UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

# COURSE SYLLABUS

## Slope Instability

**2425-1-F7401Q112**

### Obiettivi

L'insegnamento mira a fornire allo studente una conoscenza approfondita dei meccanismi di instabilità dei versanti in terreni e rocce, nonchè competenze pratiche nel riconoscimento e caratterizzazione di diverse tipologie di instabilità e nell'utilizzo operativo dei principali metodi e strumenti per l'analisi di stabilità.

### Contenuti sintetici

Teoria e tecniche di base ed avanzate per il riconoscimento, la caratterizzazione e la modellazione dei fenomeni di instabilità dei versanti in terre e rocce.

### Programma esteso

***Teoria (Didattica Erogativa)***:

1. Sistema versante nel contesto geologico, topografico e idrologico. Terminologia, classificazione, cause e fattori di controllo delle frane. Pericolosità e rischio da frana.

2. Indagini per aree in frana. Fotointerpretazione e rilevamento, monitoraggio, indagini in sito (topografiche, geognostiche, geofisiche).

3. Processi di instabilità dei versanti. Richiami alle caratteristiche fisico-meccaniche e costitutive dei terreni e degli ammassi rocciosi. Distribuzione e percorsi degli sforzi in un versante. Ruolo dell'acqua nell'instabilità dei versanti. Concetto di Fattore di Sicurezza. Analisi in sforzi totali ed efficaci. Rammollimento e rottura progressiva. Prima rottura vs. riattivazione.

4. Tipologie di frana. Grandi frane profonde in roccia: caratteri morfostrutturali, controlli litologici e strutturali, meccanismi di innesco ed evoluzione temporale. Crolli in roccia: processi, caratterizzazione e modellazione di innesco e propagazione, pericolosità e rischio. Frane superficiali indotte dalle precipitazioni: caratterizzazione, aspetti idrologici e meccanici, analisi di stabilità, previsione a scala regionale. Flussi e colate detritiche: reologia delle miscele di sedimenti, processi di innesco e propagazione, evidenze di terreno e modellazione dinamica.

5. Monitoraggio dei versanti. Accuratezza, precisione e frequenza delle misure. Architettura di una rete di monitoraggio. Misura degli spostamenti superficiali: metodi geotecnici e topografici, GNSS, laser scanning e fotogrametria. Caratterizzazione e monitoraggio delle frane tramite interferometria radar (InSAR). Misura delle deformazioni in profondità: tecniche inclinometriche e estensimetriche. Misura delle variabili idro-meteorologiche e delle pressioni neutre.

6. Metodi per l'analisi di stabilità. Metodi dell'Equilibrio Limite (LEM) per meccanismi di rottura sub-circolari: Taylor, Fellenius, GLE, Spencer, Bishop semplificato, Janbu semplificato. Metodi per meccanismi di rottura "structurally-controlled" (scivolamento planare e di cunei, ribaltamento): metodi di analisi cinematica e LEM. Metodi Numerici (FEM-SSR). Analisi probabilistica e Reliability Analysis.

7. Mitigazione del rischio da frana. Approcci attivi e passivi. Metodi di stabilizzazione dei versanti. Previsione delle frane e Early Warning.

***Attività di laboratorio (Didattica Interattiva)***

1. Riconoscimento e mappatura di diverse tipologie di frane e delle loro relazioni con ambiente geologico ed elementi a rischio da foto aeree, ortofoto e HRDEM.

2. Soluzione pratica al computer di problemi di stabilità in terre e ammassi rocciosi tramite metodi di: a) analisi di stabilità cinematica di blocchi e cunei rocciosi; b) analisi all'equilibrio limite (LEM, deterministica e probabilistica) per versanti in terre e ammassi rocciosi, considerando gli effetti di acqua, sollecitazioni dinamiche, azioni esterne e intervento di stabilizzazione; 3) analisi numerica agli elementi finiti (SSR-FEM).

***Attività di campo (Didattica Interattiva)***

Field trip nelle Alpi Centrali: riconoscimento e mappatura delle caratteristiche tipiche di diversi tipi di frane, Visita a importanti siti di frane storiche o attive. Analisi delle relazioni tra contesto geologico. morfo-climatico e processi di instabilità dei versanti.

## Prerequisiti

Corso di "Sicurezza sul Terreno" (stato "Approvato"). Conoscenze di base di Geomorfologia, Geologia Applicata e Geologia Strutturale.

## Modalità didattica

L'insegnamento è impartito in lingua inglese e si articola in:

- 14 Lezioni da 2 ore in presenza, Didattica Erogativa (4 CFU, 28 ore)

- 3 attività di laboratorio da 4 ore in presenza, Didattica Interattiva (1 CFU, 12 ore)
- 1 attività sul campo (Campus Abroad) da 12 ore in presenza, Didattica Interattiva (1 CFU, 12 ore)

L'attività di campo consiste in un field trip di fine corso di 2 giorni con pernottamento.

## Materiale didattico

Dispense, materiale bibliografico e datasets forniti dal docente.

## Periodo di erogazione dell'insegnamento

II semestre

## Modalità di verifica del profitto e valutazione

La verifica delle conoscenze e competenze acquisite avviene tramite una prova finale, volta a valutare la preparazione teorica dello studente e la sua capacità di: applicare le proprie conoscenze geologiche di base al riconoscimento dei fenomeni di instabilità dei versanti in diversi contesti geologici e morfo-climatici; identificare i processi di instabilità in atto o potenziali, selezionare l'approccio di analisi idoneo e impostare il corretto percorso risolutivo; utilizzare in modo corretto i moderni strumenti di analisi di stabilità dei versanti.

La prova finale consiste in un ESAME ORALE individuale, strutturato in:

- un colloquio su un progetto individuale di analisi di stabilità assegnato allo studente, per la verifica delle competenze di *problem solving* disciplinare
- un colloquio sugli argomenti svolti a lezione, articolato in 3 domande, per la verifica delle conoscenze e delle capacità comunicative in ambito disciplinare

Non sono previste prove in itinere.
La valutazione finale è attribuita in trentesimi.

## Orario di ricevimento

Il Docente riceve su appuntamento, da concordare tramite e-mail.

## Sustainable Development Goals

ISTRUZIONE DI QUALITÁ | IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE | CITTÀ E COMUNITÀ SOSTENIBILI | LOTTA CONTRO IL CAMBIAMENTO CLIMATICO