

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

Percorsi Abilitanti Speciali

ELABORATO FINALE

Relatore: prof. Athos Maria Callegari
Classe di Abilitazione: A059

Giorgio Magni
Matricola n. 425340

Anno Accademico 2013-2014

INDICE

INDICE	PAG. 3
I TERREMOTI	PAG. 5
LE ONDE SISMICHE	PAG. 7
I SISMOGRAFI	PAG. 8
SCALA MERCALLI – CANCANI – SIEBERG (MCS)	PAG. 10
PGA E PGV	PAG. 11
CONTESTO, PREREQUISITI, OBIETTIVI D'APPRENDIMENTO E STRATEGIE DIDATTICHE	PAG. 13
DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA DEI TERREMOTI	PAG. 18
I TERREMOTI IN ITALIA	PAG. 19
VERIFICA FINALE	PAG. 25
CONCLUSIONI	PAG. 26
BIBLIOGRAFIA	PAG. 27
SITOGRAFIA	PAG. 27

I TERREMOTI

Ai terremoti non v'è rimedio alcuno. Se il cielo ci minaccia con le folgori, pure si trova scampo nelle caverne.... Ma contro i terremoti non vale la fuga, non giovano nascondigli...Francesco Petrarca (1348)

Dopotutto, non è la natura che ha ammucchiato là ventimila case di sei-sette piani... Jean-Jacques-Rousseau. (1756, lettera a Voltaire sul disastro di Lisbona).

Ogni volta che si verifica un evento sismico catastrofico nella mente delle persone riaffiorano queste due frasi di opposte vedute. Da una parte c'è chi sostiene l'ineluttabilità dell'evento, dall'altra chi si rende conto che certe catastrofi non son niente altro che la conseguenza di un'assoluta indifferenza verso i problemi della gestione in sicurezza del territorio.

I terremoti sono legati ai movimenti della crosta terrestre (tettonica a placche), e sono il risultato di tensioni elastiche che si accumulano molto lentamente e si scaricano, improvvisamente, producendo una rottura delle rocce con relativo rilascio dell'energia accumulata

Un terremoto può essere matematicamente rappresentato come un evento che si verifica in un determinato istante " t ", in un certo luogo " x " (individuato da latitudine, longitudine e profondità) e caratterizzato da tutta una serie di parametri " n ".

Esistono molti modi per parametrizzare un terremoto.

Possiamo utilizzare l'insieme delle ampiezze istantanee del moto del suolo registrate da una rete di sismografi per tutta la durata dell'evento sismico. Così facendo, si otterrà sicuramente una fotografia completa dell'evento, ma la mole di dati immagazzinata sarà notevole.

Possiamo raccogliere tutto l'insieme di dati relativi ai danni subiti dalle persone e dalle cose località per località. Anche in questo caso la caratterizzazione dell'evento sismico sarà estremamente dettagliata e utile, soprattutto, dal punto di vista ingegneristico ma, la mole di dati sarà grandissima.

Tuttavia, per operare un'efficace analisi statistica degli eventi sismici, occorre forzatamente eseguire una semplificazione dei vari parametri, ecco perché si usa identificare un sisma con:

un istante t ,

una posizione x ,

una magnitudo M .

La conseguenza di tale semplificazione porta ad una analisi statistica che studia come i terremoti si distribuiscono nel tempo, nello spazio e con quale Magnitudo.

È bene ricordare che la magnitudo è stata introdotta, al fine di trovare una forma oggettiva e quantitativa di grandezza di misurazione di un terremoto, da M. Ishimoto e K. Iida nel 1939 in Giappone e da B. Gutenberg e C.F. Richter nel 1944 negli Stati Uniti. Si basa sull'ampiezza massima dell'oscillazione del suolo ad una distanza fissa dall'epicentro.

In sismologia si usano:

- la magnitudo-momento M_w , che viene calcolata a partire dall'energia effettivamente rilasciata dal sisma. La magnitudine del momento M_w è adimensionale ed è legata, a meno di due costanti, al momento sismico (M_0) all'ipocentro da esprimere in N·m. (Il momento sismico è dato dal prodotto tra area di faglia, la dislocazione e la resistenza delle rocce). Le costanti sono scelte in modo da avere valori simili alle scale precedentemente utilizzate (Scala Richter).
- la magnitudo locale M_L è data dal logaritmo in base dieci del massimo spostamento della traccia del pennino (rispetto allo zero, espresso in micrometri) in un sismografo a torsione di Wood-Anderson standard, se l'evento si fosse verificato a una distanza epicentrale di 100 km.
- la Magnitudo delle onde di volume o Magnitudo delle onde di corpo M_b è una stima dell'energia di un terremoto, fatta usando l'ampiezza delle onde P. Una onda P (o onda longitudinale, o onda di compressione e dilatazione, o di pressione) è un tipo di onda di volume. Essendo il tipo di onda sismica più veloce, è la prima onda di un terremoto ad essere registrata da un sismometro. A causa di ciò, la determinazione della magnitudo delle onde di volume può essere il metodo più rapido per determinare la grandezza di un terremoto avvenuto a lunga distanza dal sismometro.
- la scala della Magnitudo delle onde superficiali M_s è basata sulle misurazioni delle onde superficiali di Rayleigh che viaggiano essenzialmente lungo gli strati più alti della crosta terrestre e caratterizzate da due movimenti, uno verticale e l'altro orizzontale, in modo da descrivere un'ellisse "retrograda". È usata in Cina come uno standard nazionale.
- la Magnitudo di Durata (M_d) è stata introdotta nel 1972 al fine di calcolare la

Magnitudo di terremoti piccoli o moderati a distanza locale o regionale. Il suo calcolo è basato sulla misura della durata del sismogramma.

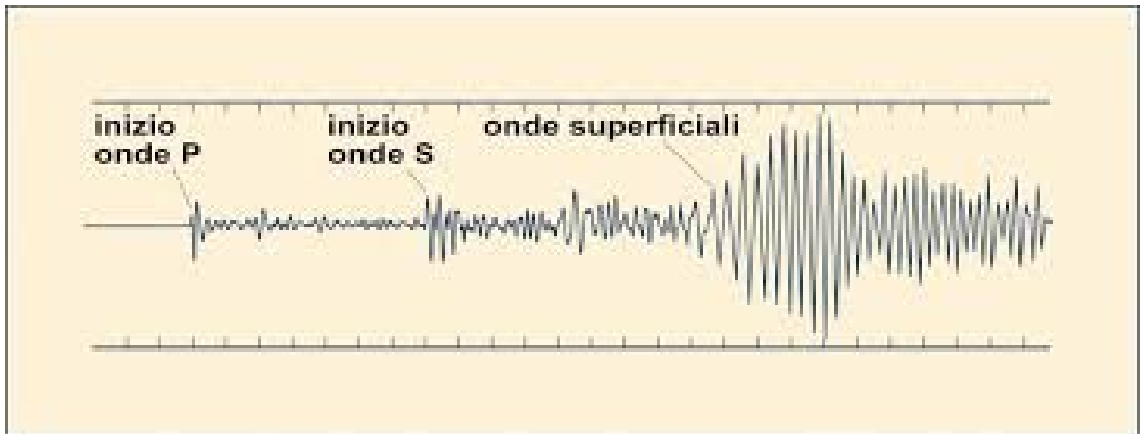


fig.1 Sismogramma. - fonte: ingv.it

Il concetto di base è: maggiore è la Magnitudo di un evento sismico, maggiore sarà la durata della registrazione. Essendo molto semplice e immediato misurare la durata del sismogramma, la Magnitudo di Durata, dal 1980, è entrata nel novero dei parametri che vengono forniti alla Protezione Civile Italiana.

LE ONDE SISMICHE

Il terremoto ha origine nell'ipocentro, posto a profondità variabili nel sottosuolo, mentre il punto sulla superficie terrestre posto sulla verticale dell'ipocentro, prende il nome di epicentro. Dall'ipocentro si propagano vari tipi di onde sismiche:

- le onde longitudinali, dette primarie o onde P, sono le più veloci. La loro deformazione coincide con la direzione di propagazione dell'onda stessa, che è di compressione e dilatazione, si propaga nei solidi, nei liquidi e nei gas.
- Le seconde onde di propagazione prendono il nome di onde S o secondarie o trasversali o di taglio. La deformazione avviene perpendicolarmente alla direzione di propagazione dell'onda stessa. Sono più lente delle onde P, non si propagano nei liquidi.

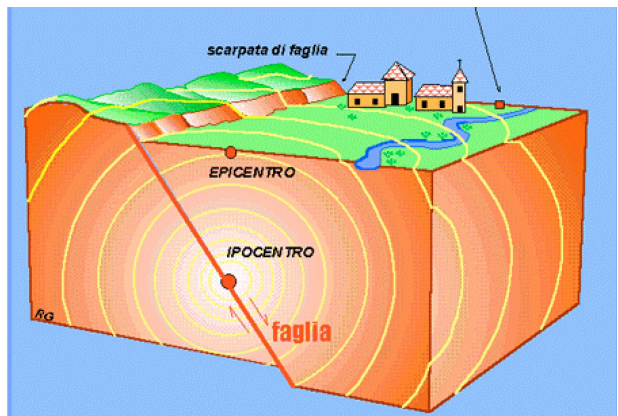


fig.2 Ipocentro e epicentro – fonte: Comune Desenzano sul Garda

Molto devastanti sono le onde superficiali di Love e di Rayleigh.

Le prime si propagano superficialmente e vengono rilevate da un sismografo posto a 90 gradi rispetto alla direzione di propagazione dell'onda sismica. Altrettanto devastanti sono le altre onde superficiali, quelle di Rayleigh, che generano una deformazione della superficie del terreno con due componenti: una verticale e l'altra orizzontale, generando, come già accennato, un'onda "retrograda" molto pericolosa per le costruzioni.

La velocità delle onde P e quelle delle onde S sono strettamente legate alle caratteristiche elastiche, alla resistenza del mezzo, alla variazione di forma e alla densità del mezzo stesso attraversato.

Come abbiamo già detto le onde trasversali S si propagano meno velocemente che le onde longitudinali P con una relazione data dalla formula: $V_p = \sqrt{3} V_s$

È opportuno ancora dire che le velocità delle onde sismiche dipendono da numerosi fattori quali: porosità, tessitura, compattezza, alterazione, profondità ed età delle formazioni rocciose.

I SISMOGRAFI

Lo strumento che viene utilizzato per registrare i fenomeni sismici prende il nome di sismografo (dal greco *seismos*, scuotimento e *graphos* scrivo).

Il sismografo rileva il tempo di inizio e fine di un terremoto, l'intensità e la direzione dello stesso, l'energia e il tipo di onde sismiche che si propagano nel terreno circostante la stazione di rilevamento.

Il suo meccanismo si basa, sostanzialmente, sul principio di funzionamento del pendolo. In modo sintetico e schematico il sismografo è costituito da:

- una base solidale con il terreno che si muove, quindi, seguendo il movimento del terreno stesso;
- un pendolo, sospeso ad un'asta per mezzo di una molla che smorza le oscillazioni dovute ai movimenti di rotazione terrestre;
- un pennino, collegato al pendolo che tocca e scrive su un cilindro di carta millimetrata ruotante.

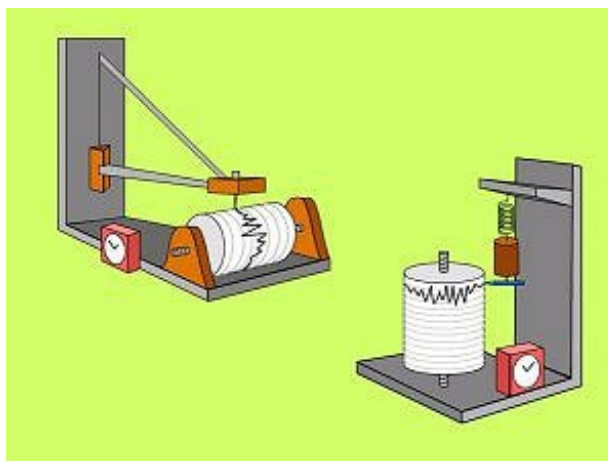


fig.7 sismografo - fonte: sismolab.it

Poiché le onde possono arrivare da diverse direzioni, servono almeno tre sismografi in grado di registrare le oscillazioni secondo le tre direzioni dello spazio.

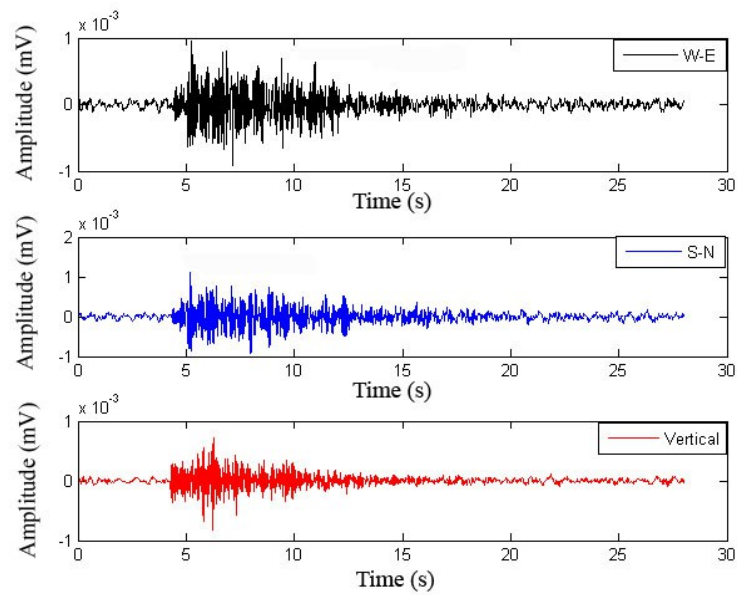


fig.8 sismogramma nelle tre dimensioni dello spazio - fonte: it.wikipedia.org

Curiosa è l'origine legata all'invenzione del primo sismografo attribuita al cinese Zhang Heng (132 d.C.). È costituito da un'anfora con, all'interno, un pendolo che, se messo in oscillazione da una scossa sismica, urtava alcune delle otto levette disposte tutto intorno all'anfora. Ad ognuna di esse era collegata la riproduzione di un piccolo drago che, se urtata, ne apriva la bocca, facendo cadere la pallina contenuta nel recipiente sottostante. La pallina, cadendo, faceva un rumore metallico, che fungeva da allarme. Con questo strumento si poteva capire solo



fig.9 Sismografo di Zhang Heng (132 d.C.) - fonte it.wikipedia.org

la direzione della scossa, ma non l'intensità, la durata e altre caratteristiche che la lettura dei sismogrammi attuali ci permette di fare; quindi, sarebbe forse più giusto considerarlo al limite uno sismoscopio (è un apparecchio in grado di segnalare un terremoto, ma non di misurare o registrare tutte le sue caratteristiche, l'invenzione viene attribuita all'abate astigiano Atanasio Cavalli).

Quando non vi erano ancora gli strumenti per registrare e misurare i terremoti, i sismologi stimavano la grandezza di un terremoto osservandone gli effetti, come ad esempio il crollo di un comignolo o la caduta di un ponte, di un campanile ecc.... Nacquero, così, le prime classificazioni dei terremoti in base ai loro effetti.

SCALA MERCALLI-CANCANI-SIEBERG (MCS)

Deriva dalla precedente, e più semplice, scala Rossi – Forel suddivisa in 10 gradi (1873), fu corretta e riveduta da Mercalli (sismologo di fama mondiale) nel 1909 e, successivamente da Cancani (fisico) e da Sieberg (geofisico tedesco).

Questa scala misura l'intensità di un terremoto basandosi sugli effetti che esso produce su persone e cose. Non si basa su grandezze fisiche misurate oggettivamente e, questo ne fa un limite nella sua applicabilità a libello globale. Risulta impossibile, con questo tipo di scala, poter confrontare eventi sismici diversi posti in località diverse, dove strutture e manufatti hanno materiale da costruzione diversi. L'unico piccolo vantaggio è che, non basandosi su grandezze fisiche quali magnitudo, velocità, accelerazione, ampiezza e periodo di onde ci permette una primitiva classificazione dell'evento sismico anche in as-

senza di strumentazione specifica diventando, così, facilmente interpretabile dalla popolazione.

Grado	Scossa	Descrizione
I	impercettibile	Avvertita solo dagli strumenti sismici
II	molto leggera	Avvertita solo da qualche persona in opportune condizioni
III	leggera	Avvertita da poche persone. Oscillano oggetti appesi con vibrazioni simili a quelle del passaggio di un'automobile
IV	moderata	Avvertita da molte persone; tremito di infissi e cristalli, e leggere oscillazioni di oggetti appesi
V	piuttosto forte	Avvertita anche da persone addormentate; caduta di oggetti
VI	forte	Qualche leggera lesione negli edifici e finestre in frantumi
VII	molto forte	Caduta di fumaioli, lesioni negli edifici
VIII	rovinosa	Rovina parziale di qualche edificio; qualche vittima isolata
IX	distruttiva	Rovina totale di alcuni edifici e gravi lesioni in molti altri; vittime umane sparse ma non numerose
X	completamente distruttiva	Rovina di molti edifici; molte vittime umane; crepacci nel suolo
XI	catastrofica	Distruzione di agglomerati urbani; moltissime vittime; crepacci e frane nel suolo; maremoto
XII	apocalittica	Distruzione di ogni manufatto; pochi superstiti; sconvolgimento del suolo; maremoto distruttivo; fuoriuscita di lava dal terreno

Per sopperire a queste lacune di conversione con le scale più oggettive di carattere scientifico, si è pensato di modificare la scala Mercalli-Cancani-Sieberg in quella che prende il nome di Scala Mercalli modificata (MM). Quest'ultima associa l'intensità locale del terremoto con grandezze fisiche misurabili come la PGA (accelerazione di picco al suolo) o la PGV (velocità di picco al suolo).

PGA E PGV

Le onde sismiche provocano, come sappiamo, un movimento orizzontale così come un movimento verticale del suolo. L'accelerazione e velocità di questo spostamento dipendono dalla lunghezza della frattura, dalla distanza dalla faglia e dalla geologia del sottosuolo. Generalmente l'accelerazione diminuisce con l'aumentare della distanza dalla frattura. Per calcolare il picco di accelerazione si fa riferimento allo spostamento orizzontale del suolo. L'accelerazione (PGA) è data come frazione o multiplo dell'accelera-

zione di gravità, $g = 9.81 \text{ ms}^{-2}$.

Il picco di velocità (PGV) è calcolato in cm/s., fa riferimento al movimento orizzontale del terreno. Normalmente il modello di velocità ricavato riflette la geometria della frattura. Le velocità più alte si manifestano nelle vicinanze della frattura stessa e nella direzione di propagazione. Di regola forti danni a strutture elastiche sono correlati con alte velocità.

Intensità	Scossa	PGA in g	PGV in cm/s	Danni potenziali
I	impercettibile	<0,0017	<0,01	Nessuno
II - III	leggera	0,0017 - 0,014	0,01 - 1,1	Nessuno
IV	moderata	0,014 - 0,039	1,1 - 3,4	Nessuno
V	piuttosto forte	0,039 - 0,092	3,4 - 8,1	Molto lievi
VI	forte	0,092 - 0,18	8,1 - 16	Lievi
VII	molto forte	0,18 - 0,34	16 - 31	Moderati
VIII	rovinosa	0,34 - 0,65	31 - 60	Moderati - Gravi
IX	distruttiva	0,65 - 1,24	60 - 116	Gravi
X+	completamente distruttiva	>1,24	>116	Molto Gravi

In Europa, nel tentativo di mettere ordine tra le varie scale esistenti, e di rendere più affidabile l'uso delle procedure per l'assegnazione del grado di intensità si è creata la European Macroseismic Scale, Scala Europea Macrosismica (EMS - 98).

La Commissione Sismologica Europea, dopo una lunga sperimentazione, raccomandò l'adozione di tale scala da parte di tutti gli Stati membri. La Scala Macrosismica Europea ha 12 suddivisioni:

Suddivisioni	
1. Non avvertito	Non avvertito, nemmeno nelle più favorevoli circostanze.
2. Avvertito raramente	La vibrazione è sentita in casa solo da alcuni individui a riposo, specialmente ai piani superiori degli edifici.
3. Debole	La vibrazione è debole ed è avvertita in casa da poche persone. La gente a riposo avverte un'oscillazione o un leggero tremore.
4. Ampiamente rilevato	Il terremoto è sentito in casa da molte persone, mentre all'esterno è avvertito da pochissime. Poche persone sono svegliate. Il livello di vibrazione non è spaventoso. Finestre, porte e piatti vibrano. Oggetti appesi oscillano.
5. Forte	Il terremoto è avvertito in casa da molti, fuori da pochi. Molte persone vengono svegliate. Poche persone corrono fuori. Gli edifici tremano da un capo all'altro. Gli oggetti appesi oscillano in modo considerevole.

	Porcellane e bicchieri producono all'unisono rumori d'acciottolio. La vibrazione è forte. Oggetti sbilanciati per il loro maggior peso nella parte superiore cadono giù. Porte e finestre si aprono e chiudono.
6. Leggermente dannoso	Avvertito in casa dalla maggioranza delle persone e da molte fuori. Molta gente negli edifici è spaventata e corre fuori. Cadono piccoli oggetti. Danni superficiali agli edifici ordinari; per esempio, sottili crepe nell'intonaco con caduta di piccoli pezzi.
7. Dannoso	La maggior parte delle persone spaventata corre fuori dalle case. Gli arredi sono spostati e gli oggetti cadono dai ripiani in gran numero. Molte costruzioni ordinarie subiscono danneggiamenti moderati: piccole crepe nei muri; parziale collasso dei comignoli.
8. Fortemente dannoso	Gli arredi possono essere rovesciati. Molti edifici ordinari patiscono danni: i comignoli cadono; ampie crepe appaiono nei muri e alcuni edifici possono parzialmente collassare.
9. Distruttivo	Monumenti e colonne cadono o sono distorte. Molti edifici ordinari collassano parzialmente mentre alcuni collassano completamente..
10. Molto distruttivo	Molti edifici ordinari collassano
11. Devastante	Molti edifici ordinari collassano, i più resistenti vengono gravemente danneggiati.
12. Completamente devastante	Praticamente tutte le strutture sopra e sotto la terra sono pesantemente danneggiate o completamente distrutte.

CONTESTO, PREREQUISITI, OBIETTIVI D'APPRENDIMENTO E STRATEGIE DIDATTICHE

Da quanto sopra descritto in modo essenziale e, forse, dal punto di vista scientifico non del tutto rigoroso, si evidenzia la complessità della materia.

Dal punto di vista storico la comprensione delle cause dei terremoti è relativamente recente (metà Ottocento), è una scienza nuova non del tutto esplorata, che presenta ancora molte incognite.

Sorge, ora, il problema di come far capire ed appassionare, gli studenti delle scuole secondarie di primo grado, alla parte più teorica e oggettivamente più noiosa e difficile, mantenendo il più possibile rigorosa scientificamente la lezione, pur con le opportune semplificazioni dovute alla loro giovane età.

La strategia più efficace, a tal fine, potrebbe essere quella dell'attività laboratoriale che può spaziare dalla costruzione di semplici modellini di faglia, con materiali diversi, all'utilizzo di software informatici per simulare i terremoti. L'alunno diventa così soggetto attivo che formula le proprie ipotesi, le sperimenta e le confronta con i compagni, argomentando le proprie scelte. Tutto ciò, ovviamente, dovrà tener conto che le teorie da

proporre dovranno essere necessariamente semplificate.

A questo proposito concordo con la metafora che il prof. Claudio Longo fa nel suo libro “Didattica della biologia” che definisce l'insegnamento nelle scuole secondarie di primo grado come un “aprire porte e lasciar guardar dentro per vedere di cosa si tratta... Nelle scuole superiori si approfondiranno molti argomenti appena intravisti: intanto l'allievo sa che questi argomenti esistono e si è procurato le premesse mentali per esplorarli più tardi”.

Questo “aprire porte” non deve essere confuso con il termine “infarinatura” ma deve assumere il significato di indirizzare, guidare nel modo giusto, la conoscenza che verrà acquisita nel quinquennio delle scuole superiori; mentre l'infarinatura richiama a concetti volatili, che non lasciano traccia di sé.

I ragazzi, ma d'altronde anche gli adulti, sono attratti dalle catastrofi. Infatti le “immagini di calamità naturali, specialmente se diffuse in tempo reale, catalizzano la nostra attenzione al di là dell'aspetto spettacolare o dell'interesse della scienza: c'è qualcosa di atavico, una radice antica che ci obbliga ad osservare il disastro con il sollievo di averla fatta franca”.¹

Questa loro attrazione è una risorsa importante per noi insegnanti.

Il passo successivo è far capire che le scosse sismiche violente, capaci di distruggere case e palazzi, diventano catastrofi per colpa dell'uomo. Una adeguata e corretta pianificazione territoriale significherebbe una diminuzione del rischio, ma anche imposizioni di vincoli rigidi che scardinerebbero i consueti legami fra politica e interessi affaristici malavitosi ormai radicate nel nostro paese.

Le cronache giudiziarie hanno messo in evidenza che sulle ricostruzioni si fanno più affari che con gli interventi di prevenzione. È per questo motivo che i geologi, soprattutto quelli onesti e disinteressati, non vengono mai interpellati né prima né dopo. Ciò è dovuto, anche, a un vuoto legislativo, mai colmato: la figura del geologo non è vincolante ai fini dell'attuazione dei vari piani regolatori.

Anche la vera e propria orgia di grandi opere, che sono sempre più sinonimo di grandi organizzazioni criminali, di grandi tangenti e di grandi corruzioni, non potranno che accelerare alcuni processi naturali che, inevitabilmente, porteranno all'incremento delle catastrofi. Purtroppo sul degrado naturale e sullo scempio ambientale si guadagna facendo leva, soprattutto, sull'ignoranza; quindi per combattere ciò occorre lavorare sulle nuove

¹ MARIO TOZZI, *Catastrofi. Dal terremoto di Lisbona allo Tsunami del Sudest asiatico: 250 anni di lotta tra l'uomo e la natura*, Ed. Rizzoli, 2005. p.12

generazioni e dotarle di una cultura scientifica, specialmente in chiave ambientale.

Nei ragazzi della scuola secondaria di primo grado, le capacità di ragionamento astratto non sono ancora completamente sviluppate. È necessario, quindi, l'utilizzo di un'esperienza pratica per spiegare i difficili concetti teorici, perché altrimenti l'alunno non riuscirà a padroneggiare totalmente le sue conoscenze.

Le indicazioni ministeriali raccomandano come "traguardi per lo sviluppo delle competenze al termine della scuola secondaria di primo grado" la sperimentazione in laboratorio e all'aperto.

Infatti, attraverso le attività di laboratorio, gli allievi possono "vedere" e soprattutto agire, possono provare a capire" lo svolgersi dei più comuni fenomeni, ne immaginano e ne verificano le cause, ricercano le soluzioni ai problemi utilizzando le conoscenze acquisite"².

Questo permette ai ragazzi di lavorare in modo attivo sugli argomenti da trattare, rendendoli così partecipanti attivi e non spettatori passivi delle lezioni.

Per tale lavoro si ipotizza come classe di riferimento, una classe terza della scuola secondaria di primo grado.

Prerequisiti

- Conoscere il concetto di trasformazione di energia;
- conoscere la struttura interna della Terra;
- conoscere la tettonica a zolle e i fenomeni ad essa collegati;
- conoscere il concetto di velocità di un'onda;
- conoscere i principali concetti della geologia stratigrafica.

2 ANNALI DELLA PUBBLICA ISTRUZIONE, *Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione*. Ed. Le Monnier, 2012. pp.69

Obiettivi di apprendimento

- conoscere le cause e le modalità di propagazione dei terremoti;
- conoscere i vari tipi di onde sismiche;
- conoscere le principali scale di misurazione di un evento sismico;
- conoscere e saper individuare il rischio sismico della propria provincia e regione;
- conoscere le principali attività di prevenzione sismica.

Strategie didattiche

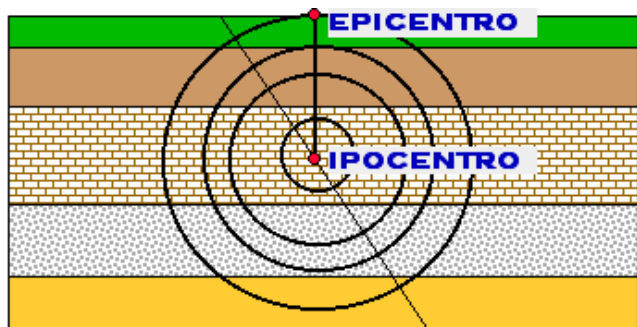


fig.3 ipocentro e epicentro - fonte: digilander.libero.it

Per spiegare il concetto di ipocentro e epicentro si potrebbe ipotizzare una costruzione tridimensionale, utilizzando materiale facilmente reperibile e a costo zero come la gommapiuma o materiale simile, come i materiali di plastica espan-

sa per l'imbottitura delle confezioni, opportunamente colorata per simulare strati e formazioni geologiche.



fig.4 www.pavesi.it

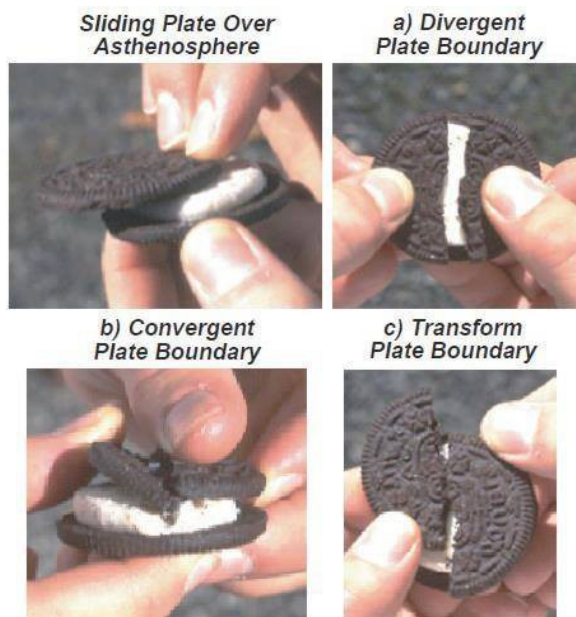
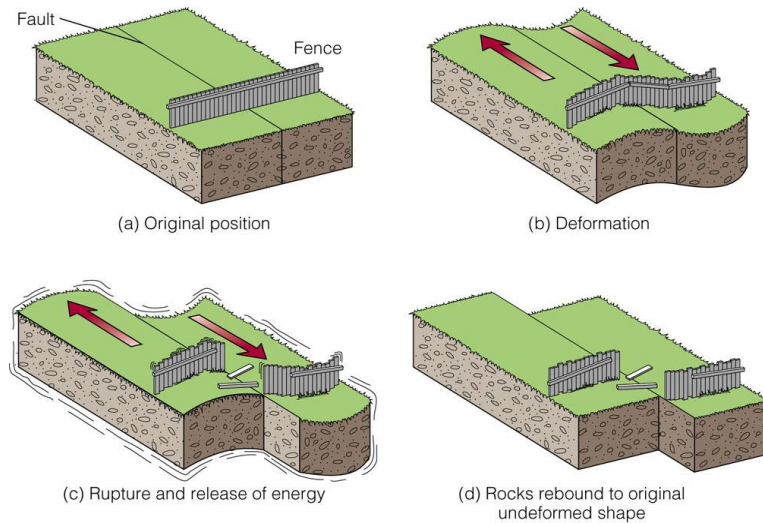


fig.5 fonte:

Sempre con la medesima tecnica diventa facile riuscire a far realizzare ai ragazzi i modellini tridimensionali, magari anche di carta, sulla falsariga dei solidi geometrici, al fine di rappresentare i vari tipi di faglia.

Un'alternativa, forse dal punto di vista didattico meno appropriata ma, molto coinvolgente e «golosa», è quella di visualizzare i vari tipi di faglie con una nota marca di biscotti italiana.

I ragazzi con questi modellini riescono a capire che le masse rocciose in profondità sono sottoposte ad intense forze che le deformano progressivamente. Quando queste masse rocciose, come tutti gli oggetti rigidi, arrivano alla soglia di rottura, non sopportano più tali deformazioni, si fratturano; in quell'attimo le forze in atto superano la forza di attrito nel punto di debolezza. Tutta



© 2008 Brooks/Cole - Thomson

fig.6 modello teorico della genesi dei terremoti - fonte Brooks/Cole - Thomson

l'energia accumulata si libera irradiando le onde sismiche. I blocchi scorrono l'uno rispetto all'altro, lungo la linea che viene chiamata linea di faglia, in genere in pochi secondi, fino a raggiungere una nuova posizione di equilibrio.

Per cercare di far capire ai ragazzi che la sorgente sismica non irradia la stessa quantità di energia in tutte le direzioni (concetto che, purtroppo è ancora introvabile nei libri di testo delle scuole secondarie di primo grado) torna utile l'esperimento utilizzando un grosso cubo di gommapiuma. Se lo si incide solo superficialmente, e si spingono i due lati in direzioni opposte e parallele alla fenditura eseguita, si noterà che zone in cui la gommapiuma viene compressa si alternano a zone in cui viene dilatata. Si avranno così due quadranti di compressione alternati a due quadranti di dilatazione. Questo, riproduce ciò che avviene durante un terremoto, infatti, le prime onde sismiche irradiate mostrano una distribuzione di compressioni e dilatazioni nello spazio circostante, con massimi e minimi di ampiezza in ogni quadrante.

Altro software che potrebbe essere utile per rappresentare almeno le forze di attrito, che entrano in gioco in questo fenomeno è "Algodoo": si darebbe libertà d'azione ai ragazzi nel rappresentare tutti i tipi di faglia: diretta, inversa, trascorrente e trasforme.

DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA DEI TERREMOTI

I ragazzi dovrebbero avere già come prerequisito le nozioni derivanti dalla teoria della “Deriva dei continenti” e dalla successiva “Teoria della Tettonica a Zolle o a Placche”.

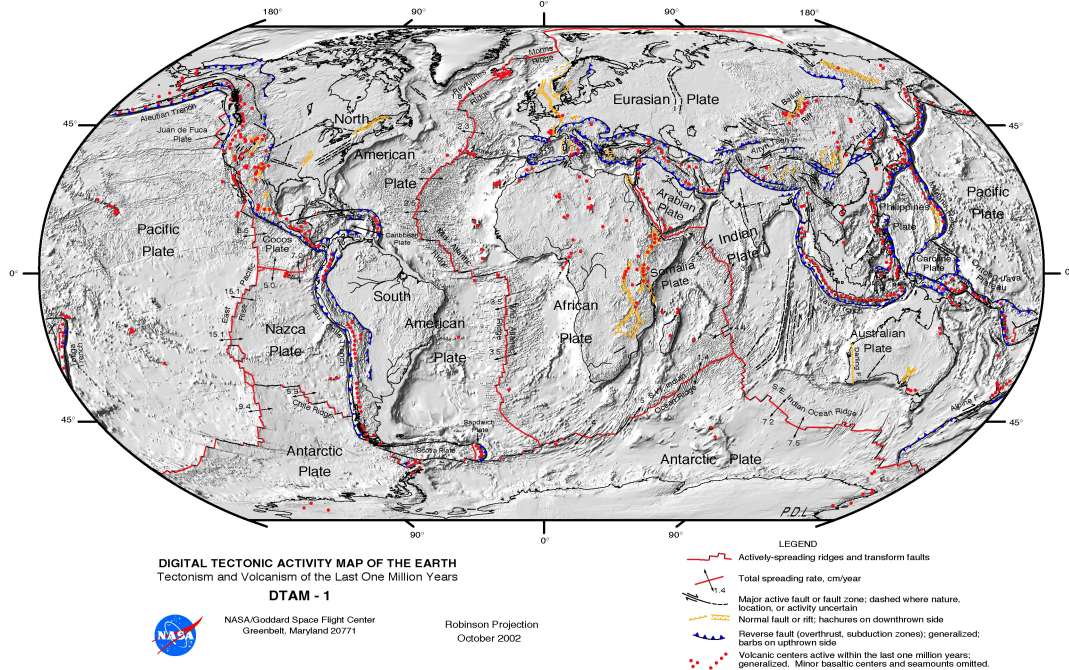


fig.10 Attività tettonica e vulcanica del pianeta Terra - fonte: nasa.gov

Da queste teorie si ricava che la distribuzione geografica dei terremoti (come del resto quella dei vulcani) non è casuale ma è localizzata, prevalentemente, lungo i margini delle placche tettoniche. I ragazzi sanno già che le zone prevalenti dei fenomeni sismici ricadono nelle zone di subduzione, dove si ha consunzione di materiale crostale e nelle zone di Rift, dove si ha formazione di nuovo materiale crostale. Per quanto riguarda la zona di subduzione, i terremoti sono localizzati, principalmente, lungo una superficie che prende il nome di “piano di Benioff” in onore dello scienziato che, per primo, ne ha individuato l'importanza.

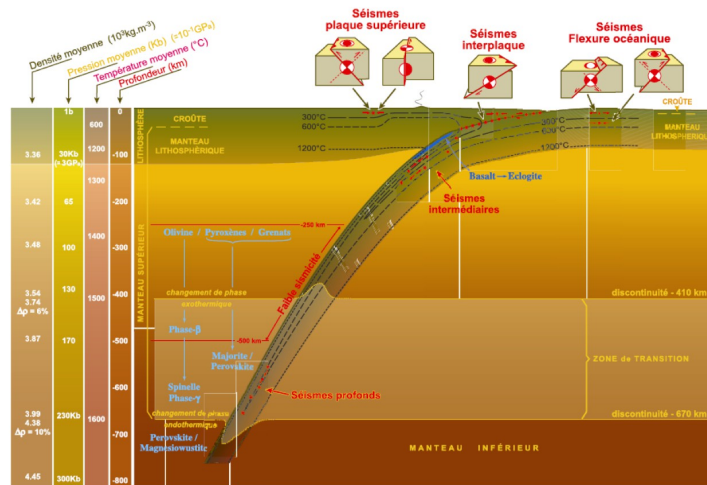


fig.11 Piano di Benioff - fonte: unimeteo.net

Una puntualizzazione: riguardo i terremoti intraplacca, cioè quei terremoti che avvengono all'interno di una placca tettonica, in zone considerate non a rischio sismico perché molto distanti da un margine di placca.

I TERREMOTI IN ITALIA

Visto la complessità geologica del territorio italiano, occorre eseguire una drastica riduzione dei contenuti, sempre ricordandosi della giovane età dei ragazzi, senza, tuttavia, perdere le nozioni scientifiche principali. Da segnalare che, per quanto riguarda la trattazione e lo studio della geologia e della geofisica italiana, praticamente tutti i libri di testo delle scuole secondarie di primo grado sono, da sempre, carenti.

In estrema sintesi tutta l'area attuale del Mediterraneo occidentale ha avuto un'evoluzione geodinamica caratterizzata dall'azione di due grandi placche:

- Placca Europea;
- Placca Africana.

Della placca Europea fanno parte l'Iberia (corrispondente all'attuale Spagna), il futuro continente Sardo-Corso e le future Alpi.

Alla placca Africana, invece, compete l'Insubria (detta anche «Adria» o «Apulia» o «Placca Italo-Dinarica») che sarà coinvolta nella formazione dei futuri Appennini.

Quest'ultima rappresenta una sorta di promontorio del paleocontinente africano; ed è corrispondente, in gran parte, all'attuale penisola italiana.

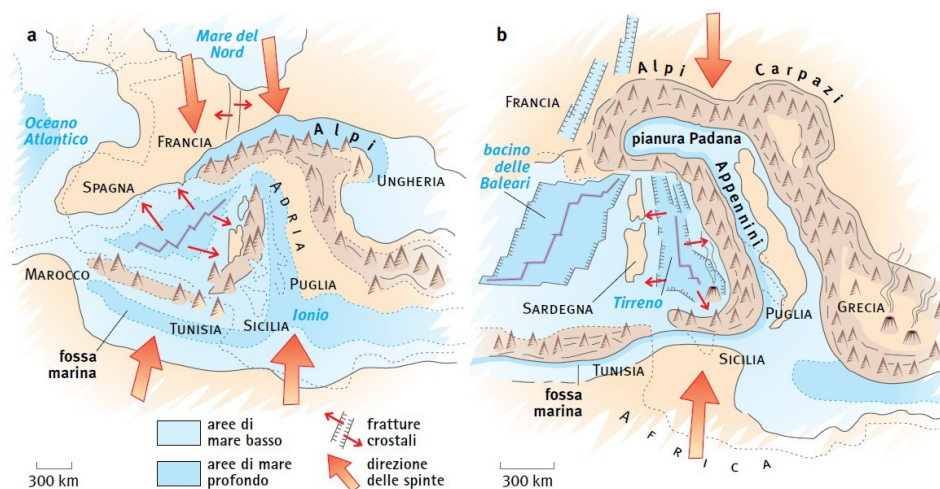


fig.12 Placca africana (Adria) e placca europea - fonte: blog.focus.it

A tal proposito per meglio far capire ai ragazzi questi aspetti geodinamici si potrebbe eseguire questa semplice attività laboratoriale:

Si prende una scatola di plastica trasparente, si stende un sottile strato di sabbia (circa 1,5-2 cm) alternato a uno di farina o gesso in polvere, si ripete l'operazione due o tre volte. Questi strati alternati di sabbia e farina/ gesso rappresentano un bacino sedimentario formato da materiali trasportati dai fiumi, che scendono dalle circostanti montagne e depositati sotto il livello del mare. Il movimento tettonico di una placca verrà simulato dalla spinta della paletta. Gli strati iniziano a piegarsi ed a sollevarsi. Se sulla scatola tracciamo una linea che simula il livello del mare, vedremo che le nostre pieghe arrivano a supe-

rarla. La sabbia, che rappresenta le rocce del fondale marino, è emersa ed ora rappresenta una catena montuosa. È quello che è successo all'Himalaya ma anche al nostro Appennino.

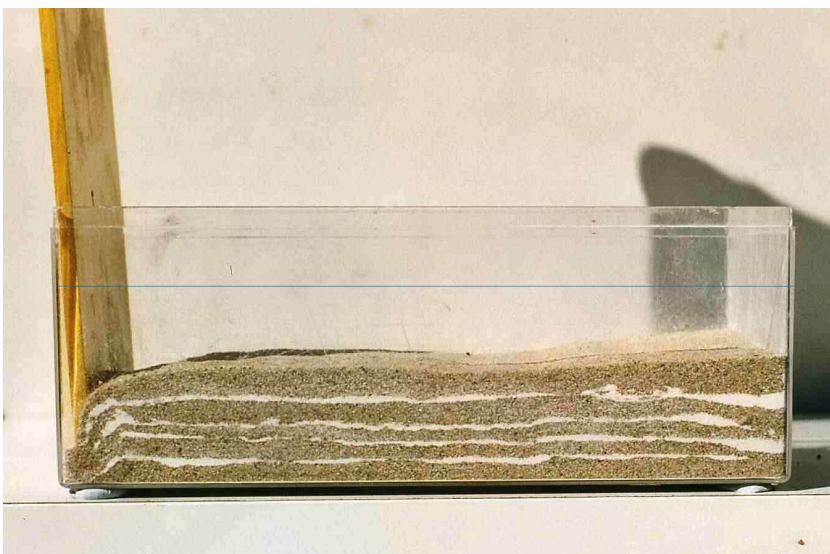


fig.13

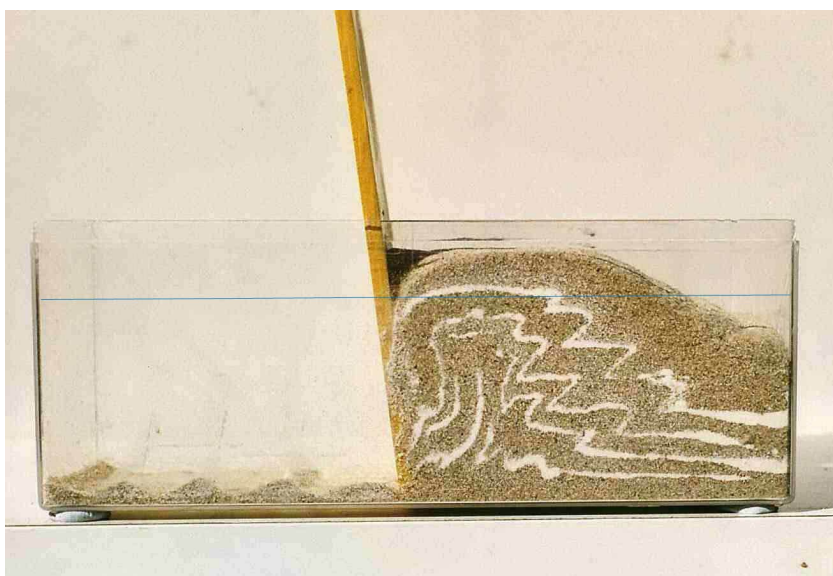


fig.14

Noi italiani, nonostante la raccolta dei dati storici, riguardanti i terremoti nazionali, sia molto antica e dettagliata, abbiamo dimostrato e, purtroppo continuiamo a dimostrare una certa “memoria corta” e “di non imparare dagli errori del passato”.

“La convinzione che i terremoti avessero la tendenza a manifestarsi negli stessi luoghi e che vi fossero luoghi più sismici di altri è molto antica: la troviamo già ben enucleata nel mondo classico e ripresa nel Cinquecento. L'accadimento di un terremoto distruttivo stimolava la raccolta di informazioni su precedenti terremoti: ciò interessava in particolare i filosofi naturali, perché quei dati contrastavano in parte con le spiegazioni morali e religiose che venivano diffuse dopo un terremoto, interpretato come un segno, la rottura di un equilibrio fra la comunità umana e la divinità, quindi come un fenomeno emanato direttamente da Dio.”³

Eppure come dice Gian Antonio Stella in un articolo del 2012, riprendendo gli interessanti studi effettuati da Emanuela Guidoboni e da Gianluca Valentini, “l'Italia non ha imparato nulla da un secolo e mezzo di terremoti. Colpite le stesse zone. Stessi errori su prevenzione e ricostruzione. «H iiii! Volete portare jella?» Così rispondono gli abusivi ad Aldo De Chiara, se il magistrato che combatte gli obbrobri edilizi di Ischia ricorda loro il terremoto catastrofico del 1883. Ma è l'Italia tutta che non vuole sapere, non vuole ricordare, non vuole affrontare il tema. Pur avendo avuto in media, dall'Unità ad oggi, almeno 1333 morti l'anno sotto le macerie dei disastri sismici. Sei volte i morti dell'Aquila.”

Partendo dalla lettura di questo articolo ho proposto ai ragazzi una ricerca sui terremoti nella storia.

A conferma di questa scarsa memoria storica vi sono i recenti esempi dei terremoti in Abruzzo e in Emilia.

Gli alunni sono rimasti colpiti dal fatto che, L'Aquila, così duramente colpita nel 2009, ha vissuto in passato eventi sismici di notevole intensità. È del 2 febbraio 1703, “il più forte terremoto noto alle fonti storiche che abbia interessato il settore aquilano dell'Appennino centrale.”

Tale terremoto provocò “forti danneggiamenti a nord di L'Aquila, e in particolare ad Arischia, Pizzoli e Barete cui è stata attribuita l'intensità X della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS).”... “Più lunga e localizzata in buona parte a nord di L'Aquila è la faglia che ha generato il terremoto del 1703, più corta e posizionata a sud di L'Aquila quella che ha causato il terremoto del 2009.”

3 EMANUELA GUIDOBONI, ENZO BOSCHI. *I grandi terremoti in Italia. Le Scienze quaderni n. 59* aprile 1991. pag.31

Da notare anche che, “dall’analisi dell’intensità massima legata al terremoto del 1703 si deduce che l’energia rilasciata è superiore a quella del terremoto del 2009. Confrontando, infatti, le magnitudo Mw attribuite, 6.7 al 1703 e 6.2 al 2009, si evince che il terremoto 1703 ha rilasciato un’energia più di 5 volte maggiore di quella del terremoto del 2009.”

Ai ragazzi è sorta spontanea una domanda:

Come possono essere crollate, provocando morti, le strutture abitative moderne?

A proposito del sisma in Emilia Romagna, gli alunni hanno avuto la conferma che i territori colpiti dalla sequenza sismica di maggio-giugno 2012 erano già stati interessati in passato da eventi sismici di pari intensità.

La storia sismica della Pianura Romagnola ha, infatti, rilevato che molte città furono colpite dal sisma del 1117 con epicentro nell'area attorno a Verona e magnitudo 6,6 e del 1222 con epicentro nel basso bresciano con magnitudo 5,84. La città di Ferrara, come dimostrano le fonti presenti negli archivi storici, è stata interessata da terremoti con effetti di intensità pari, e anche superiore, al VII grado della scala Mercalli-Cancagni-Sieberg (MCS). L’evento più importante per l’area ferrarese, è quello del 1570, a seguito del quale sono stati osservati effetti fino al grado VIII (“scossa rovinosa”).

E sul nostro territorio?

I ragazzi hanno trovato in provincia di Pavia ed Alessandria parecchi terremoti sia storici che recenti:

- 9 ottobre 1828 in Valle Staffora pari 8 gradi della Scala Mercalli
- giugno 1945 in Valle Staffora (a Bagnaria) magnitudo 5,15
- dicembre 1945 in Valle Staffora (a Bagnaria) magnitudo 4,78
- 11 aprile 2003 a Sant'Agata Fossili (AL) 4,7 Richter
- 21 novembre 2013 tre terremoti localizzati tra le province di Alessandria e Pavia con ML 3.1 (ore 11.34), ML 3.8 (ore 11.36), ML 2.5 (ore 11.40)

Osservando la distribuzione dei terremoti storici riportati nel catalogo CPTI, si osserva un allineamento di epicentri lungo quella linea che in geologia è nota come Villavernia -Varzi – Ottone - Levante, un elemento strutturale di primo ordine che secondo molti autori rappresenta il limite tra l’Appennino Settentrionale e le Alpi. Di fatto coincide con la terminazione a nord dell’Appennino che, anche da un punto di vista della morfologia, sparisce al di sotto dei depositi della Pianura Padana. Dagli studi fatti dall’Eucentre dell’Università di Pavia, sembra che la zona sismica più pericolosa per il pavese si la zona di Zavatarello.

I ragazzi hanno capito che grazie a queste informazioni è possibile determinare:

- il tempo di ritorno (tempo medio trascorso tra due eventi sismici di uguale o superiore intensità);
- pericolosità sismica (la probabilità, con cui un terremoto di una certa potenza si verificherà in un determinato luogo in un intervallo di tempo);
- rischio sismico (combinazione tra pericolosità sismica, densità di popolazione, vulnerabilità di edifici, infrastrutture e dei beni esposti).

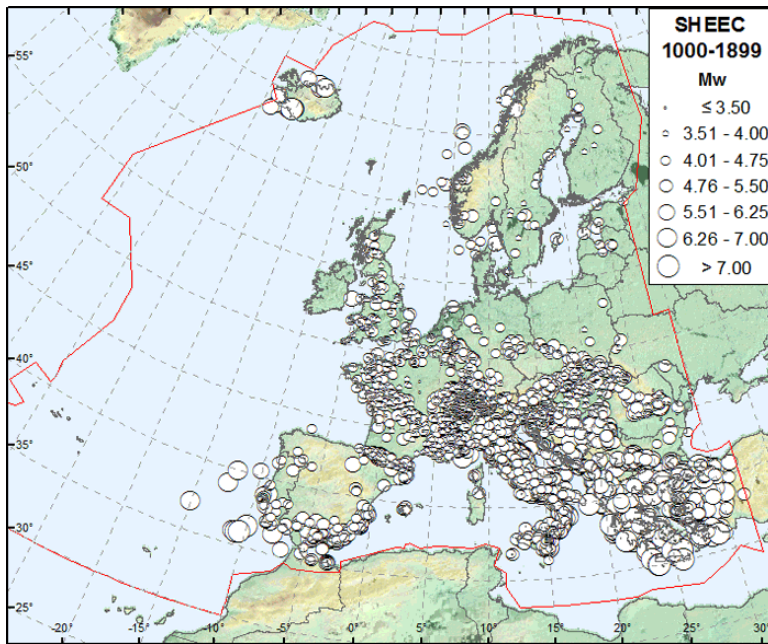


fig.15 terremoti dal 1000 al 1899 - <http://www.emidius.eu/SHEEC/>

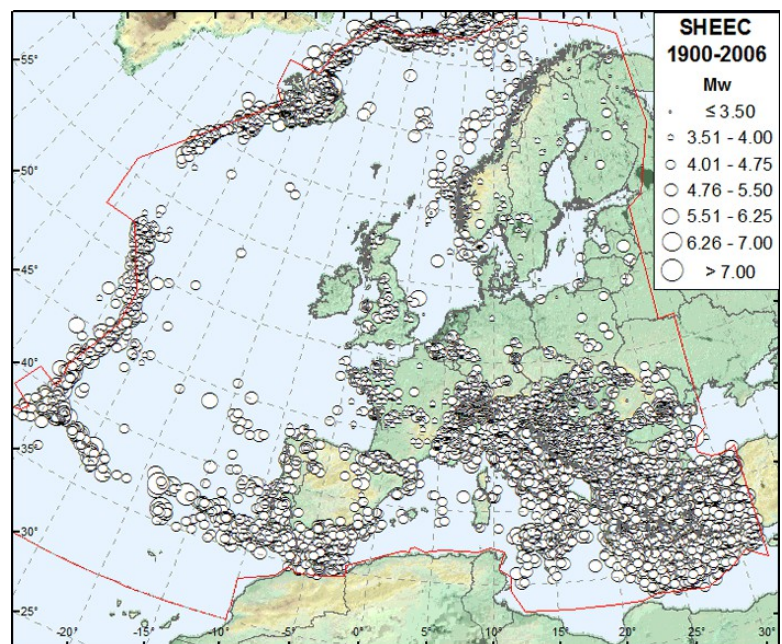


fig.16 terremoti dal 1900 al 2006 - fonte: <http://www.emidius.eu/SHEEC/>

Al di là delle previsioni statistiche i ragazzi si chiedono se, in un futuro prossimo, sarà possibile prevedere il verificarsi di un evento sismico con un anticipo temporale tale da poter predisporre idonei piani di emergenza e di evacuazione.

In un modo, forse non molto scientifico, si potrebbe rispondere che, per ora, non si è in grado di attuare un'efficace previsione su quando e dove accadrà un evento sismico. Fa comunque riflettere il fatto che gli animali possono avvertire, con sufficiente anticipo, lo scatenarsi di un terremoto.

In Cina nel 1975, la città di Haicheng fu evacuata pochi giorni prima che si verificasse un sisma: se non fosse stata sgombrata, le vittime avrebbero potuto essere più di 150 mila, mentre il bilancio definitivo non fu così disastroso.

Chi aveva dato l'allarme?

I serpenti.

Decine di rettili interruppero il letargo invernale, cercando di allontanarsi dalla zona poi rivelatasi epicentro del sisma.

Alcuni ricercatori giapponesi si erano accorti, analizzando le acque minerali imbottigliate, prima e dopo l'evento sismico del 17 gennaio 1975 che la concentrazione di cloro e zolfo era andata, via via aumentando con l'avvicinarsi del sisma.

Anche l'analisi del gas radon, liberato nel sottosuolo, aveva confermato un significativo aumento all'approssimarsi di un terremoto.

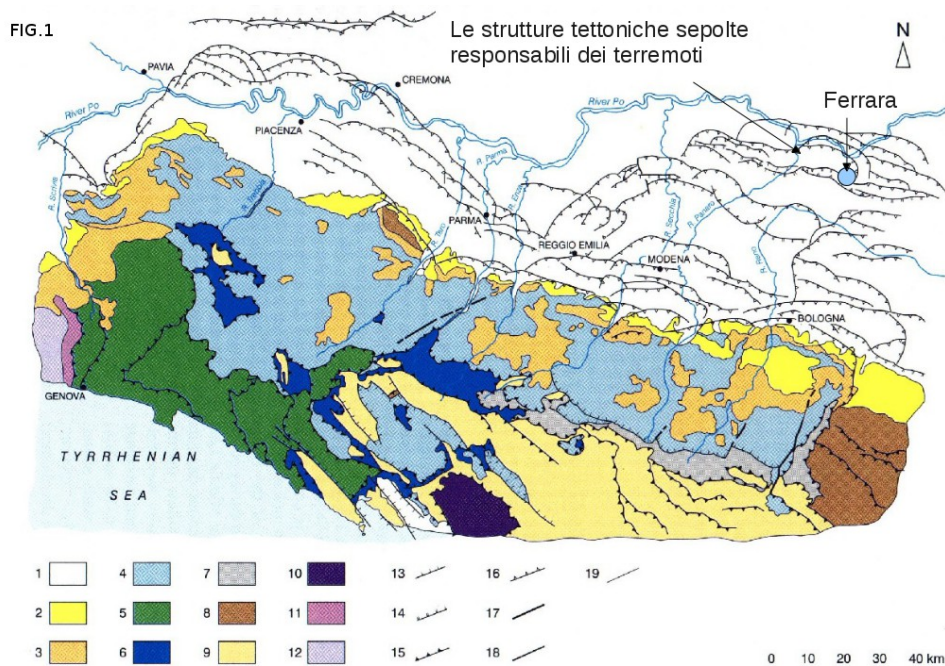


Fig.17 Strutture tettoniche sepolte app settentrionale - fonte: www.ingv.it

VERIFICA FINALE

Argomento: Ricerca sui terremoti in Italia

Utilizzando l'atlante geografico, disegna la carta dell'Italia.

Aiutandoti con le notizie tratte da riviste, enciclopedie, e dal sito internet INGV, segna con un cerchio i luoghi dove si sono verificati i terremoti a partire dal 1900.

Redigi una relazione evidenziando:

perché i fenomeni sismici si verificano in corrispondenza dei margini delle placche;

quali sono, in Italia, le zone a maggior rischio sismico;

qual è la situazione nella nostra zona.

Raccogli tutto in un fascicolo utilizzando disegni, fotografie ritagliate da riviste e/o scattate da internet.

Nella pagina finale deve comparire anche l'autovalutazione.

Penso di aver svolto questa prova in modo:

ottimo,

buono,

più che sufficiente,

sufficiente,

non sufficiente.

CONCLUSIONI

Sempre più spesso, rendendomi conto di quanto sia sempre più difficile tener vivo l'interesse degli alunni, mi capita di riflettere su quali siano gli obiettivi che un insegnante si deve prefiggere nei confronti della classe e quale sia il suo ruolo.

A entrambe le domande non è possibile dare una risposta ben precisa e codificata.

L'esperienza mi ha portato a constatare che l'insegnamento è un lavoro in continuo divenire. Mai mi è capitato di trattare in modo uguale argomenti uguali. La pianificazione, per così dire programmata, ha lasciato, da anni ormai, spazio anche a lezioni "a braccio" e/o "improvvisate", che seguono le dinamiche che quotidianamente si verificano con i miei collaboratori: gli alunni. Questo non vuol dire che il mio ruolo non sia autorevole ma l'interazione insegnante e gruppo classe è un "quotidiano dare – ricevere. È un processo di negoziazione, un processo continuo mediante il quale le realtà quotidiane della classe vengono costantemente definite e ridefinite".⁴

Per capire tali dinamiche, trovo molto comodo ed efficace proporre il sociogramma di Moreno ai ragazzi, generalmente nelle prime settimane di lezione, riprodurlo in stile mappa concettuale e divulgarlo al Consiglio di Classe, prima in forma anonima (senza i nomi degli alunni), poi in chiaro. Puntualmente, con i colleghi, veniamo a conoscenza di dinamiche interne alla classe non previste o sorprendenti. Il clima in classe è molto importante, infatti, secondo Gordon: "l'ascolto attivo è uno strumento molto efficace per favorire l'apprendimento, per chiarire, per incentivare la ricerca, per creare un clima in cui gli studenti si sentano liberi di pensare, per discutere, per porre questioni e per esplorare."⁵ Secondo tale teoria pedagogica, l'alunno diventa il protagonista di un percorso educativo che egli stesso contribuisce a tracciare. L'insegnante non deve solo, come da tradizione, trasmettere nozioni ad alunni generalmente passivi, ma deve interagire con loro in modo da aiutarli a costruire da soli il loro sapere.

In questo progetto didattico i ragazzi hanno svolto alcune attività laboratoriali che hanno favorito l'apprendimento di nozioni tutt'altro che semplici. Le ricerche storiche, effettuate in internet, e la lettura di articoli giornalistici hanno stimolato il loro spirito critico tanto che nella discussione finale è emersa, da parte loro, l'idea che le future generazioni devono imparare dagli errori del passato e, per evitare nuove catastrofi, devono attuare una corretta cura e gestione del territorio.

⁴ Delamont S., *Interazione in classe*, Zanichelli., Bologna, 1979

⁵ Gordon T., *Insegnati efficaci*, Giunti editore, ristampa 2010

BIBLIOGRAFIA

- AUTORI VARI, *Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione.*, Ed. Le Monnier, 2012. Annali della pubblica amministrazione
- AUTORI VARI, *Le scienze quaderni n.24 I terremoti.* Periodico Le Scienze S.p.a. Milano, 1985.
- AUTORI VARI, *Le scienze quaderni n.59 Il rischio sismico.* Periodico Le Scienze S.p.a. Milano, 1991.
- AUTORI VARI, *Geologia tecnica e ambientale.* Rivista quadrimestrale dell'Ordine Nazionale dei Geologi. n.3 – 2013.
- AUTORI VARI, *Scienze focus.* Ed. Garzanti Scuola, 2014.
- DELAMONT S., *Interazione in classe*, Ed. Zanichelli., Bologna, 1979
- GORDON T., *Insegnanti efficaci.* Ed. Giunti, 1974 ristampa 2010.
- GUIDE GEOLOGICHE REGIONALI, *Appennino Ligure Piemontese.* A cura della Società Geologica Italiana. Ed. BE-MA, 1994.
- LONGO C., *Didattica della biologia.* Ed. La Nuova Italia, 1998.
- NORINELLI A., *Elementi di geofisica applicata.* Ed. Patron Bologna, 1982.
- TOZZI M., *Catastrofi.* Ed. Rizzoli, 2005.

SITOGRAFIA

- <http://www.ingv.it/> Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.
- <http://it.wikipedia.org/> Wikipedia – L'enciclopedia libera.
- <http://aulascienze.scuola.zanichelli.it/materie/scienze-della-terra/> Zanichelli.
- <http://digilander.libero.it/>
- <http://sismolab.it>
- <http://nasa.gov>
- <http://unimeteo.net>
- <http://blog.focus.it>