

Dissesti e frane in un territorio fragile

a cura della prof.ssa DONATELLA STERPI – CEAR-05/A

Descrizione del corso

Il progressivo sviluppo della società umana, sempre più rapido e sempre più globale, ha portato a uno sfruttamento esteso del territorio e solo in questi ultimi decenni è nata una diffusa sensibilità verso l'ambiente e la sicurezza ambientale, legata alla percezione che lo sviluppo della società debba prima di tutto essere "sostenibile" dal pianeta. L'ambiente è messo alla prova sia da problemi di origine antropica, come l'inquinamento di aria e acque e lo smaltimento dei rifiuti, sia da eventi naturali sempre più estremi, che talvolta trovano nello sfruttamento incontrollato del territorio la loro causa scatenante. Ridurre il rischio ambientale significa ridurre la probabilità che l'evento si verifichi, o prevederlo e intervenire tempestivamente per mitigarne le conseguenze. Il corso espone questi concetti con riferimento ai fenomeni di dissesto idrogeologico. La dispensa di accompagnamento illustra gli aspetti di base dell'instabilità dei versanti mentre le video-lezioni dimostrano come calcoli semplici, ma basati su teorie consolidate di meccanica dei materiali, possano essere efficaci strumenti di analisi. Il celebre caso del Vajont (9.10.1963) sarà il filo conduttore, a sottolineare il ruolo dell'ingegnere nel processo di previsione, analisi delle possibili conseguenze e progettazione degli interventi volti alla difesa del territorio.

Organizzazione

Il corso è suddiviso in **4 moduli**; durante ogni modulo gli studenti avranno accesso a diversi **materiali didattici online**, tra cui dispense, videolezioni ed esercitazioni da svolgere e consegnare per la correzione. Gli studenti saranno in contatto costante con docenti e tutor del Politecnico. Inoltre, grazie a un **forum online** potranno lavorare insieme agli altri iscritti all'interno di una classe virtuale. È prevista infine anche la partecipazione a un **webinar**, tenuto direttamente dal docente del corso. Al termine del corso, gli studenti che avranno partecipato a tutti i webinar e completato tutti gli esercizi e le attività proposte dai docenti riceveranno un **attestato di partecipazione** e un **badge digitale** da inserire nel proprio CV.

Struttura del corso

Modulo 1 – Dissesti e frane: introduzione

Le frane, unitamente alle alluvioni e ai terremoti, determinano profonde trasformazioni della superficie terrestre, nonché vittime e ingenti danni economici. Diventa quindi fondamentale studiare i fenomeni nel loro complesso per definire opere e strumenti atti a prevenire o mitigare i rischi ad essi connessi. Per studiare correttamente un'area soggetta a franamento è quindi necessario definire la **tipologia di frana** sulla base delle apposite classificazioni, individuare le cause predisponenti e scatenanti che concorrono alla genesi di un fenomeno franoso e definire le caratteristiche tecniche dei materiali al fine di poter effettuare le analisi di stabilità. In questa prima parte del corso verranno presentate le principali classificazioni dei movimenti franosi, le **cause** predisponenti e scatenanti che portano al franamento di

una determinata area, le **indagini** da svolgere in aree franose e le principali **opere** di stabilizzazione e sistemazione dei pendii.

Modulo 2 – I segnali della montagna

Il tragico evento del **Vajont** del 9 ottobre 1963 fu una dura lezione sotto molti punti di vista, per la società civile e per la comunità scientifica, e fu studiato a lungo negli anni successivi. Le misure di monitoraggio raccolte nei tre anni del collaudo, insieme alle indagini condotte in sito dopo il collasso, fornirono dati utili all'interpretazione di quanto accaduto. Forte anche di **strumenti di indagine** e di **calcolo** ingegneristico più sofisticati, la comunità scientifica arrivò a convalidare alcune importanti teorie sul comportamento delle terre e sulla stabilità dei versanti. Ripercorrendo la **cronologia degli eventi** dal gennaio 1960 al 9 ottobre 1963, riconosciamo i segnali che la montagna diede in più occasioni, sintomi della crescente difficoltà a trovare un equilibrio con le nuove sollecitazioni meccaniche e idrauliche trasmesse dall'invaso. Come investigatori sul luogo del crimine, proviamo a interpretare tutte le informazioni raccolte, allo scopo di creare un quadro chiaro e coerente, che spieghi il **meccanismo di scivolamento** del Vajont dal suo innesco fino all'accelerazione finale.

Modulo 3 – I materiali e l'acqua

Possiamo semplificare la storia del Vajont per trarne un insegnamento di validità generale? Il Vajont è in effetti una lezione scientifica sui fenomeni complessi che possono verificarsi nei versanti dei bacini artificiali e ci insegna quali aspetti devono essere indagati e quali misure devono essere prese contro il rischio di frana. Gli eventi verificatisi al Vajont sono esemplari di almeno due fenomeni determinanti nella stabilità dei versanti: il meccanismo di **rottura progressiva** e il **bilancio delle pressioni dell'acqua**. L'acqua contribuisce sia nel lambire il versante della montagna, sia nel filtrare e saturare il suo interno, secondo direzioni e tempi che dipendono dalla natura dei materiali presenti. Schemi di calcolo semplici aiutano a capire il contributo di questi fenomeni nel delicato confine fra stabilità e collasso.

Modulo 4 – L'effetto del sisma

Sulla superficie terrestre i **terremoti** possono portare a conseguenze disastrose, arrivando addirittura a modificare la geografia di un territorio. È intuitivo pensare che l'azione sismica si rifletta su un versante come una forzante che induce il materiale al collasso, ma essa può innescare nel terreno anche altri fenomeni, responsabili di meccanismi di collasso più complessi da prevedere. Fra questi, il fenomeno della **liquefazione** rappresenta una delle conseguenze più gravi del sisma. Gli effetti dei terremoti sui versanti verranno quindi analizzati e compresi, distinguendo i **materiali** macroscopicamente **compatti**, come possono essere gli ammassi rocciosi, dai **materiali sciolti** come le terre granulari.

Note biografiche

DONATELLA STERPI – è Professore Associato di Geotecnica e afferisce al Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale del Politecnico di Milano, dove si è laureata nel 1993 e ha ottenuto il Dottorato nel 1997. Insegna da oltre vent'anni nelle discipline: Meccanica delle terre, Ingegneria geotecnica, Meccanica computazionale in geomeccanica e collabora all'implementazione di metodologie didattiche innovative basate sul gioco di ruolo. Organizza periodicamente corsi di formazione sull'attività sperimentale geotecnica. Ha condotto ricerche presso l'Università di Kobe, Giappone (1995-97) e ha ricevuto l'Excellent Contribution Award dall'Int. Ass. Computer Methods and Advances in Geomechanics

(2008). Negli anni ha partecipato con regolarità a progetti di ricerca finanziati dal MIUR e recentemente ad un progetto COST-Action finanziato dalla Comunità Europea. E' autrice di circa 60 articoli pubblicati su riviste o atti di conferenza con processo di revisione. Ha partecipato all'organizzazione di conferenze nazionali e internazionali, svolge attività di revisione per oltre 20 riviste internazionali ed è membro dell'Editorial Board di Rock Mechanics and Rock Engineering, Springer e dell'International Journal of Geomechanics, ASCE. Attualmente, i suoi campi di interesse riguardano gli scavi in sotterraneo, le dighe e costruzioni in terra, la geotermia superficiale per il riscaldamento e raffrescamento di edifici e infrastrutture.