

Come sono fatte le onde sismiche?

Un'**onda** è una perturbazione che si propaga nello spazio e che può trasportare energia da un punto all'altro, senza trasporto di materia.

Su questo sito potete vedere varie animazioni dedicate alle onde sismiche:

<https://www.acs.psu.edu/drussell/Demos/waves/wavemotion.html>

Nell'**onda longitudinale** (o di compressione) l'oscillazione delle particelle avviene nella direzione di propagazione.

Nell'**onda trasversale** (o di taglio): l'oscillazione delle particelle avviene in direzione ortogonale alla direzione di propagazione.

Le onde sismiche

Le onde sismiche naturali si dividono principalmente in due grandi categorie, in funzione di come percorrono il materiale perturbato:

Onde di volume (body waves in inglese)

- Onde P
- Onde S

Onde superficiali (surface waves in inglese)

- Onde di Rayleigh
- Onde di Love

Onde di volume

Le **Onde P** sono **onde compressionali**, dette anche onde longitudinali o onde primarie. Queste sono simili alle onde acustiche e corrispondono a compressioni e rarefazioni del mezzo in cui viaggiano; al loro passaggio le particelle del materiale attraversato compiono un moto oscillatorio nella direzione di propagazione dell'onda. Sono le più veloci fra le onde generate da un terremoto e, dunque, le prime che vengono avvertite da una stazione sismica, da cui il nome di Onda P (Primaria).

Le **Onde S** sono **onde trasversali** che provocano nel materiale attraversato oscillazioni perpendicolari alla loro direzione di propagazione. Si può immaginare come le onde che si propagano lungo una corda di lunghezza finita, che viene fatta oscillare muovendone le due estremità.

Un'importante caratteristica di queste onde è che non possono propagarsi in mezzi fluidi, in cui il modulo di rigidità è nullo. Non è possibile dunque riscontrarle nel magma presente nel serbatoio magmatico di un vulcano o nel nucleo esterno della terra. Questa caratteristica è stata storicamente molto importante per gli studi geofisici riguardanti la composizione in profondità della terra.

Modello di propagazione onde P: <https://www.youtube.com/watch?v=2rYjIVPU9U4>

Modello di propagazione onde S: <https://www.youtube.com/watch?v=en4HptC0mQ4>

I due tipi di onda sismica hanno velocità diverse (le onde P sono più veloci delle onde S)

Per visualizzare questa proprietà, abbiamo fatto un "**modello umano**" della propagazione delle **onde P e S**: <https://www.youtube.com/watch?v=dFT6V9biATM&t=8s>

Attività: costruire una "macchina per le onde" con nastro adesivo e cannucce

<https://www.youtube.com/watch?v=IIF8sdHTqaU>

Onde superficiali

Le onde superficiali (o onde di superficie) vengono a crearsi a causa dell'intersezione delle onde di corpo con una superficie di discontinuità fisica, la più studiata delle quali è la superficie libera della terra, cioè la superficie di separazione tra la crosta terrestre e l'atmosfera terrestre. Queste onde si propagano guidate lungo la superficie e la loro energia decade esponenzialmente con la profondità (è questo il motivo per cui si dicono superficiali). Queste onde vengono indotte facilmente nelle situazioni in cui la sorgente sismica è poco profonda. È da sottolineare che in caso di terremoto, nell'ipocentro sismico vengono generate direttamente solo Onde P e Onde S, in quanto queste sono le onde di corpo che si propagano all'interno della Terra, attraverso i suoi strati, ma non vengono generate direttamente le onde superficiali.

La velocità delle onde di superficie è inferiore alla velocità delle onde di volume, per cui (specialmente se l'evento è distante) il loro arrivo è successivo all'arrivo delle Onde P ed S. D'altro canto, l'ampiezza e quindi l'energia associata, di queste onde è notevolmente maggiore di quella delle onde di volume. Questo fatto si spiega analizzando i fronti d'onda delle onde di volume e delle onde superficiali. Consideriamo un'onda di volume che si sprigiona a causa di un evento sismico; questa avrà una certa quantità di energia che tende a conservarsi nel tempo tuttavia, man mano che ci si allontana l'energia verrà distribuita per una superficie sferica sempre più ampia, data dall'aumento della distanza dall'ipocentro.

Esistono due tipi di onde di superficie, chiamate coi nomi dei due fisici che per primi le studiarono:

- Onde di Rayleigh
- Onde di Love

Onde di Rayleigh

Quando un'onda S assieme ad un'onda P incide sulla superficie libera vengono in parte riflesse ed in parte si genera un'ulteriore onda, data dalla composizione vettoriale delle due, che si propaga sulla superficie stessa, chiamata Onda di Rayleigh.

Queste onde esistono sia in semispazi omogenei (in questo caso la sua velocità è circa 0,92 volte la velocità delle onde S) che disomogenei (in cui risulta essere un'onda dispersa, ossia la sua velocità è anche funzione della sua frequenza). Per meglio visualizzarle possiamo immaginare le Onde di Rayleigh come molto simili a quelle che si creano gettando un sasso nello stagno, provocando quindi uno scuotimento o un sussulto sulla superficie d'acqua. Il loro moto è vincolato in uno spazio verticale contenente la direzione di propagazione dell'onda.

Le onde di Rayleigh non possono essere udite dall'uomo, mentre molti animali (uccelli, ragni e molti mammiferi) possono avvisarne l'arrivo.

Onde di Love

Le Onde di Love sono onde superficiali, anch'esse generate dall'incontro delle Onde S con superficie libera del terreno, ma vengono generate solo nei mezzi in cui la velocità delle Onde S aumenta con la profondità (quindi siamo in presenza di un mezzo disomogeneo) e quindi sono sempre onde disperse. Le Onde di Love fanno vibrare il terreno sul piano orizzontale in direzione ortogonale rispetto alla direzione di propagazione dell'onda.

La velocità delle onde di Love è maggiore di quella delle onde S negli strati più superficiali della crosta, ma minore della stessa negli strati più bassi.