

SCHEMA DI PROGRAMMAZIONE

MODULO: Dinamica interna della Terra

UNITÀ DIDATTICA: I fenomeni sismici

CONTENUTI (sequenza degli argomenti da trattare):

- Natura e origine di un terremoto (teoria del rimbalzo elastico).
- Propagazione e registrazione delle onde sismiche (sismografi).
- La “forza” di un terremoto: le scale di intensità, la magnitudo e loro confronto.
- Effetti del terremoto.
- Terremoti e interno della Terra (involucri e discontinuità).
- Distribuzione geografica dei terremoti.
- La difesa dai terremoti: previsione e prevenzione.

PREREQUISITI:

- Concetto di densità.
- Onde e fenomeni di riflessione e rifrazione.

OBIETTIVI:(dopo aver studiato questa unità sarai in grado di.....)

- Metodi per studiare l'interno della Terra.
- Modelli di struttura dell'interno della Terra.
- Importanza delle analisi sismiche.
- Relazione tra attività interna del globo e fenomeni geologici di superficie.
- Caratteristiche delle onde sismiche e metodi per rilevarle.
- Significato delle onde sismiche.
- Distribuzione dell'attività sismica nel globo.
- Sapere che cosa sono ipocentro ed epicentro di un terremoto.
- Spiegare le cause dei terremoti.
- Evidenziare i criteri su cui si basano la scala Mercalli e la scala Richter.
- Comprendere l'importanza della previsione e prevenzione sismica.

METODI DIDATTICI:

- Lezione frontale

STRUMENTI E MATERIALE DIDATTICO:

- Libro di testo.
- Lavagna luminosa per la proiezione di lucidi.

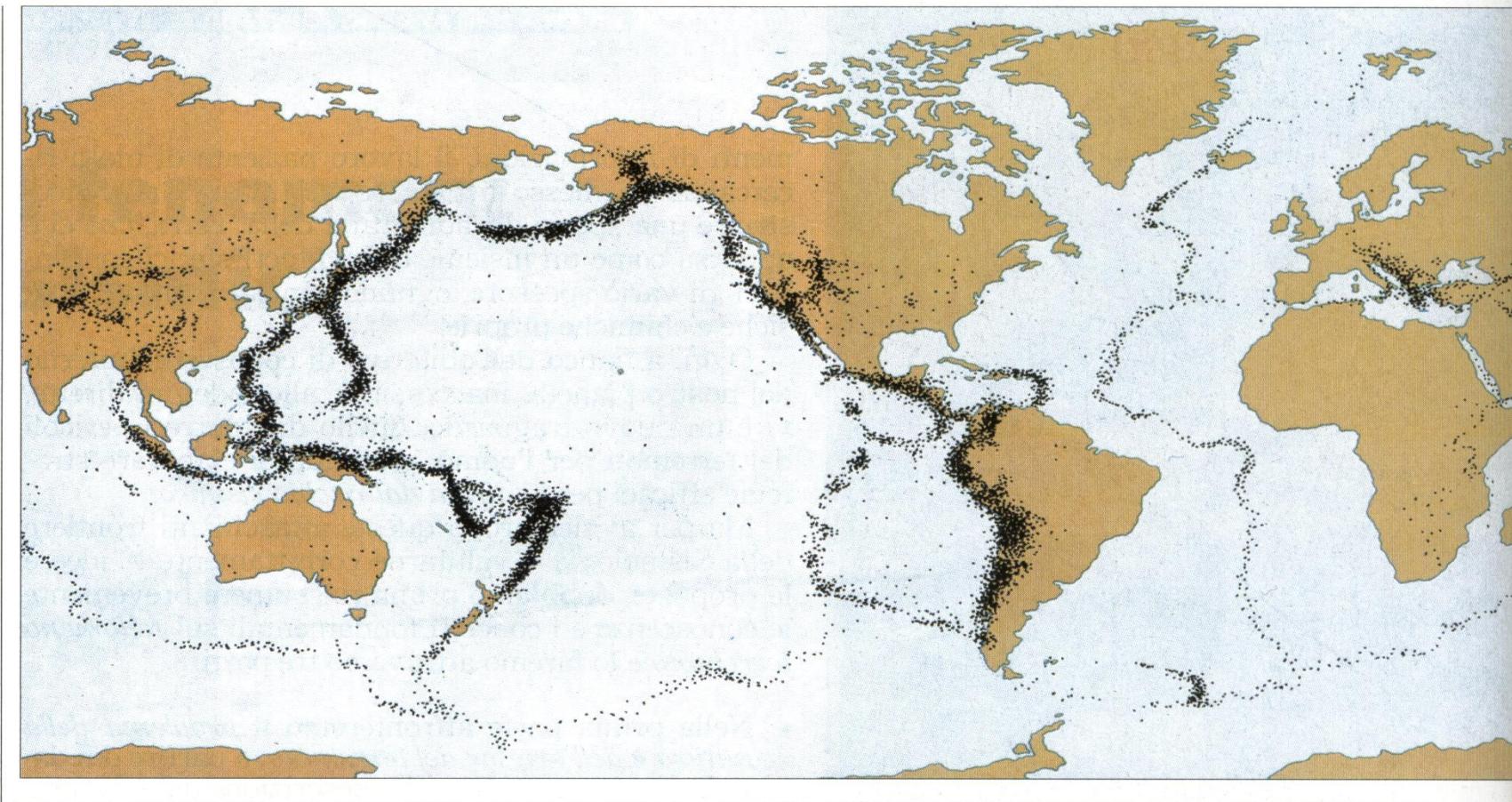
STRUMENTI DI VERIFICA:

- Test a risposta multipla di conoscenza e di comprensione.
- Interrogazione dialogica.

Epicentri di circa 30.000 terremoti registrati nel periodo 1961-1967

Il terremoto non è un fenomeno sporadico e casuale.

(vibrazione più o meno forte della Terra prodotta da una rapida liberazione di energia meccanica in qualche punto al suo interno:ipocentro)



- I sismi sono localizzati lungo fasce ben definite, tra le quali si estendono zone, anche molto ampie, che sono praticamente prive di epicentri.
- I sismi che si verificano in un anno in tutta la terra sono circa un milione (in media uno ogni trenta secondi).

R. MALLET: un terremoto consiste in una serie di onde elastiche che si propagano attraverso la Terra, causate dalla deformazione o frattura di masse rocciose nel sottosuolo.

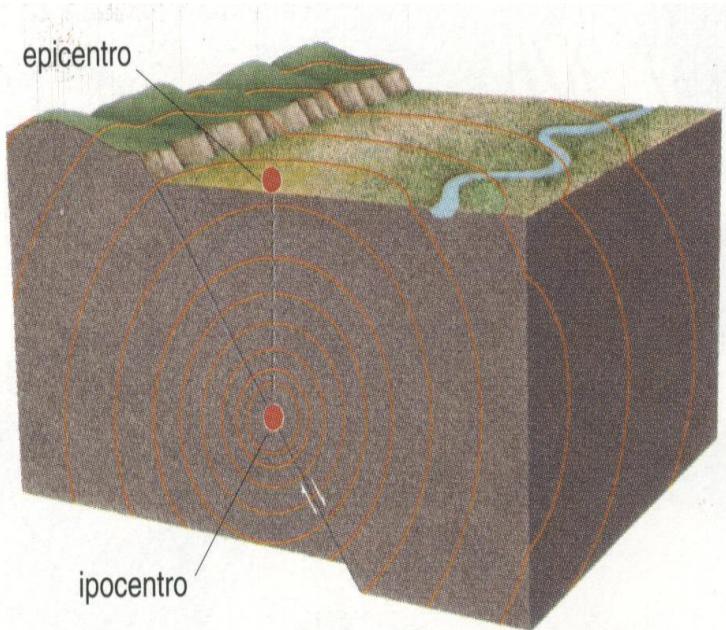
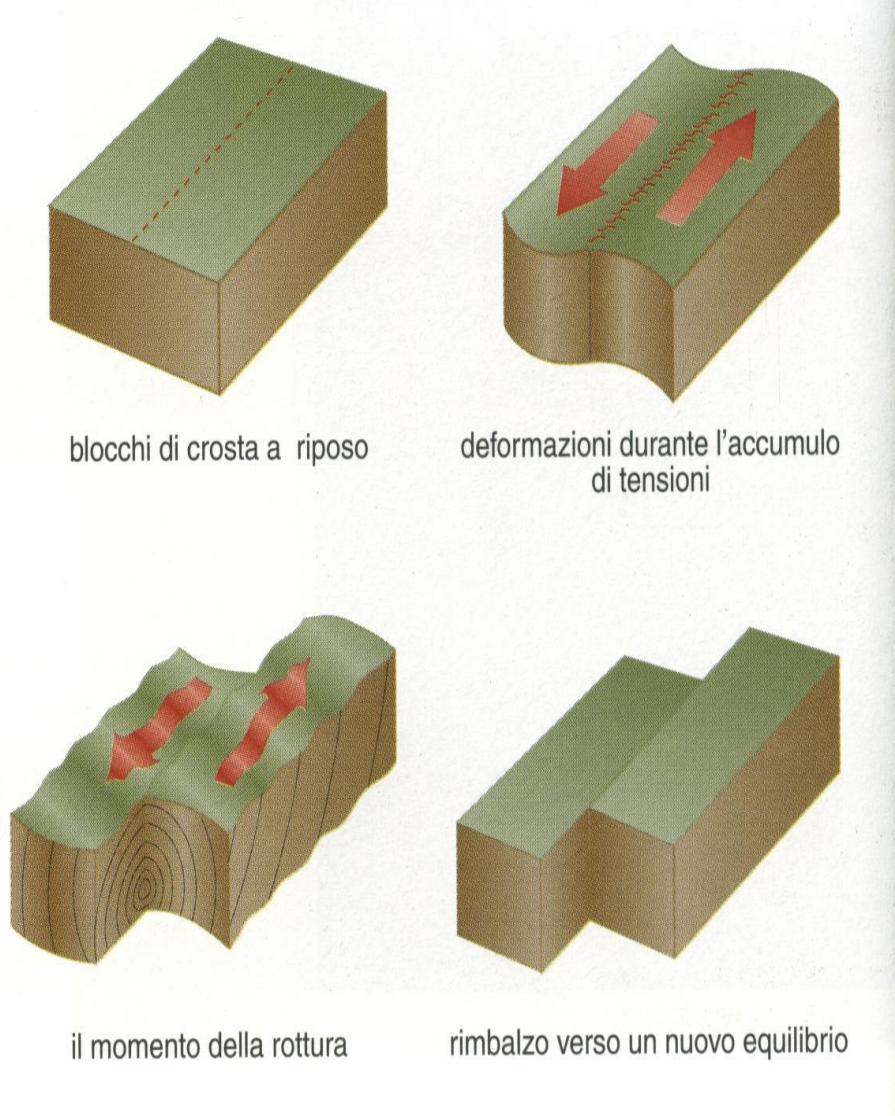


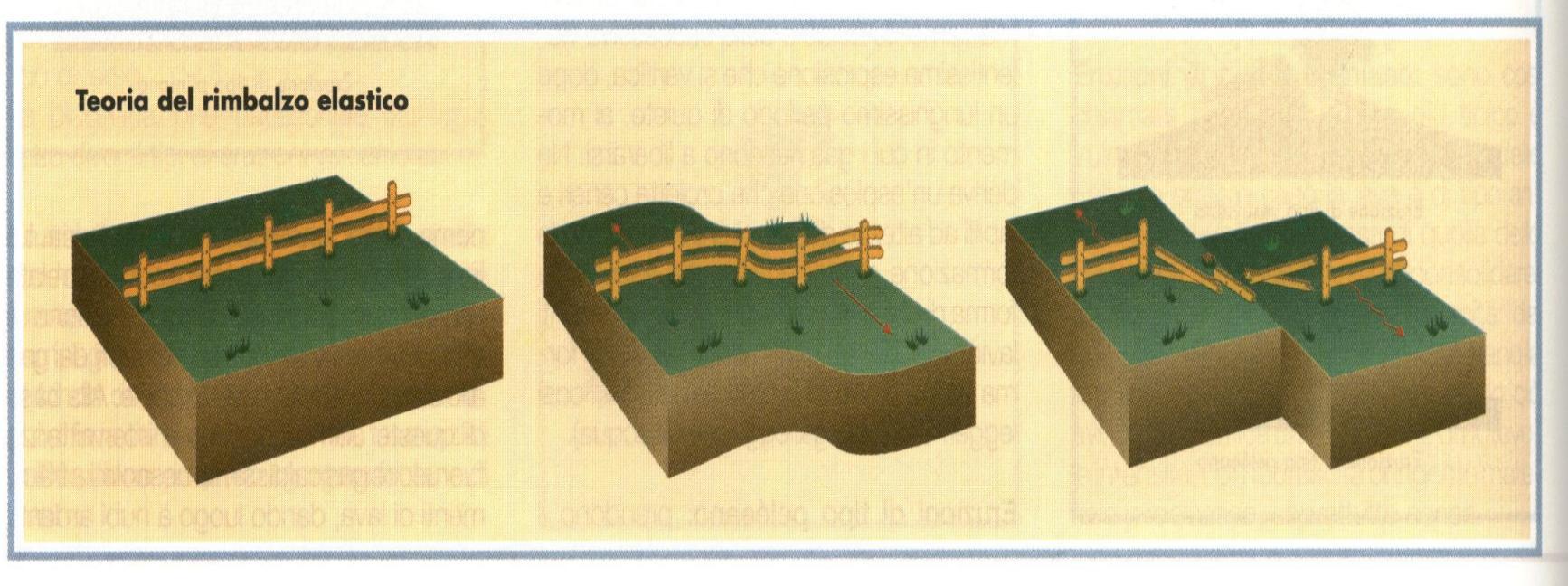
Figura 18. Ipocentro ed epicentro di un terremoto.

Figura 19. Rappresentazione schematica della teoria del rimbalzo elastico. Secondo tale teoria, la maggior parte dei terremoti è provocata dal brusco scorrimento di due masse di roccia contrapposte lungo fratture della crosta terrestre dette faglie.



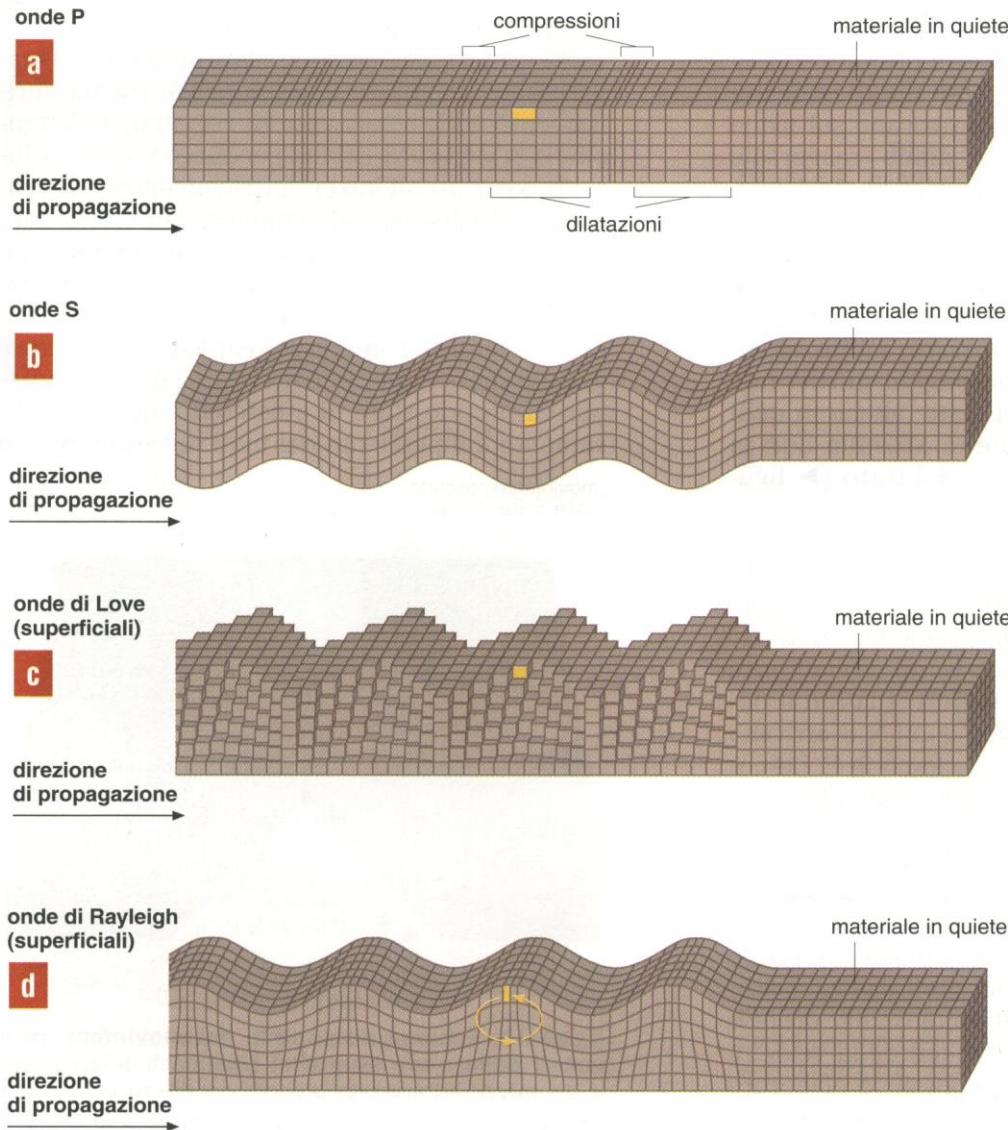
Modello del meccanismo secondo cui si verificherebbero le deformazioni all'origine dei terremoti (Teoria del Rimbalzo elastico di REID)

IL MECCANISMO DEL RIMBALZO ELASTICO (O REAZIONE ELASTICA) IN UNA SUCCESSIONE DI SCHEMI (HARRY F. REID)



Un terremoto sarebbe il risultato del progressivo accumulo di energia elastica in una massa rocciosa, fino a che questa improvvisamente si spezza lungo una faglia; lo scorrimento lungo questa superficie di discontinuità produce un'improvvisa liberazione di energia sotto forma di onde elastiche (es. della bacchetta di legno).

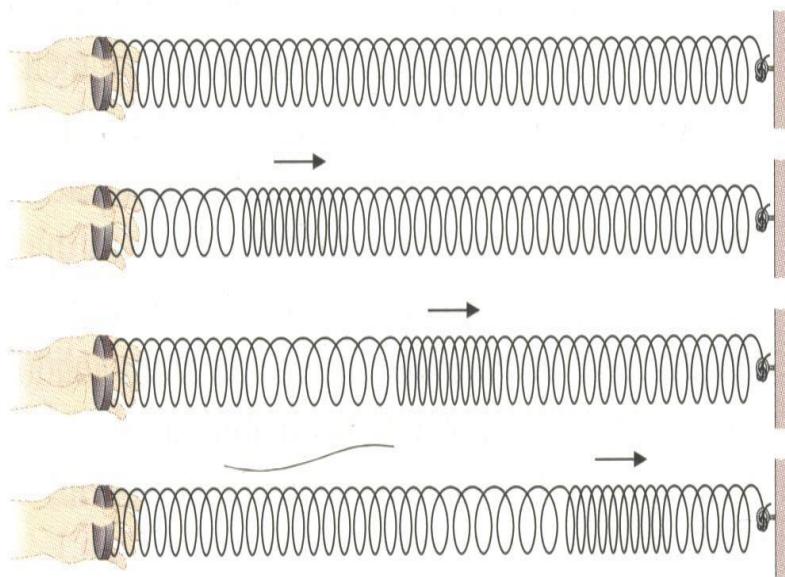
I principali tipi di onde sismiche



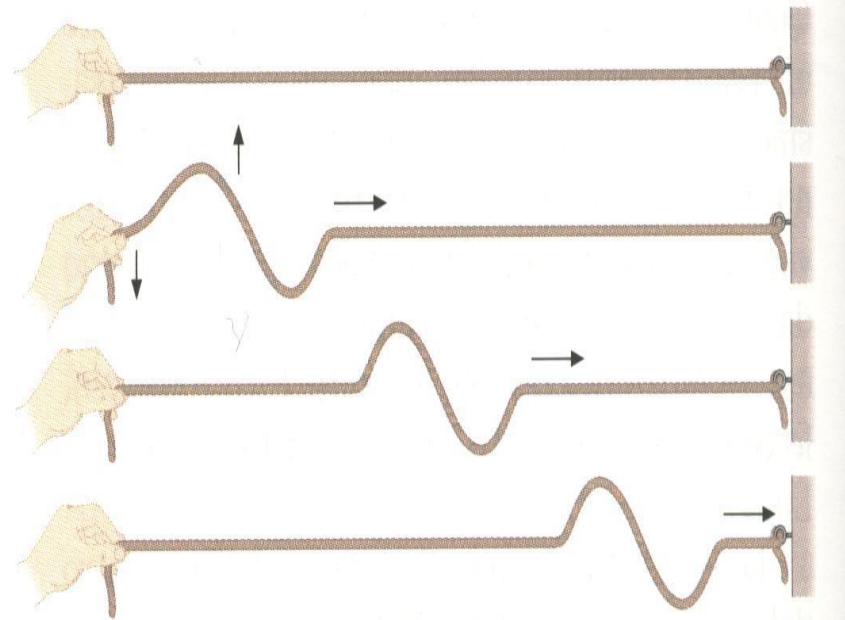
Le particelle compiono rapide oscillazioni intorno a un punto di equilibrio prima di fermarsi; tale perturbazione si propaga via via da una particella a quella contigua, in tutte le direzioni.

Un'analogia con le onde sismiche

a



b



In un'onda longitudinale le particelle del mezzo (la molla) oscillano nella stessa direzione di propagazione dell'onda

In un'onda trasversale le particelle del mezzo (la corda) oscillano perpendicolarmente alla direzione di propagazione dell'onda.

Schema riassuntivo dei movimenti provocati dalle onde sismiche



Movimenti delle particelle del mezzo attraversato prodotti dai diversi tipi di onde sismiche

COME SI RILEVANO E REGISTRANO I MOVIMENTI SISMICI

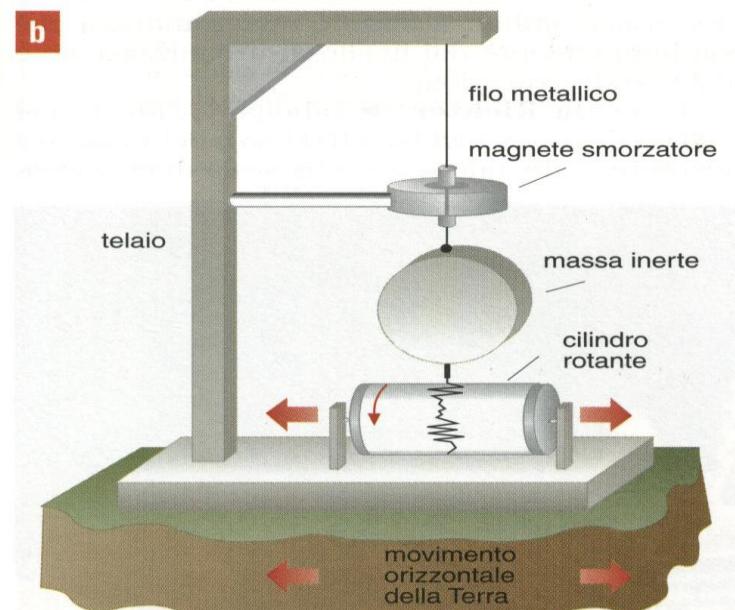
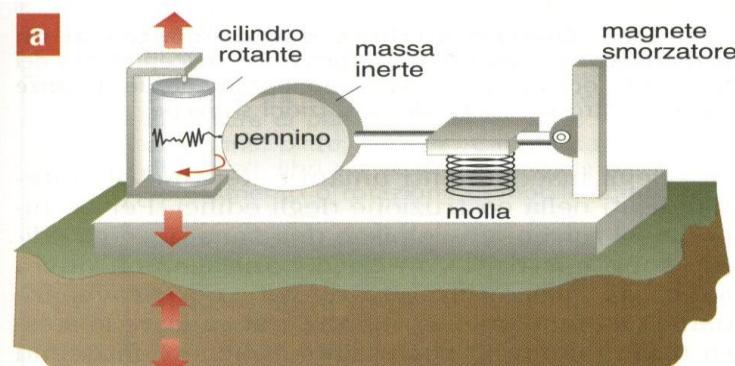


Figura 23. Schema di funzionamento di due sismografi. Il sismografo (a) registra i movimenti verticali di un sisma; il sismografo (b) registra uno dei due tipi di movimenti orizzontali.

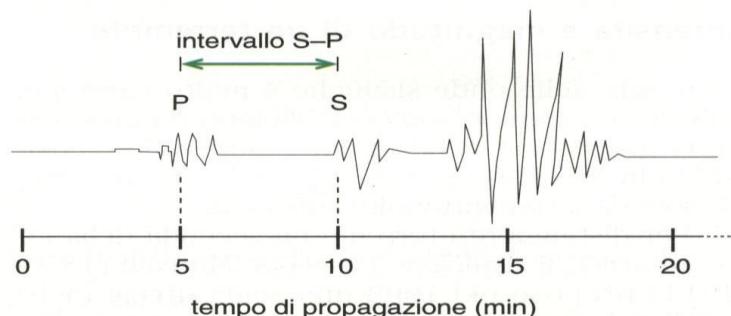


Figura 24. Esempio di sismogramma. Nella traccia appaiono i tre tipi di onde: prima le onde P, poi le onde S e, per ultime, le onde superficiali, più lente.

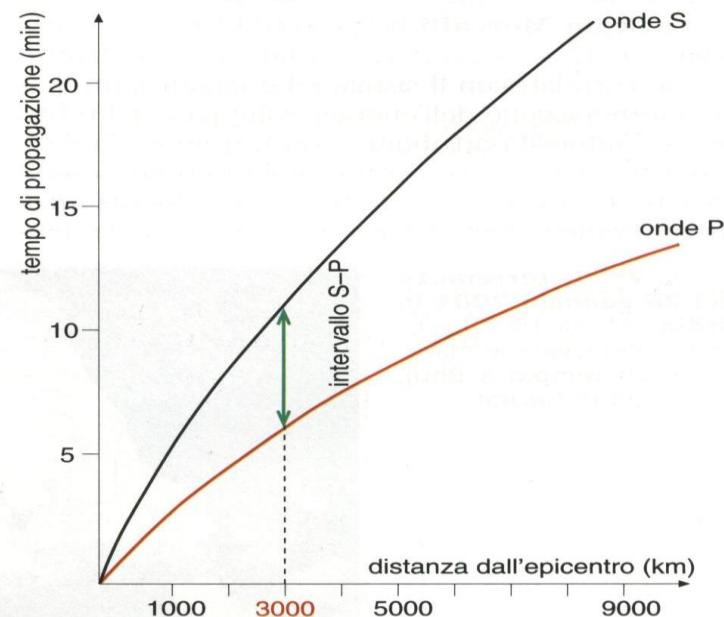
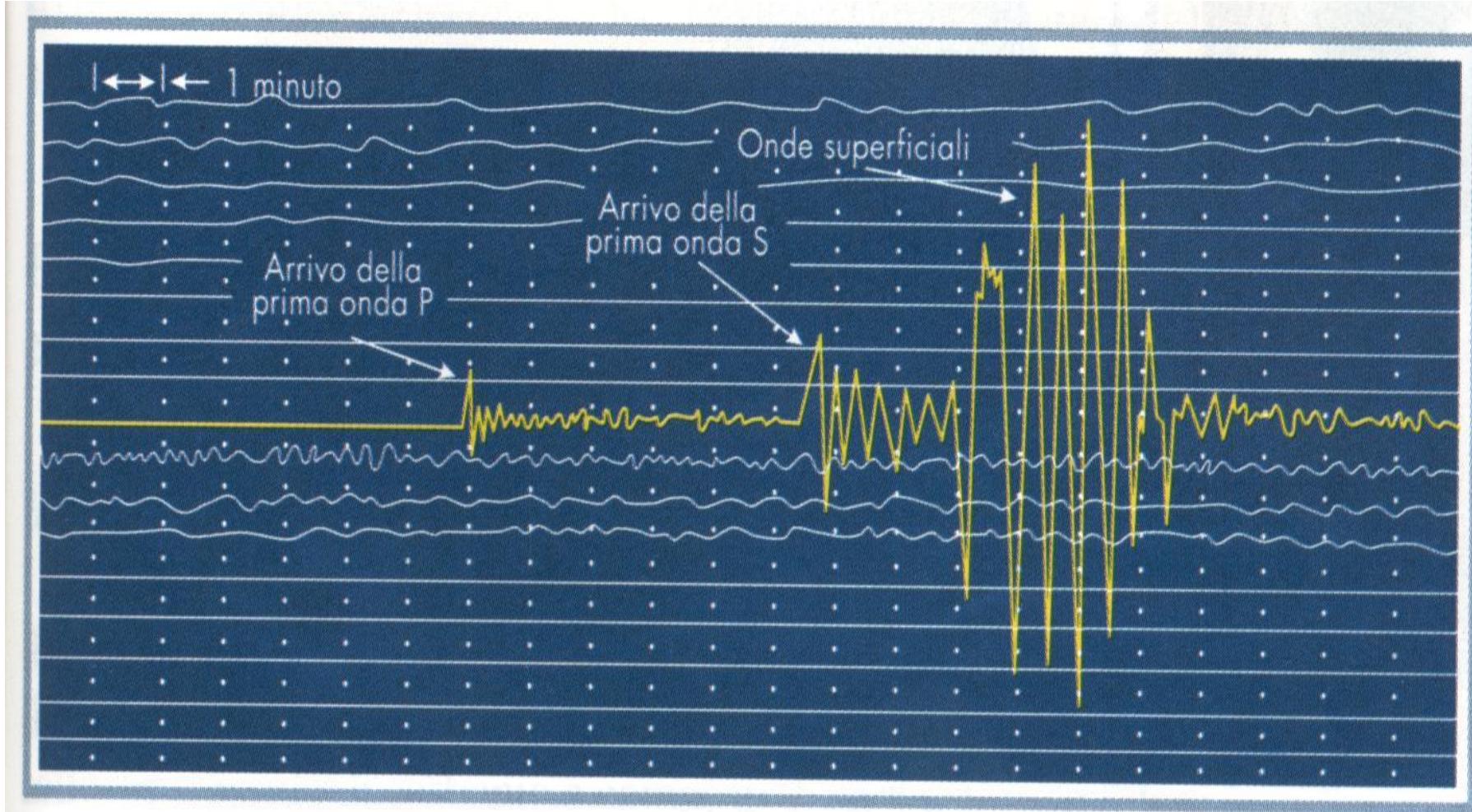


Figura 25. Grafico dei tempi di propagazione. Si tratta di un grafico in cui sono riportati i tempi di propagazione delle onde P e delle onde S in funzione della distanza dall'epicentro della stazione sismica. Nell'esempio la differenza tra i tempi di arrivo delle onde S e P corrisponde a una distanza tra il sismografo e l'epicentro di circa 3000 km.

La registrazione del movimento sismico si chiama **SISMOGRAMMA**

(Tracciato su carta provocato da un terremoto)



Dalla lettura di un sismogramma si possono ricavare numerose informazioni come:

- la potenza e la durata del terremoto, la posizione dell'epicentro, la profondità dell'ipocentro.

grado	effetti	grado	effetti
I	Non percepito dalle persone.	VIII	Risentito nella guida di automezzi. Danni a murature di tipo C (*), crolli parziali. Alcuni danni a murature di tipo B (*), non di tipo A (*). Caduta di stucchi e di alcune pareti in muratura. Rotazione e caduta di camini, monumenti, torri, serbatoi elevati. Costruzioni con strutture in legname smosse dalle fondamenta se non imbullonate; pannelli delle pareti lanciati fuori. Rottura di palizzate deteriorate. Rottura di rami di alberi. Variazioni di portata o temperatura di sorgenti e pozzi. Crepacci nel terreno e su pendii ripidi.
II	Percepito da persone a riposo, nei piani elevati o in posizione favorevole.	IX	Panico generale. Distruzione di murature di tipo D (*), gravi danni a murature di tipo C (*), talvolta con crollo completo; seri danni a murature di tipo B (*) (danni generali alle fondamenta). Gravi danni ai serbatoi. Rottura di tubazioni sotterranee. Rilevanti crepacci nel terreno. Nelle aree alluvionali espulsione di sabbie e fango, formazione di crateri di sabbia.
III	Percepito nelle case. Oscillazione di oggetti appesi. Vibrazioni come al passaggio di autocarri leggeri. Stime della durata. Talora non riconosciuto come terremoto.	X	Distruzione di gran parte delle murature e delle strutture in legno, con le loro fondamenta. Distruzione di alcune robuste strutture in legno e di ponti. Gravi danni a dighe, briglie, argini. Grandi frane. Disalveamento delle acque di canali, fiumi, laghi ecc. Traslazione orizzontale di sabbie e argille sulle spiagge e su regioni piene. Rotaie debolmente deviate.
IV	Oscillazione di oggetti appesi. Vibrazioni come al passaggio di autocarri pesanti, o scossa come di una pesante palla che colpisca le pareti. Oscillazione di automezzi fermi. Movimento di porte e finestre. Tintinnio di vetri. Vibrazione di vasellami. Nello stadio superiore del IV, scricchiolio di pareti e di strutture in legno.	XI	Rotaie fortemente deviate. Tubazioni sotterranee completamente fuori servizio.
V	Risentito all'esterno. Stima della direzione. Sveglia di persone dormienti. Movimento della superficie dei liquidi, fuoriuscita di taluni dai recipienti. Spostamento o rovesciamento di piccoli oggetti instabili. Oscillazione di porte che si aprono o chiudono. Movimento di imposte e quadri. Arresto, messa in moto, cambiamento di passo degli orologi a pendolo.	XII	Distruzione pressoché totale. Spostamento di grandi masse rocciose. Linee di riferimento deformati. Oggetti lanciati in aria.
VI	Sentito da tutti. Spavento e fuga all'esterno. Barcollare di persone in movimento. Rottura di vetrine, piatti, vetrerie. Caduta dagli scaffali di ninnoli, libri ecc. e di quadri dalle pareti. Spostamento o rotazione di mobili. Scropolature di intonaci deboli e di murature tipo D (*). Suono di campanelli (di chiese, di scuole). Stormire di alberi e cespugli.		
VII	Difficile stare in piedi. Risentito dai guidatori di automezzi. Tremolio di oggetti sospesi. Rottura di mobili. Danni alle murature di tipo D (*), incluse fenditure. Rotture di comignoli deboli situati sul colmo dei tetti. Caduta di intonaci, mattoni, pietre, tegole, cornicioni (anche di parapetti isolati e ornamenti architettonici). Qualche lesione a murature di tipo C (*). Formazione di onde sugli specchi d'acqua; intorbidamento di acque. Piccoli smottamenti e scavernamenti in depositi di sabbia e ghiaia. Forte suono di campane. Danni a canali d'irrigazione rivestiti.		

(*)
A = Buon manufatto, legato assieme con ferri, calcestruzzo ecc., progettato per resistere a forze laterali.
B = Buon manufatto con malta; rinforzato, ma non destinato in particolare a resistere a forze laterali.
C = Manufatto ordinario con malta, senza tiranti agli angoli né rinforzi.
D = Materiali deboli, come mattoni cotti al sole; malte povere; manufatto di bassa qualità, debole orizzontalmente.

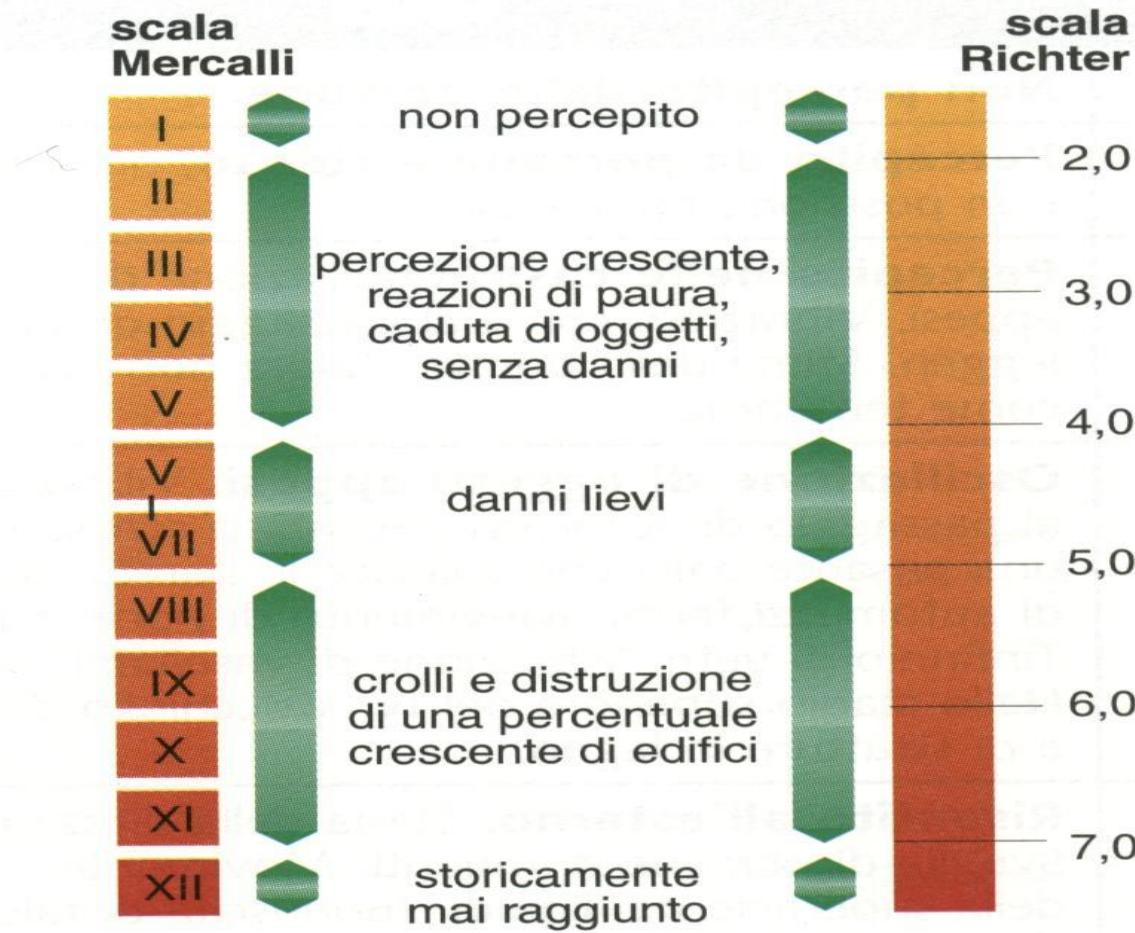
Dal volume *Geologia applicata all'Ingegneria*, di Ardito Desio, Hoepli Editore, Milano 1973.

magnitudo Richter	numero medio per anno	energia equivalente	effetti all'epicentro
3	più di 50 000	piccolissime sensazioni	nessun danno
4	6000	detonazione di 1000 t di esplosivo	sentito da parecchie persone
5	800	prima bomba atomica	sentito da tutti
6	120	sufficiente per il lancio di 2 milioni di Space Shuttle	danni agli edifici
7	18	cascade del Niagara in quattro mesi	seri danni, crollo degli edifici
8 e oltre	1 o meno	terremoto del 1906 a San Francisco	distruzione totale, onde che si vedono sulla superficie del terreno

▲ Tabella 3. Scala Mercalli dell'intensità sismica nella versione 1956.

Tabella 4. Magnitudo e frequenza dei terremoti.

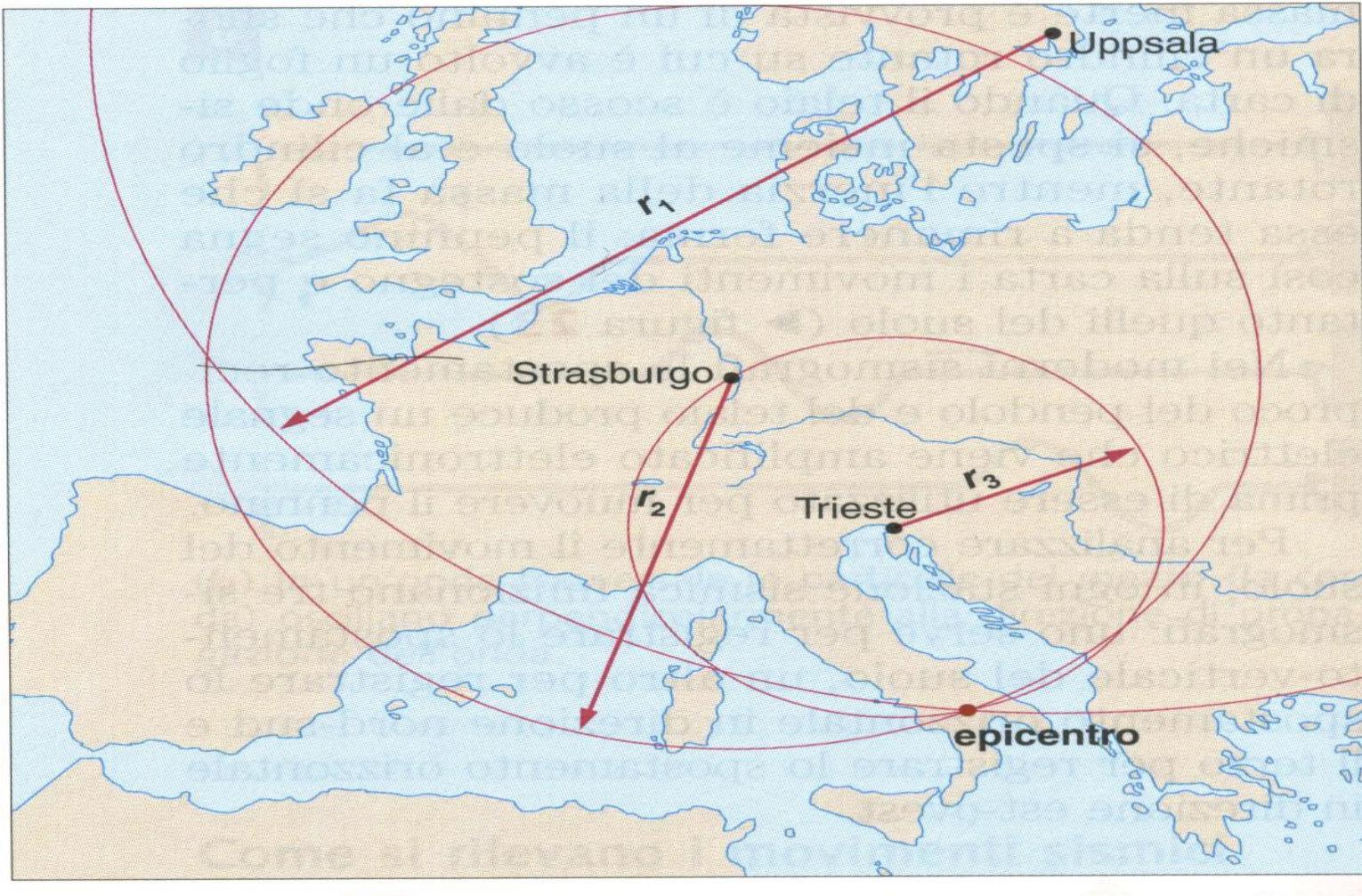
CONFRONTO TRA LA SCALA MERCALLI E LA SCALA RICHTER



Le due scale utilizzano modalità diverse di misurazione e pertanto quello riportato è solo un confronto approssimativo.

(Non c'è sempre corrispondenza precisa tra intensità e magnitudo; può accadere che due terremoti di diversa magnitudo provochino effetti che vengano classificati nel medesimo grado di intensità)

DETERMINAZIONE DELL'EPICENTRO DI UN TERREMOTO



Per localizzare la posizione dell'epicentro di un terremoto occorre conoscere congiuntamente le distanze dall'epicentro (r_1 , r_2 , r_3) di tre stazioni sismiche.

IL TERREMOTO DEL 26 GENNAIO 2001 IN INDIA



Monaci hindu intenti a rimuovere le macerie di un tempio a Bhuj, nello stato di Gujarat.

EFFETTI DISASTROSI DI UN TERREMOTO



Terremoto di Anchorage in Alaska del 1964.

IL TERREMOTO DEL 1999 IN TURCHIA



DIFFERENTE COMPORTAMENTO DI EDIFICI CONTIGUI NEL CORSO DI UN TERREMOTO



La causa è spesso dovuta al diverso tipo di costruzioni, ma anche nella diversa natura geologica del terreno di fondazione.

Città di Adapazari, Turchia, 1999.

IL TERREMOTO DEL 26 SETTEMBRE 1997 IN UMBRIA E MARCHE

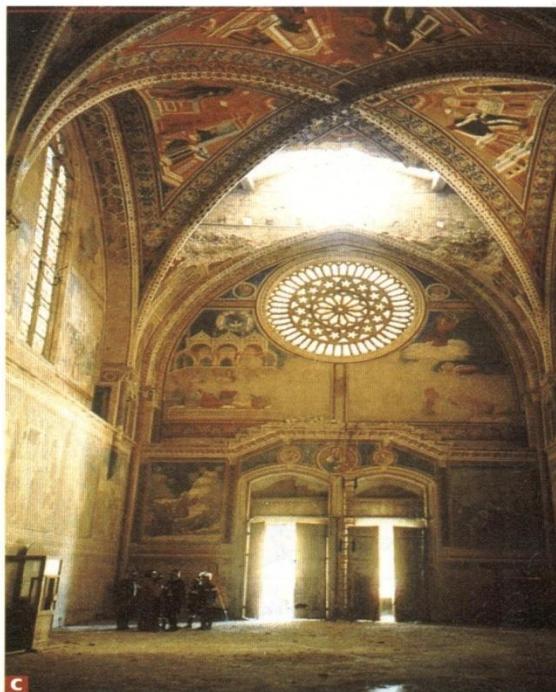
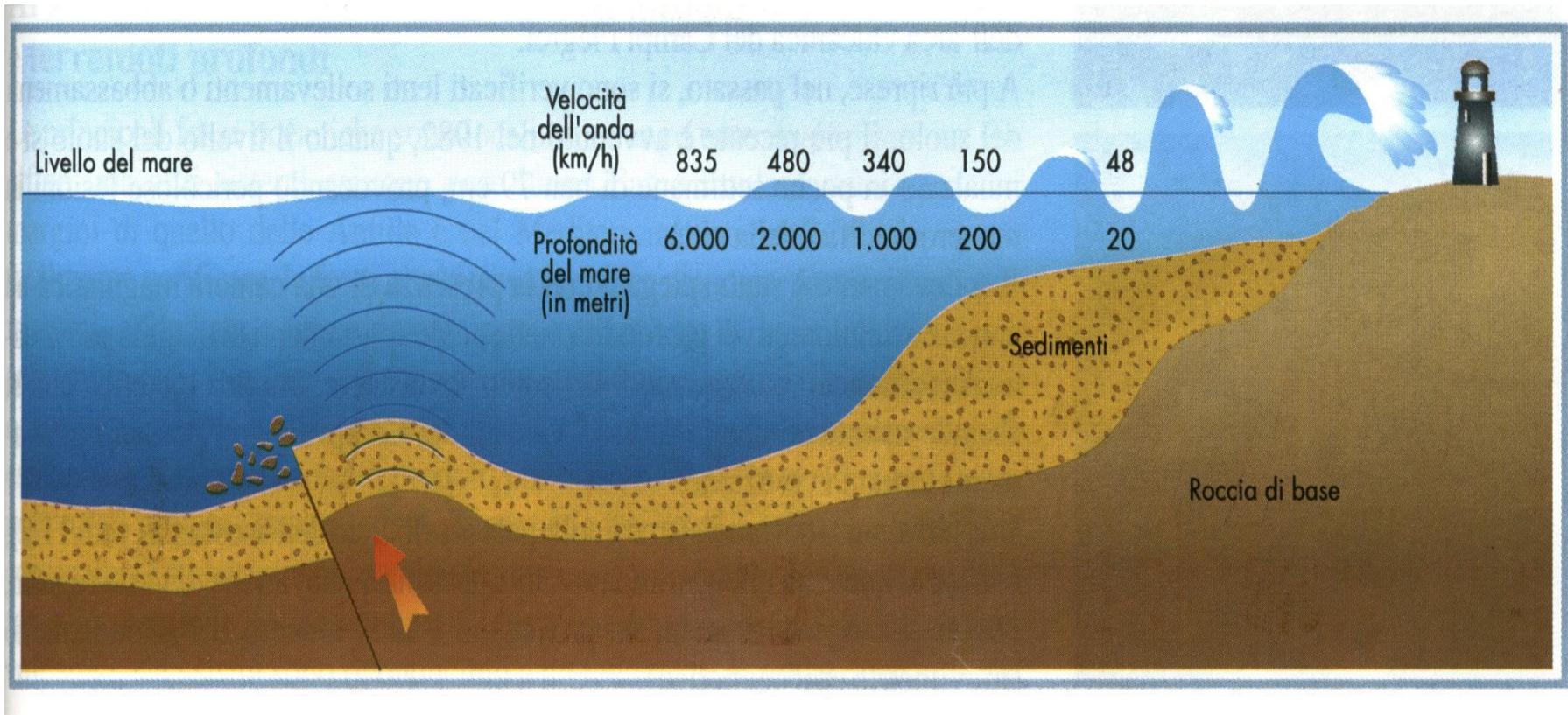


Fig. 9.15. Effetti del terremoto che colpì Umbria e Marche il 26 settembre del 1997: danni al soffitto della Basilica superiore di San Francesco, in Assisi.

A. Inizia il crollo di una vela.
B. Parte del soffitto piomba a terra.
C. Lo squarcio dopo il crollo.
(Foto Olympia, Milano)

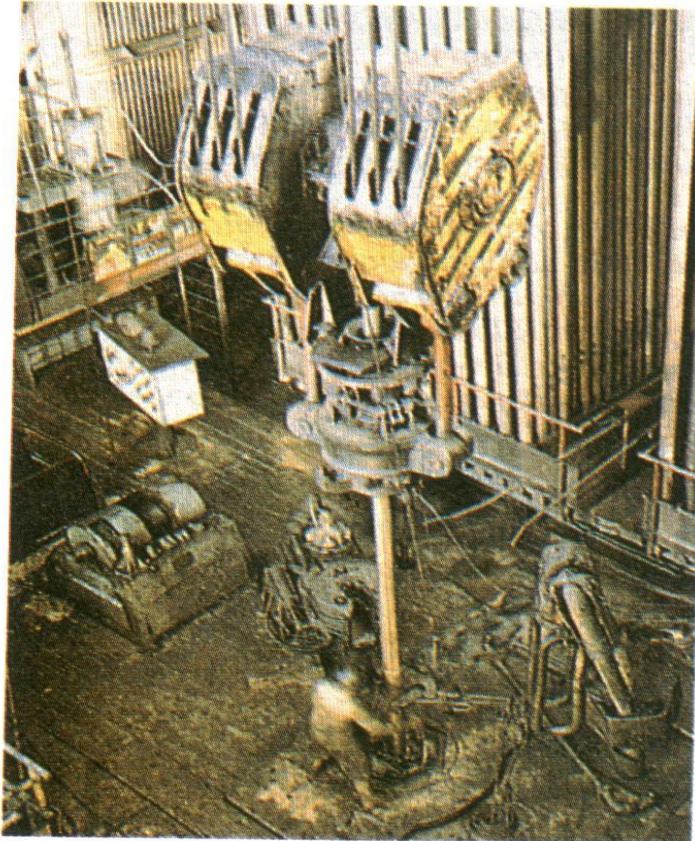
D. Un affresco di Giotto, della fine del 1200, nella Basilica superiore di San Francesco. I cittadini osservano una madre sconvolta dal dolore per la morte del figlio rimasto sepolto sotto il crollo della loro casa. La tradizione attribuisce l'accaduto a un evento sismico: da tempo, infatti, l'Umbria convive con il terremoto.

Origine di un MAREMOTO e propagazione delle onde da esso provocate.



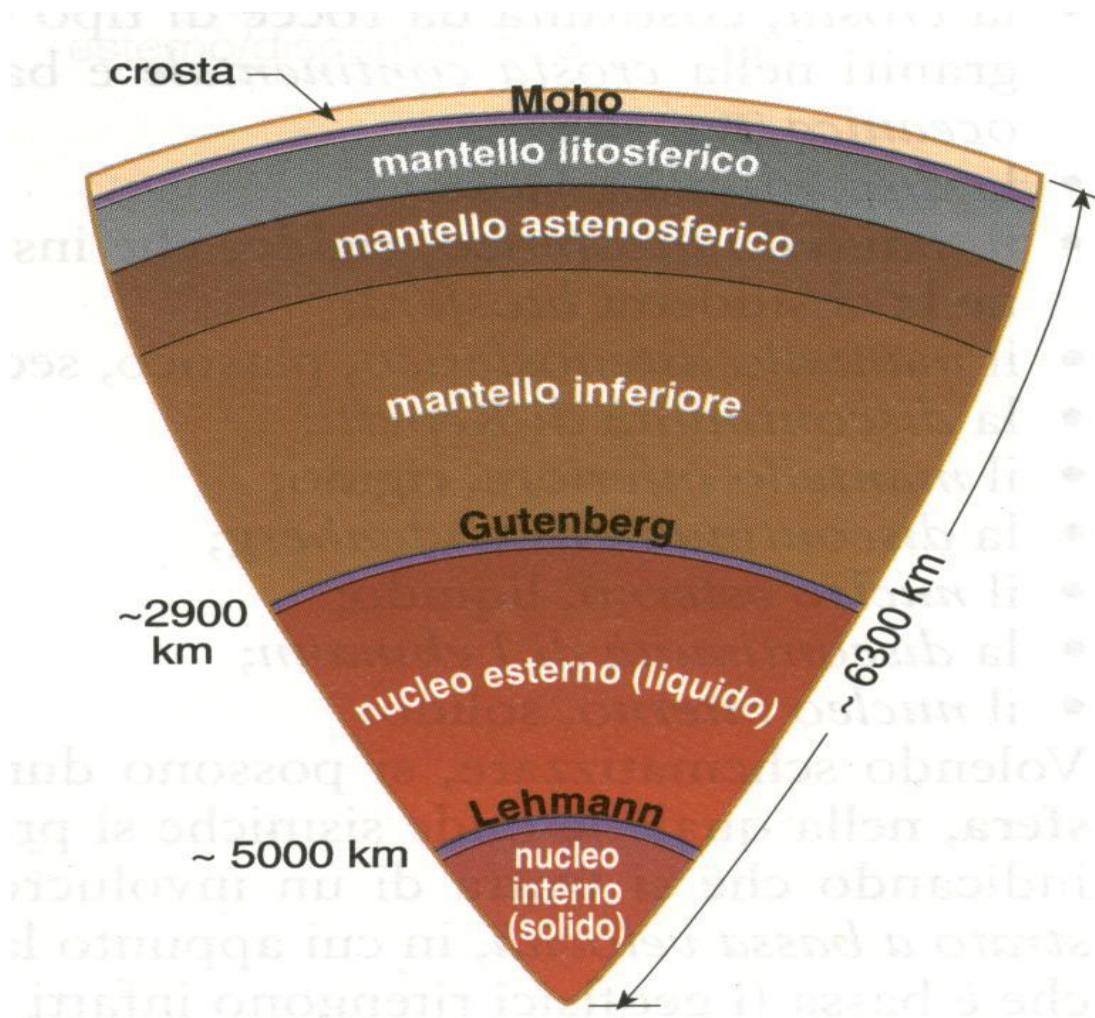
A causa dell'enorme velocità di propagazione, giunte in prossimità della costa le onde si trasformano in gigantesche ondate che si abbattono con inaudita violenza sulla fascia litoranea. Al diminuire delle profondità del mare diminuisce la velocità dell'onda, ma ne cresce l'altezza, e sulle coste si abbattono alte muraglie d'acqua.

INFORMAZIONI DIRETTE DELLA STRUTTURA INTERNA DELLA CROSTRA TERRESTRE



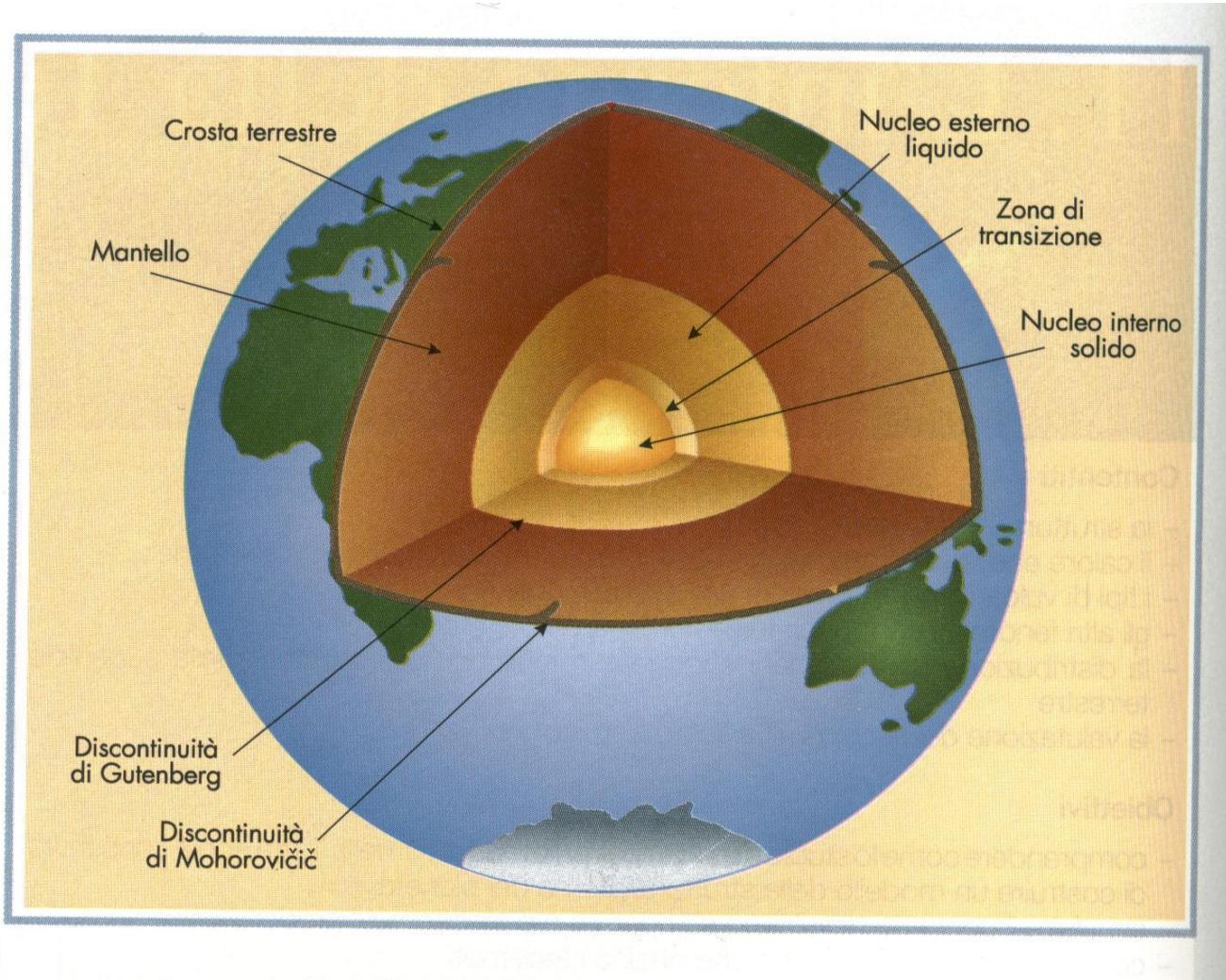
Perforazione profonda 15 Km nella penisola di Kola (Russia).

Gli involucri della Terra e le principali superfici di discontinuità



La struttura interna della Terra è stata identificata e viene studiata in base a dati sismici. Le onde sismiche, infatti portano con sé informazioni sui materiali che attraversano e sulla loro disposizione nello spazio.

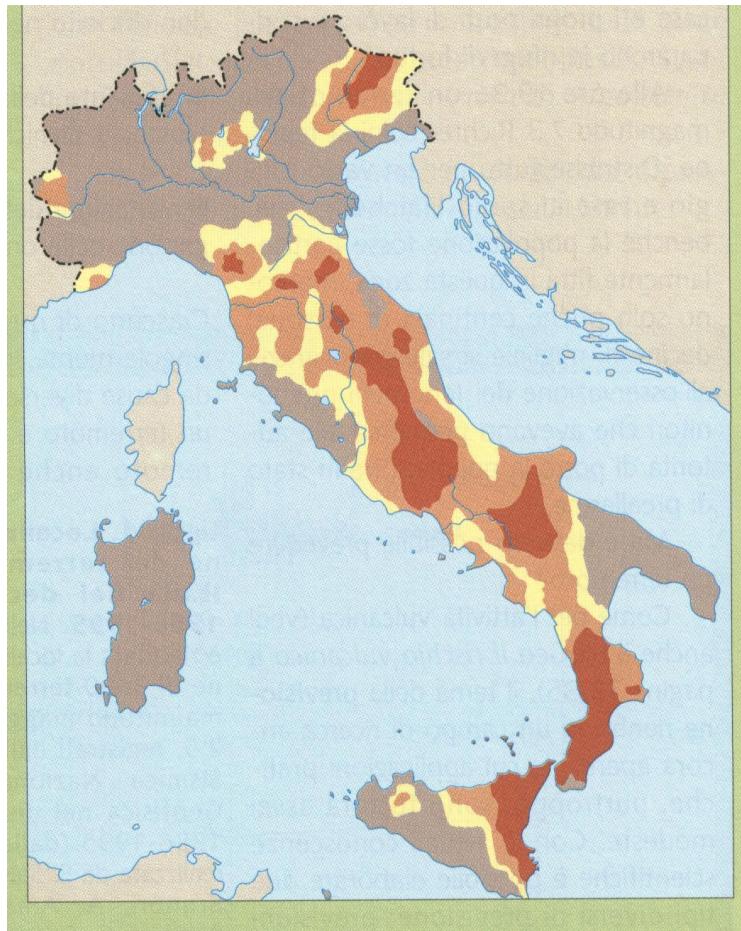
MODELLO INTERNO DELLA TERRA



L'indagine sismica ci fornisce, quindi, un "modello" del pianeta, formato da tre involucri concentrici, fatti di materiali che si comportano in modo diverso nei confronti della propagazione delle onde sismiche

CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA IN ITALIA

(Elaborata dal Progetto Finalizzato Geodinamica del C.N.R.)



Zona in rosso: terremoti con intensità massima superiore all'VIII grado della scala Mercalli

Zone arancio: intensità massima uguale all'VIII grado

Zone in giallo: intensità inferiore all'VIII grado

Zone non colorate: sono prevedibili solo terremoti di bassa intensità

LA DIFESA DAI TERREMOTI

- **PREVISIONE:** (quando e dove si verificherà un terremoto, e con quale intensità)
 - previsione deterministica (fenomeni precursori: deformazioni delle rocce e sollevamento del suolo; variazioni del livello d'acqua nei pozzi; aumento del contenuto di gas radon dissolto nell'acqua delle falde; aumento della frequenza delle microscosse sismiche)
 - previsione statistica (probabilistica): definisce in termini statistici la probabilità che si verifichi un terremoto distruttivo in una data regione entro un dato tempo. Si basa sulla storia passata di una certa regione (cataloghi sismici)
- **PREVENZIONE:**
 - analisi delle caratteristiche sismiche dell'intero territorio (**zonazione sismica**)
 - applicazione di norme di edilizia antisismica da osservare scrupolosamente
 - educazione di massa accompagnata da esercitazioni con simulazione di un evento sismico

Scheda riassuntiva delle fondamentali norme di comportamento durante e dopo un terremoto.

Difendiamoci dal terremoto

IMPARIAMO SIN D'ORA A COMPORTARCI CORRETTAMENTE

Durante il terremoto se siete in casa rimanete in casa e:



cercate protezione dalla caduta di lampadari, mobili e calcinacci, riparandovi sotto un tavolo, un letto o raggiungendo gli angoli della stanza verso i muri maestri dell'edificio



non usate le scale, sono la struttura più fragile della casa

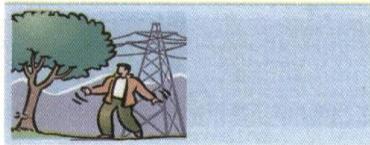


non usate gli ascensori, si possono bloccare per la deformazione delle guide o per mancanza di energia elettrica

Se siete all'aperto rimanete all'aperto e non correrete alcun pericolo:



non sostate lungo i muri delle case, potreste essere colpiti dalla caduta di tegole, cornicioni o camini



allontanatevi da alberi o linee elettriche

Dopo il terremoto

Usate il telefono solo se avete reale necessità di aiuto. Potreste intasare inutilmente le linee telefoniche sottraendo il soccorso a chi ne ha veramente bisogno.

Seguite solamente le indicazioni e le informazioni della protezione civile e diffidate delle notizie non ufficiali.

Sapere prima come comportarsi, a seconda della pericolosità sismica della vostra zona, aiuta dopo.
Informatevi subito presso la vostra Prefettura.

Prefettura di MILANO
Tel. 0277584825



Riservato del Consiglio dei Ministri
DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE

Piccolo promemoria con alcune norme di comportamento fondamentali in caso di terremoto.



Realizzato e diffuso dal Servizio Sismico Nazionale.