

# MIȘCĂRILE PĂMÂNTULUI

Prof. **Negură Daniela Catrinel** - Colegiul Național „Mihai Eminescu”, București

**Huideș Felicia** - Colegiul Tehnic „Costin D. Nenițescu”, București

**CUTREMUR** (seism) - Mișcare puternică și bruscă, verticală, orizontală sau de torsiune a scoarței pământului, provocată de dislocări subterane, de erupții vulcanice, ruperi (alunecari) bruste pe o falie, etc.

Suprafata globului este divizata in placi tectonice. Acestea se misca unele in raport cu altele. Ele plutesc in diverse directii cu viteze diferite pe stratul de roci topite, pe astenosfera si se pot ciocni unele de altele. Cand 2 sau mai multe placi tectonice se intalnesc isi lovesc si isi deformeaza marginile astfel:

1. - se separa, se departeaza unele de altele (marginii divergente);
2. - se suprapun (marginii convergente);
3. - se ciocnesc unele de altele sau trec una pe langa alta fie una in sus si alta in jos, fie una in stanga si alta in dreapta.



Orice interactiune a placilor tectonice duce la aparitia cutremurelor care nu sunt altceva decat smuciri, zdruncinaturi sau incretiri ale acestora. Cutremurul este unul din cele mai distrugatoare fenomene naturale de pe Pamint.

**Sursa seismică** este partea din interiorul Pamantului unde are loc ruperea sau modificarea stării de tensiuni și de unde încep să se propage undele seismice. O caracterizare simplificată a poziției în interiorul Pamantului unde se produce cutremurul este dată de **focar (hipocentru)**.

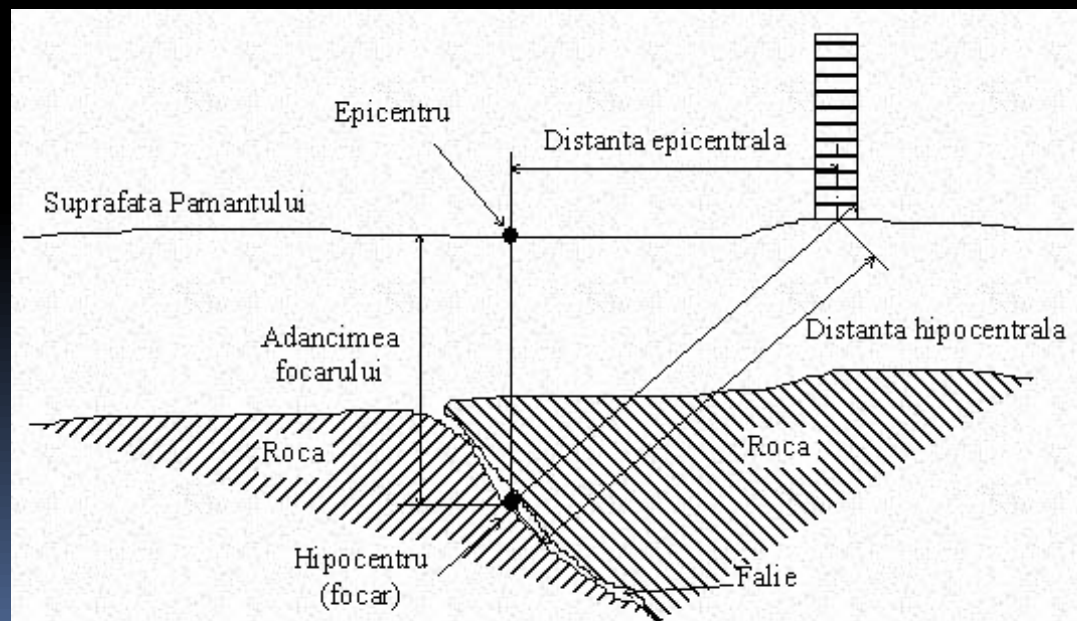
**Focarul** este locul unde începe ruperea; el poate fi poziționat în spațiul tri-dimensional (latitudine, longitudine, adâncime) cu ajutorul înregistrărilor seismice.

Distanța de la focar la un punct de pe suprafața Pamantului poartă numele de **distanță hipocentrală**, notată în general cu  **$R$** .

Punctul de pe suprafața Pamantului care corespunde poziției focarului se numește **epicentru**.

Distanța de la epicentru la un alt punct de pe suprafața Pamantului se numește **distanță epicentrală**, notată în general cu  **$D$** .

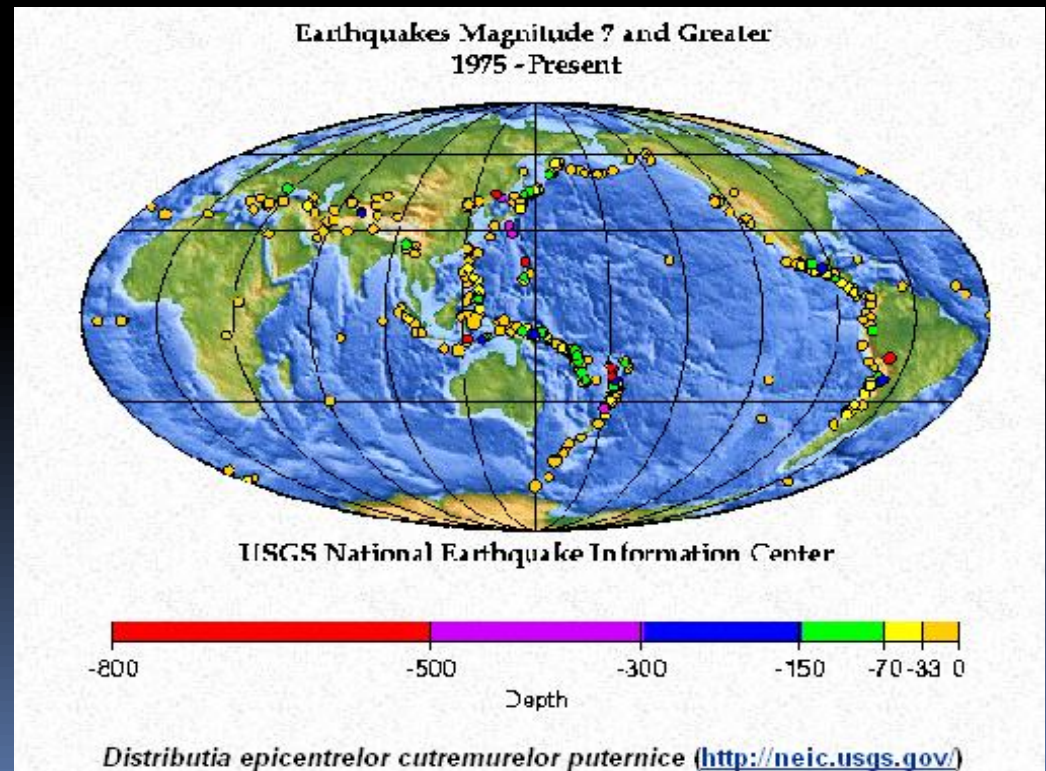
Elementele  
unui cutremur



*Reprezentarea schematică a focarului și a epicentrelor*

- In functie de adancimea focarului,  $h$ , cutremurele sunt impartite in trei categorii:
- **cutremure crustale (de suprafata)** pentru care  $0 \leq h < 70$  km; ele reprezinta marea majoritate a cutremurelor, sunt intalnite pe centura Pacificului, in Asia, in bazinul Mediteranean, etc. Daca sunt puternice pot fi distrugatoare, dar afecteaza suprafete reduse.
  - **cutremurele sub-crustale (de adancime intermediara)** pentru care  $70 \leq h < 300$  km; mai putin numeroase, afecteaza suprafete importante, au o durata moderata, sunt intilnite in Afganistan, Columbia, Japonia, Mexic, Filipine, Romania, etc.
  - **cutremurele de adancime** pentru care  $300 \leq h \leq 700$  km; rare si cu o durata lunga, ele sunt intalnite pe centura Pacificului.

Tipuri de  
cutremure



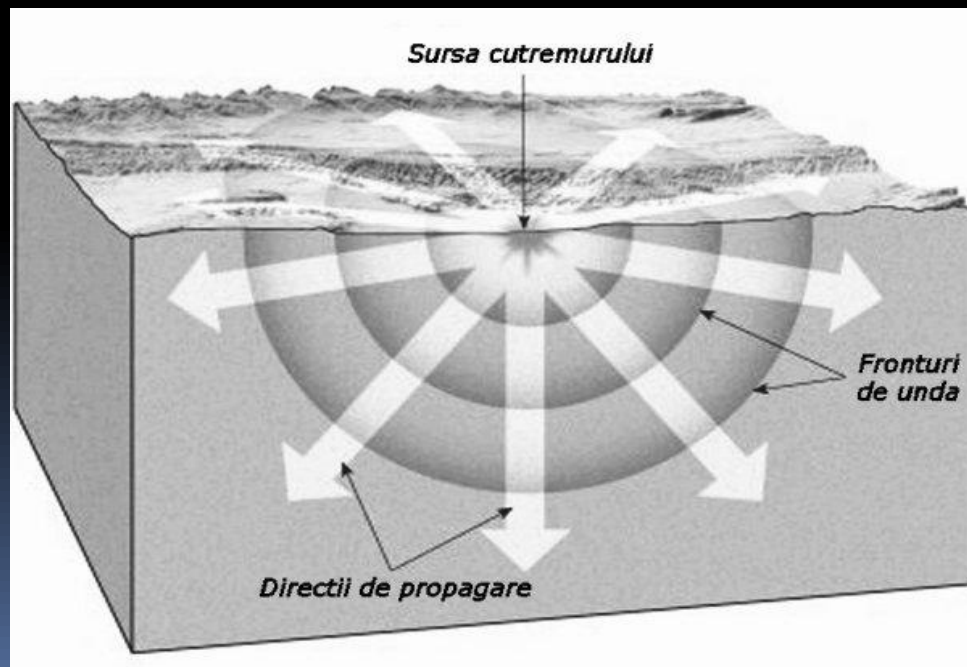
Energia eliberată brusc de un cutremur se răspândește în toate direcțiile, formând undele seismice.

Pe măsura îndepărtării de locul perturbației inițiale, energia se repartizează pe tot mai multe particule – efectele seismului sunt tot mai mici la distanțe mai mari.

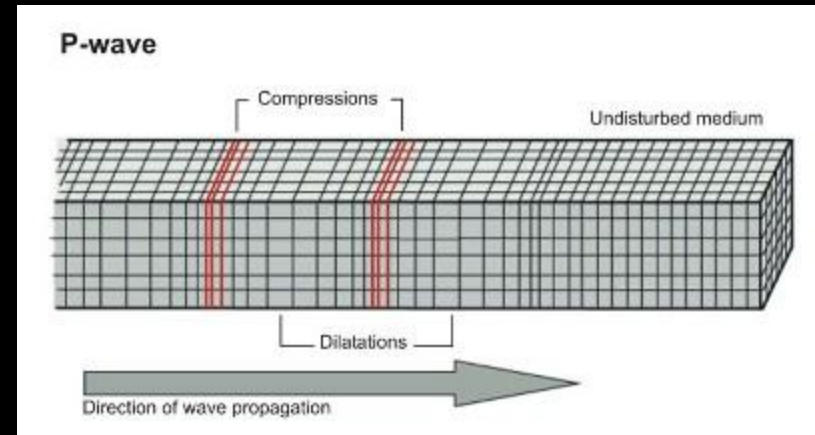
Undele seismice sunt un "amestec" de unde longitudinale și transversale.

Undele interioare (de volum) se deplasează în partea interioară a pământului, iar undele superficiale (de suprafață) se deplasează la suprafața acestuia. Undele superficiale – uneori denumite unde lungi sau mai simplu, unde L – sunt responsabile pentru cele mai multe pagube asociate cutremurelor, deoarece cauzează cele mai intense vibrații. Undele superficiale se propaga din undele interioare care ajung la suprafață.

## Propagarea cutremurului



# Tipuri de unde

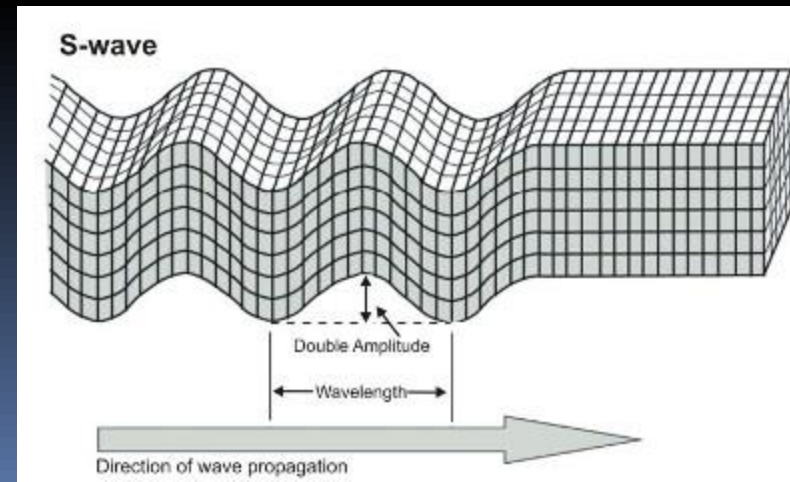


**Undele de volum.** Undele de volum se propagă asemănător cu razele de lumină: ele pot fi reflectate sau refractate, adică deviate la fiecare schimbare a mediului. Ele pot urma trasee foarte complexe în interiorul Pământului. Timpul lor de parcurgere depinde de acest traseu, ele nu ajung toate în același timp sau în același loc. Ele se propagă în interiorul globului pământesc. Distingem:

1. **Unda p** (primara) - este o unda longitudinala, de compresie

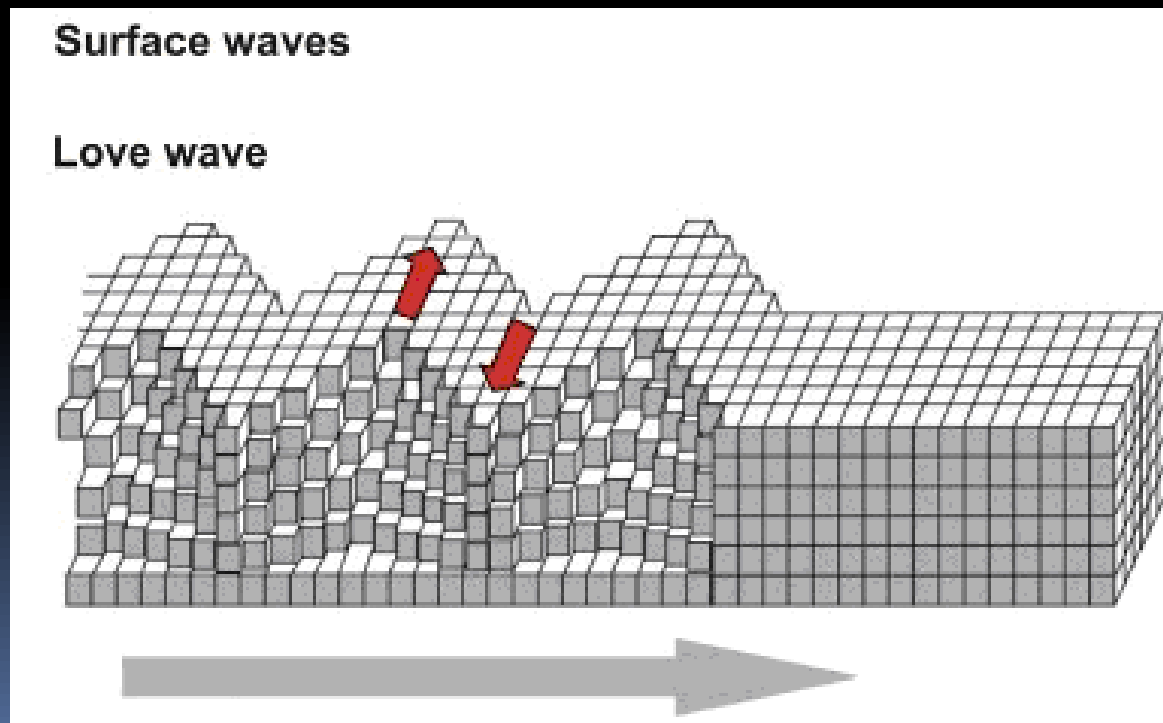
- determina miscarea particulelor solului paralel cu directia de propagare
- deplasarea acestei unde este similara cu cea a unei rame (compresie-dilatare) in directia de mers
- are viteza de 7,8 km/s (pentru structura geologica Vrancea)
- amplitudinea acestei unde este direct proportionala cu magnitudinea (energia cutremurului)
- este perceputa la suprafata de catre oameni ca pe o saltare, un mic soc in plan vertical
- nu este periculoasa pentru structuri (cladiri) deoarece contine (transporta) aproximativ 20% din energia totala a cutremurului

- 2. Unda s** (secundare) - este o unda transversala, de forfecare
- determina miscarea particulelor solului perpendicular (transversal) fata de directia de propagare
  - deplasarea acestei unde este similara cu inaintarea unui sarpe (miscari ondulatorii stanga-dreapta fata de directia de inaintare)
  - are viteza de 4,6 km/s (pentru structura geologica Vrancea)
  - ajunge, din acest motiv, la suprafata solului intotdeauna dupa unda p
  - este resimtita la suprafata sub forma unei miscari de forfecare, de balans in plan orizontal
  - este periculoasa, deoarece transporta aproximativ 80% din energia totala a cutremurului
  - determina distrugeri proportionale cu magnitudinea cutremurului si cu durata de oscilatie
  - cladirile cad datorita intrarii in rezonanta a frecventei proprii de oscilatie a structurii cladirii cu frecventa undei incidente, in acest caz efectul distructiv fiind puternic amplificat



**Undele de suprafață :** Acestea sunt undele ghidate de suprafața pământului. Efectul lor se poate compara cu încrețiturile la suprafața unui lac. Ele sunt mai puțin rapide ca undele de volum dar amplitudinea lor este de obicei mai mare. Se pot distinge:

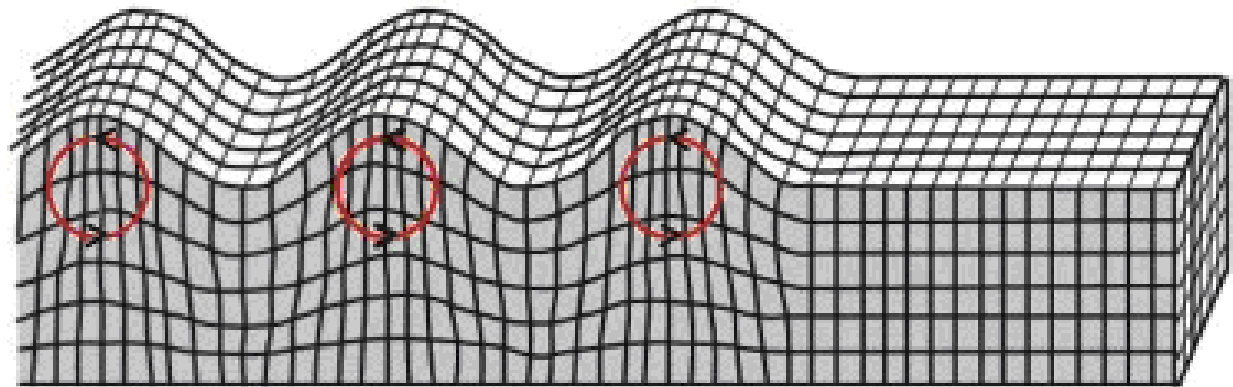
**3. Unda lui Love:** un englez care a descoperit existența ei în 1911. Mișcarea ei se poate compara cu cea a undelor S fără mișcarea verticală. Undele lui Love provoacă o clătinare orizontală care este cauză numeroaselor pagube fundației unui edificiu care nu este o construcție paraseismică. Undele lui Love se propagă aprox.  $4\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$ .



**4. Unda lui Rayleigh:** ea a fost descoperită de John William Strutt Rayleigh în 1885. Mișcarea ei este complexă, Asemănătoare ca aceea unui pulbere purtat de un val, constituind o mișcare verticală și orizontală.

Undele superficiale sunt asemănătoare valurilor aparute într-o suprafață de apă – ele mișcă suprafața pământului în sus și în jos. Acest fapt cauzează de obicei cele mai mari pagube deoarece mișcarea undei zguduie temeliiile edificiilor create de om. Undele L sunt cele mai lente dintre toate, astfel ca cea mai intensă zguduire se produce la sfârșitul cutremurului.

**Rayleigh wave**

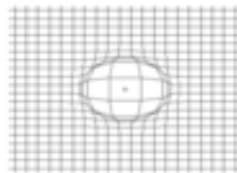


Direction of wave propagation

## Undele seismice



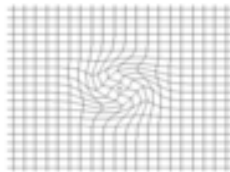
Unde P plane



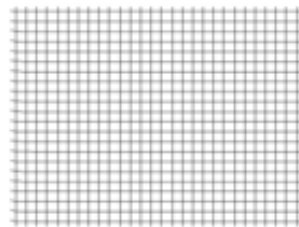
Unde P sferice



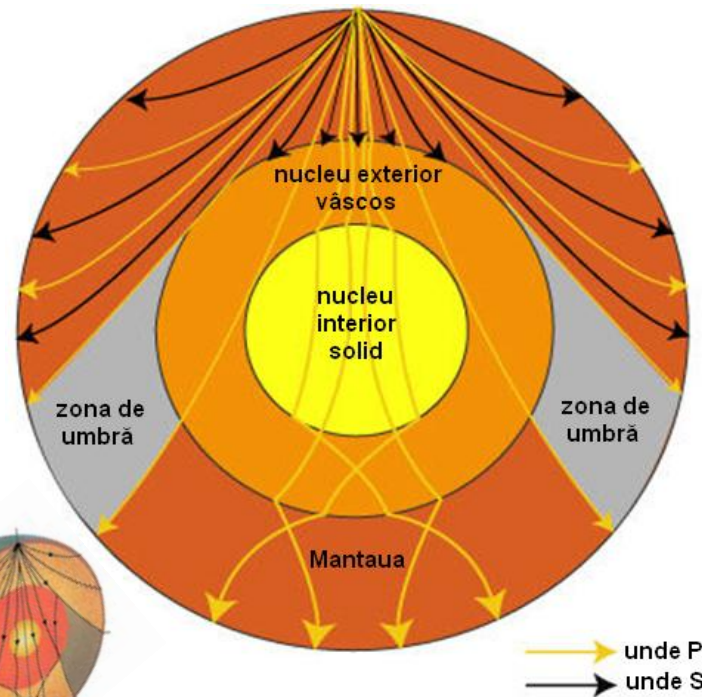
Unde S plane



Unde S sferice



Unde P și S se separă în timpul propagării



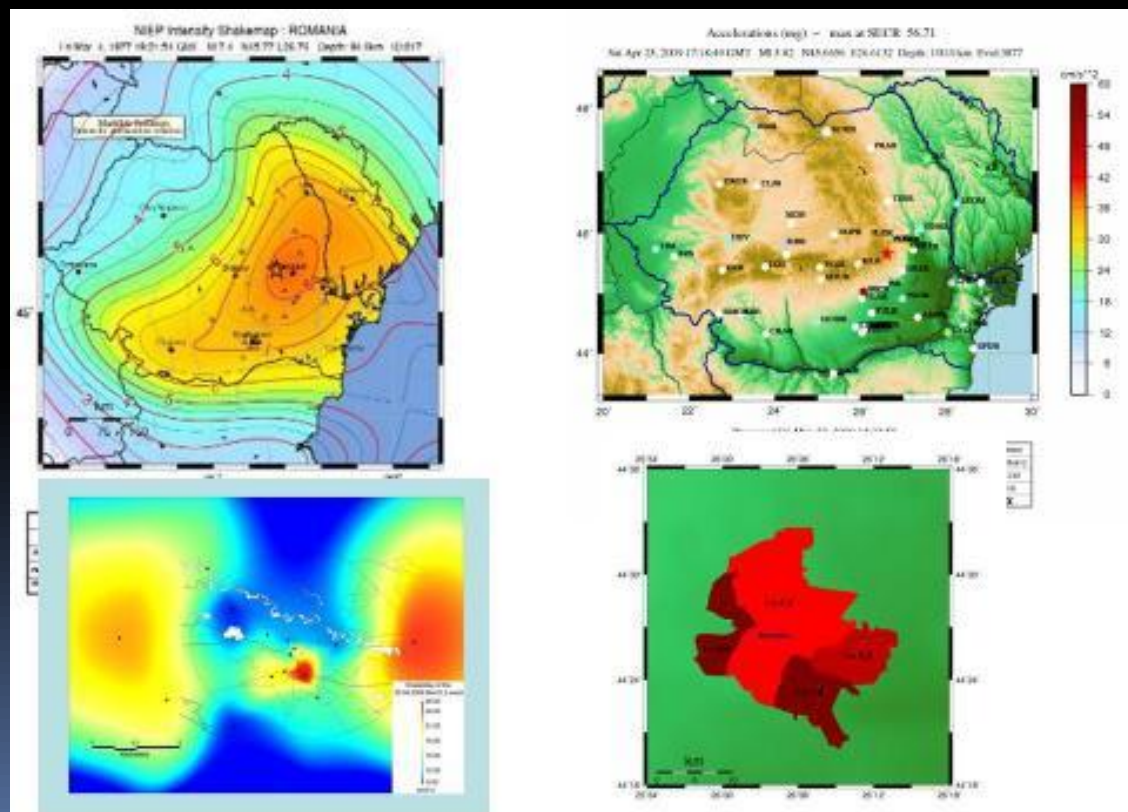
[http://fr.wikipedia.org/wiki/Onde\\_sismique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Onde_sismique)

## Scara Mercalli a intensitatilor

- I Nu se simte
- II Simtit de persoanele care se odihnesc, la etajele inalte sau in alte locuri favorabile.
- III Simtit in interioare. Balansarea obiectelor atarnate. Vibratii asemanatoare cu trecerea unor camioane usoare.
- IV Vibratii asemanatoare cu trecerea unor camioane grele. Trancanitul geamurilor, veselei si a usilor. Paharele zornaiesc. Scartaitul peretilor de lemn si a scheletului constructiei peste etajul IV.
- V Simtit in afara; directia poate fi estimata. Cei care dorm se trezesc. Lichidele se imprastie. Obiectele mici se deplaseaza. Usile trosnesc, se deschid, se inchid.
- VI Simtit de toata lumea; multi se sperie si alearga spre iesire. Persoanele merg fara stabilitate. Tablourile cad de pe pereti. Mobila este miscata sau rasturnata. Copacii, tufisurile se clatina.
- VII Dificultati in a mentine pozitia verticala. Simtit mai ales de motociclisti. Obiectele atarnate vibreaza. Mobila se crapa. Distrugerii in randul cladirilor cu o rezistenta scazuta. Acoperisurile se rup. Cad caramizi, plastic, pietre, tigle, cornise. Valuri in bazine; apa tulbure de noroi. Prabusiri si alunecari de teren. Clopotele mari suna. Santurile pentru irigatii avariate.
- VIII Directia motocicletelor afectata. Avarieri in randul constructiilor; partial prabusite. Cateva avarieri in randul constructiilor intarite. Caderi de tencuiala si de pereti. Prabusiri de cosuri, fabrici, monumente, turnuri, bazine inalte. Scheletul caselor mutat de pe fundatie daca nu prabusit. Ramuri rupte de copaci. Despicari de teren umed si pe rapele abrupte.
- IX Panica generala. Cladirile cu o slaba rezistenta distruse, cele cu o rezistenta medie grav avariate, unele complet daramate, cele intarite serios avariate. Avarieri serioase rezervoarelor. Conductele subterane sparte. Crapaturi in teren. In zonele maloase fantani si cratere in pamant.
- X Majoritatea constructiilor si scheletelor distruse alaturi de fundatii. Structuri rezistente de lemn si poduri distruse. Digurile, santurile, drumurile serios afectate. Alunecari masive de teren. Apa iesita din canale, rauri, lacuri. Nisip si mal intins pe plaje si pe pamant plat. Sinele de cale ferata indoite usor.
- XI Sinele de cale ferata indoite foarte mult. Conductele subterane ireparabile.
- XII Avarieri aproape in totalitate. Deplasari masive de stanci. Obiecte imprastiate.

**O hartă de ShakeMap** este o reprezentare a mișcării pământului provocată de producerea unui cutremur. Informația pe care o conține este diferită în funcție de magnitudinea cutremurului și poziția epicentrului. Hărțile ShakeMap sunt generate automat după cutremurele moderate și mari. Acestea sunt hărți preliminare ale mișcării solului, produse în mod normal la câteva minute de la producerea cutremurului. Valorile accelerațiilor și vitezelor sunt primare, aceste hărți sunt numai APROXIMATIVE. La scară mică, ele pot fi considerate nerealiste dacă nu avem o rețea de stații densă. Datele de intrare sunt primare și neverificate, și pot conține erori.

Harta miscarii solului la seism



Harta reprezentării mișcării solului (viteza și accelerația maximă) obținută din datele înregistrate de rețeaua seismică a INCDFP și a intensității mișcărilor estimate utilizând aceste măsurători. Harta este produsă la aproximativ 4 minute după producerea unui cutremur cu magnitudinea mai mare ca 4.5 grade Richter.

**Tabel cu relațiile dintre accelerație, viteza și intensitatea instrumentală**

<b>Intensitatea instrumentală</b>	<b>Accelerația (%g)</b>	<b>Viteza (cm/s)</b>	<b>Perceperea mișcărilor</b>	<b>Potentiale pagube</b>
<b>I</b>	< 0.17	< 0.1	Nu s-a simțit	Nu se produc pagube
<b>II-III</b>	0.17 - 1.4	0.1 - 1.1	Slab	Nu se produc pagube
<b>IV</b>	1.4 - 3.9	1.1 - 3.4	Ușor simțit	Nu se produc pagube
<b>V</b>	3.9 - 9.2	3.4 - 8.1	Moderat	Foarte mici
<b>VI</b>	9.2 - 18	8.1 - 16	Puternic	Mici
<b>VII</b>	18 - 34	16 - 31	Foarte puternic	Moderate
<b>VIII</b>	34 - 65	31 - 60	Intens	Moderate spre mari
<b>IX</b>	65 - 124	60 - 116	Violent	Mari
<b>X+</b>	> 124	> 116	Foarte sever	Foarte mari