

## 409SM – APPLIED SEISMOLOGY

### Teaching objectives

The course has the objective to give to the student the need theoretical background to understand the strong motion main parameters and characteristics and to introduce the student to the acquisition of ground motion data and their treatment for scientific and civil protection seismic monitoring purposes.

### Teaching methods

The course encompasses frontal lessons, laboratory activities to acquire seismic data and software sessions for analysis of different seismic data.

### Examination

Each student will elaborate a strong motion or seismic noise signal and then there will be an oral exam.

### Course Program (preliminar)

The course has four main teaching units. In particular, the following topics will be considered:

- Strong motion main characteristics: source characterization, event location, strong motion parameters (PGA, PGV, PGD, Arias e Housner intensity, PSA03, PSA10, PSA30)
- Instruments: characteristics and differences, seismic network characteristics (broad band and accelerometric), sampling theory
- Seismic signal analysis: time and frequency analysis, Fourier transform (FFT), signal filtering, signal trend analysis and detrend, mean removal
- Monitoring of natural and man-made seismicity: site/local effects, seismic noise, H/V (HVSR) theory, 1D and 2D site response, soil/structure interaction, induced seismicity (mining, CO2 storage and tunnelling)

### Personal skills

D1 - Knowledge and understanding: the student, at the end of the course, shall know the main characteristics of the strong motion and seismic noise, shall be able to distinguish among the various instruments and shall be able to interpret seismic signal analysis results, for seismic monitoring devoted to both scientific and civil protection purposes.

D2 - Applying knowledge and understanding: the student shall be able to design an acquisition campaign (both strong motion signal and seismic noise), identifying the instrumentation and settings suitable for the monitoring objectives and shall be able to process the acquired seismic signal

D3 - Making judgments: the student shall be able to independently establish the appropriate choices for the achievement of the objectives of the strong motion and seismic noise monitoring, as well as to establish the instrumentation and settings according to the required detail and complexity geological.

D4 - Communication skills: the student shall be able to describe the main results of the work carried out with appropriate technical and professional language.

D5 – Learning skills: The student will acquire skills that will allow to autonomously improve his/her scientific and professional training in order to maintain an adequate level of skills with continuing education in a disciplinary area of considerable importance for the purposes of civil protection and with strong interdisciplinary repercussions (interaction with structural engineers).

### Obiettivi formativi

Il corso ha l'obiettivo fornire allo studente le competenze teoriche necessarie per comprendere le principali caratteristiche del moto sismico forte (*strong motion*) nonché di introdurre lo studente all'acquisizione dati relativi al moto del terreno ed al loro trattamento al fine del monitoraggio sismico sia per scopi scientifici che di protezione civile.

### Metodi didattici

Lezioni frontali; attività di laboratori con acquisizione di dati sul campo e dimostrazione/utilizzo di software per l'analisi di dati sismici.

### Modalità di verifica dell'apprendimento

Scritto individuale (Elaborazione di un segnale di terremoto o di microtremore) e orale.

### Contenuti del corso (Programma di massima)

Il corso viene suddiviso in quattro unità didattiche principali. In particolare saranno affrontati i seguenti temi:

- Principali caratteristiche del moto sismico (*strong motion*): Caratterizzazione della sorgente, localizzazione degli eventi, parametri del moto forte del terreno (PGA, PGV, PGD, Intensità di Arias e Housner, PSA03, PSA10, PSA30)
- Strumentazione: caratteristiche e differenze degli strumenti, caratteristiche delle reti sismologiche sia a larga banda che accelerometriche, teoria del campionamento
- Analisi del segnale sismico: analisi nel dominio del tempo e della frequenza, trasformata di Fourier (FFT), diversi tipi di filtraggio, analisi del *trend* e *detrend* di un segnale, rimozione della media
- Monitoraggio attività sismica naturale e indotta (effetti di sito): effetti di sito, microtremori, tecnica H/V (HVSr), risposta di sito 1D e 2D, interazione suolo/struttura, terremoti indotti

### Conoscenze e abilità

D1 - Conoscenza e capacità di comprensione: lo studente, al termine del corso, dovrà conoscere le principali caratteristiche del moto sismico (*strong motion*) e dei microtremori, dovrà saper distinguere i vari strumenti di acquisizione del segnale sismico e saper interpretare i risultati dell'analisi del segnale sismico, al fine del monitoraggio sismico sia per scopi scientifici che di protezione civile.

D2 - Capacità di applicare conoscenza e comprensione: lo studente dovrà essere in grado di progettare una campagna di acquisizione sia del segnale *strong motion* che dei microtremori, individuando la strumentazione ed i settaggi idonei per gli obiettivi del monitoraggio e dovrà saper elaborare il segnale sismico acquisito.

D3 - Autonomia di giudizio: lo studente dovrà essere in grado di stabilire autonomamente le scelte appropriate per il conseguimento degli obiettivi del monitoraggio del moto forte del terreno e dei microtremori, nonché di stabilire la strumentazione ed i settaggi in funzione del dettaglio richiesto e della complessità geologica.

D4 - Abilità comunicative: lo studente dovrà essere in grado di descrivere i principali risultati del lavoro svolto con linguaggio tecnico e professionale appropriato.

D5 – Apprendimento: Lo studente acquisirà competenze che gli permetteranno di perfezionare in modo autonomo la sua formazione scientifica e professionale ai fini di mantenere un adeguato livello di competenze con modalità di formazione permanente (*continuing education*) in un ambito disciplinare di

notevole rilevanza ai fini della protezione civile e con forte ricadute interdisciplinari (interazione con gli ingegneri strutturisti).