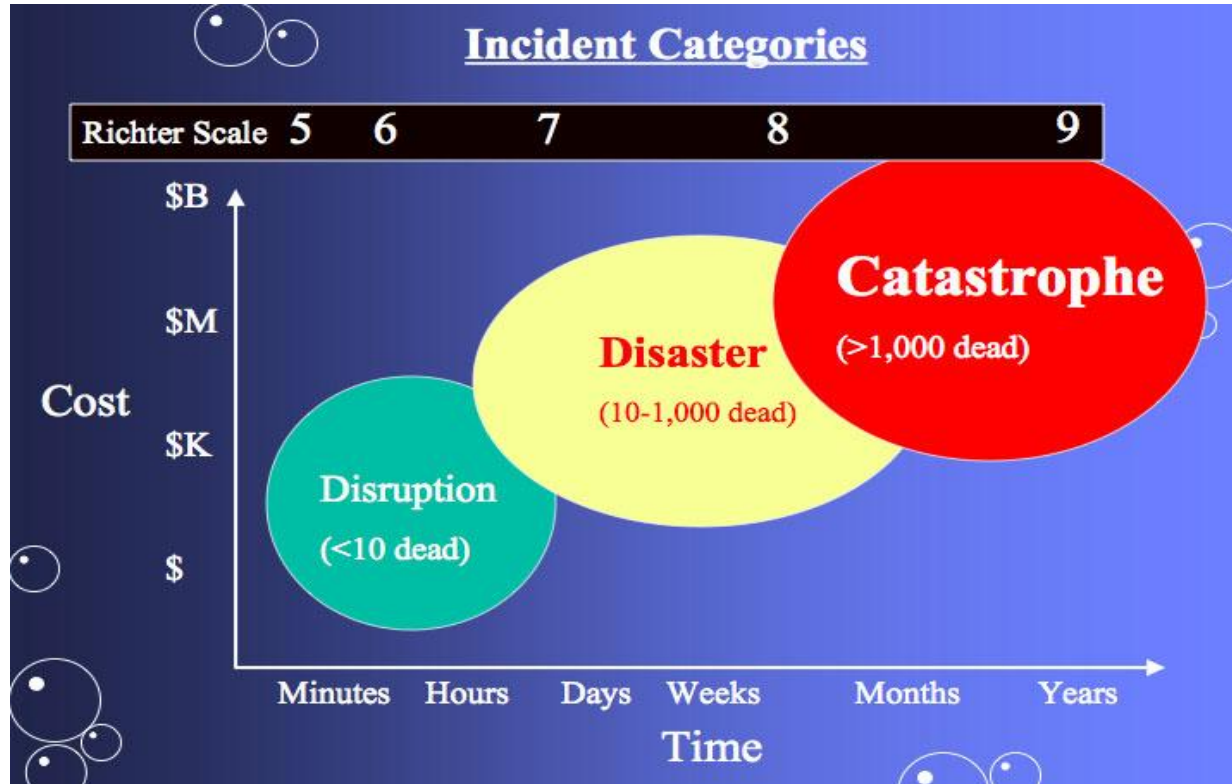
# EQUIVALENTI MAGNITUDO

Misurazione della magnitudo di un terremoto Scala Richter

## Equivalenza magnitudo e TNT

Magnitudo	TNT equivalente	Energia	Frequenza
0	15 grammi	63 kJ	Circa 8 000 al giorno
1	0,48 chilogrammi	2 MJ	
1,5	2,7 chilogrammi	11 MJ	
2	15 chilogrammi	63 MJ	Circa 1 000 al giorno
2,5	85 chilogrammi	355 MJ	
3	477 chilogrammi	2.0 GJ	Circa 130 al giorno
3,5	2,7 tonnellate	11 GJ	
4	15 tonnellate	63 GJ	Circa 15 al giorno
4,5	85 tonnellate	355 GJ	
5	477 tonnellate	2 TJ	2-3 al giorno
5,5	2 682 tonnellate	11 TJ	
6	15 000 tonnellate	63 TJ	120 all'anno
6,5	85 000 tonnellate	354 TJ	
7	477 000 tonnellate	2 PJ	18 all'anno
7,5	2,7 milioni di tonnellate	11 PJ	
8	15 milioni di tonnellate	63 PJ	1 all'anno
8,35	50,5 milioni di tonnellate	211 PJ	
8,5	85 milioni di tonnellate	355 PJ	
9	477 milioni di tonnellate	2 EJ	1 ogni 20 anni
9,15	800 milioni di tonnellate	3,35 EJ	Sconosciuto
9,5	2,7 miliardi di tonnellate	11 EJ	
10	15 miliardi di tonnellate	63 EJ	
13	476 880 miliardi di tonnellate	2 YJ	

# SCALA RICHTER E SEVERITÀ Sismi

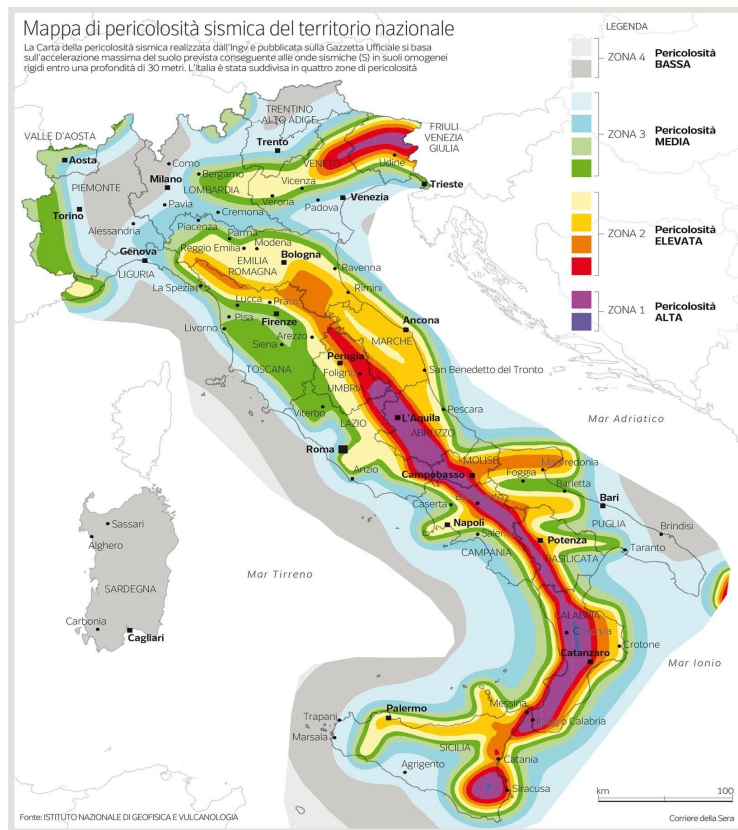


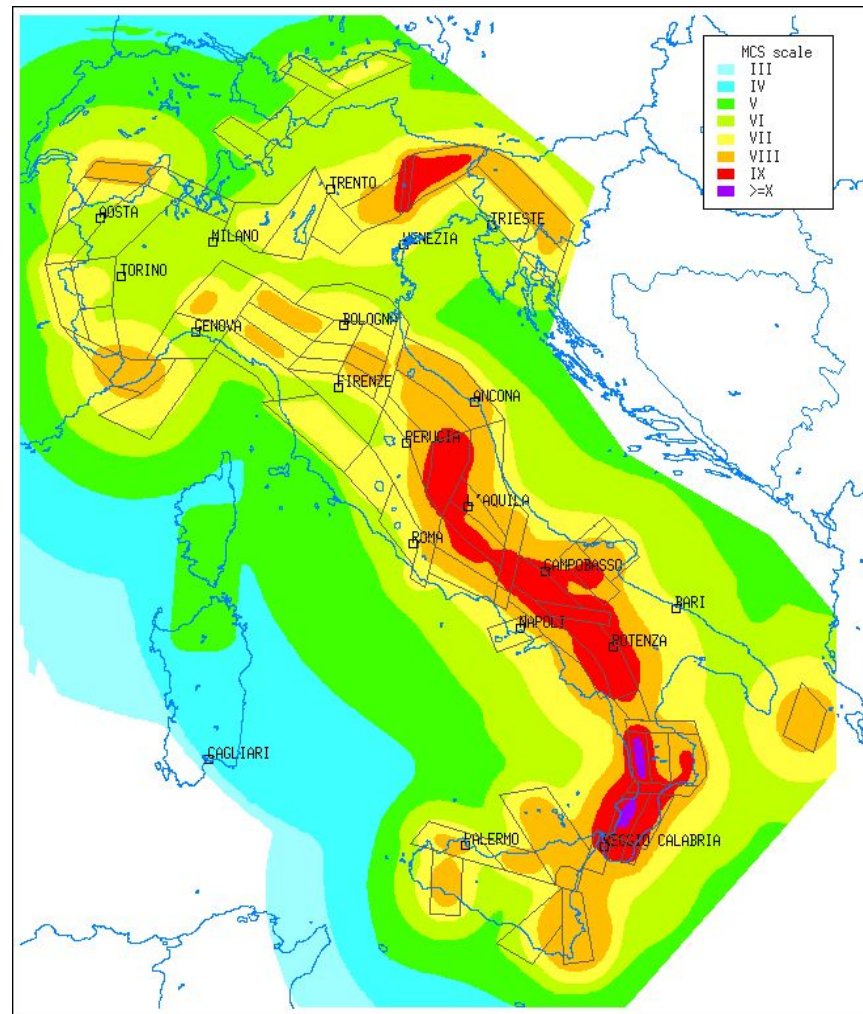
# PREVISIONE DEI TERREMOTI E SISMICITÀ IN ITALIA

*Un terremoto mette l'essere umano in una condizione di paura e di impotenza. Il progredire delle conoscenze della sismologia, però, ha permesso di mappare adeguatamente i territori mettendo in evidenza le aree che sono più a rischio. In questo modo si possono informare le persone di queste aree sui comportamenti da seguire per annullare o quantomeno ridurre i rischi per la propria incolumità. Altro capitolo sono le cose ed i manufatti. Anche qui è stato fatto molto ma nel nostro paese, purtroppo, ci sono ancora una grande quantità di abitazioni fuori norma antisismica. Personalmente mi sono trovato in case e luoghi diversi in cui ho avuto la non bella esperienza di essere presente ad un terremoto (il più forte era 7 della scala Mercalli). Devo riconoscere che gli studi che avevo fatto in precedenza mi avevano molto aiutato. Il fatto di trovarmi in zone sismiche di livello II mi dava una relativa tranquillità e quantomeno la capacità di controllare la paura.*

*I comportamenti razionali da tenere in presenza di un terremoto sono: non allontanarsi dalla casa ma mettersi accanto alla parete che sorregge una trave portante, oppure sotto una struttura robusta (letto, tavolo) evitando la parte centrale delle stanze. Quando è possibile, per uscire non prendere l'ascensore e scendere dalle scale con molta precauzione. Non rifugiarsi mai nei terrazzi. Nel momento in cui si esce chiudere gas e luce ed in allontanarsi dagli edifici per evitare il rischio di essere colpiti da oggetti che cadono al suolo. Una norma che tutti dovrebbero seguire è quella di fissare bene alle pareti della casa le librerie, i pensili e tutti gli arredamenti che potrebbero rovesciarsi a causa delle scosse. In fatto di previsione purtroppo i terremoti non si possono prevedere. Conoscendo le mappature, però, si può sapere dove probabilmente si potranno ripetere eventi simili a quelli del passato. E questo fa una notevole differenza rispetto a quello che succedeva nel passato.*

# MAPPE DEL RISCHIO SISMICO IN ITALIA







# *Video e siti di interesse*

## Scienze della Terra | Le onde sismiche

[Terremoti in Italia - Parte 1 : La storia](#)

[MADIS ROOM - Cellula antisismica - New 2014](#)

[USGS.gov | Science for a changing worldUSGS \(.gov\)<https://www.usgs.gov>](#)