



# UNIVERSITÀ DI PISA

## ELEMENTI DI GEOFISICA

---

**MATTIA ALEARDI**

Anno accademico 2023/24  
CdS FISICA  
Codice 187DD  
CFU 6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
ELEMENTI DI GEOFISICA	GEO/11	LEZIONI	48	MATTIA ALEARDI

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

Acquisire conoscenze di base sulle principali metodologie e tecniche geofisiche che consentono l'esplorazione della Terra a varie scale. In particolare si comprenderà come alcune leggi fondamentali della fisica, come ad esempio quelle dell'elastodinamica, possano trovare applicazione dal campo sismologico (fenomeni a frequenza inferiore ad 1 Hz), all'esplorazione del sottosuolo e alle indagini a fini ambientali (fenomeni dell'ordine delle decine e centinaia di Hz), fino alle analisi ultrasoniche di campioni di roccia in laboratorio.

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Esame orale in cui lo studente potrà dimostrare le conoscenze acquisite.

#### *Capacità*

Lettura e comprensione di semplici sismogrammi a varie scale di frequenza.

#### *Modalità di verifica delle capacità*

Nella prova saranno inserite domande specifiche di carattere pratico.

#### *Comportamenti*

Lo studente svilupperà una incrementata sensibilità verso le tematiche geofisiche e le possibilità di studio e di ricerca in questo campo.

#### *Modalità di verifica dei comportamenti*

Gli studenti saranno esposti a vari problemi, sia durante le lezioni sia durante la prova di esame.

#### **Prerequisiti (conoscenze iniziali)**

Basi di Analisi Matematica e di Fisica.

#### **Indicazioni metodologiche**

Lezioni frontali, con ausilio di slides e lavagna.

Frequenza: consigliata

Attività didattiche:

- frequenza delle lezioni
- partecipazione ad eventuali seminari
- studio individuale

Il corso è offerto in lingua italiana sebbene le slides sono in lingua inglese.

#### **Programma (contenuti dell'insegnamento)**

##### **Geologia: l'oggetto delle indagini geofisiche**

La Terra a varie scale: il Globo Terrestre (migliaia di chilometri), i bacini sedimentari e le catene montuose, gli affioramenti, i campioni di roccia (pochi centimetri). Una breve descrizione dei metodi di indagine geofisica.

##### **Meccanica del continuo.**



## UNIVERSITÀ DI PISA

Relazione sforzi-deformazioni in campo lineare. Anisotropia elastica. Derivazione della Legge di Hooke generalizzata. Solido generalmente anisotropico (simmetria monoclina 21 costanti elastiche). La matrice di delle costanti elastiche per simmetria monoclina (21 compliances), ortorombica (9), isotropica trasversale (5), isotropica (2) e per un mezzo fluido (1).

### **Onde e raggi**

Derivazione dell'equazione d'onda in campo lontano per onde acustiche. Cenni sulla funzione di Green. L'equazione d'onda scalare e vettoriale in mezzi solidi isotropi, derivazione delle velocità di propagazione e delle caratteristiche di polarizzazione per onde compressionali e distorsionali. Dalla teoria delle onde alla teoria dei raggi: equazione iconale. Ottica geometrica, leggi di Fermat e Snell.

Conversioni di modo e derivazione delle equazioni di Zoeppritz per il calcolo dei coefficienti di riflessione e trasmissione su un'interfaccia piana separante due semispazi solidi.

### **Sismologia dei terremoti (fino a pochi Hz)**

Problema in avanti: tracciamento di raggi in una Terra sferica, equazioni parametriche per il tempo di viaggio e per il calcolo della distanza epicentrale.

Le nostre osservazioni: sismogrammi da terremoti.

### **Sismologia di esplorazione (fino a poche centinaia di Hz)**

Problema in avanti: tracciamento di raggi in mezzi semplificati: interfacce planari stratificate, equazioni parametriche per il tempo di viaggio e calcolo della distanza tra sorgente e ricevitore. Le nostre osservazioni: sismogrammi generati da sorgenti sismiche artificiali. Esempi a varie scale (dagli Hz ai MHz).

### **Cenni sul problema inverso: dalle osservazioni al modello.**

Problema inverso: come gli antichi sismologi stimavano le velocità delle onde nella Terra (equazioni di Wiechert Herglotz). Tomografia a trasmissione. Problemi inversi Problemi di non-univocità, mal condizionamento e ambiguità del problema inverso.

**Esempi** Simogrammi di terremoti, esplorazione sismica, misure soniche in pozzo, misure ultrasoniche in laboratorio.

### **Bibliografia e materiale didattico**

Le slides in pdf delle lezioni sono nella sezione file della pagina Teams del corso.

[https://unipiit.sharepoint.com/sites/a\\_\\_td\\_60404/Shared%20Documents/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2Fa%5F%5Ftd%5F60404%2FShared%20Documents%2FGeneral](https://unipiit.sharepoint.com/sites/a__td_60404/Shared%20Documents/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2Fa%5F%5Ftd%5F60404%2FShared%20Documents%2FGeneral)

### **Indicazioni per non frequentanti**

Il contenuto del corso è integralmente riportato nel materiale fornito dal docente. Tramite queste e gli ulteriori riferimenti bibliografici, il non frequentante può cercare di sviluppare la necessaria preparazione.

### **Modalità d'esame**

L'esame consiste in un colloquio con una serie di quesiti, piccole dimostrazioni o discussioni da elaborare liberamente.

### **Note**

Mattia Aleardi (President)

Eusebio Stucchi (Acting President)

Ultimo aggiornamento 01/03/2024 11:07