

## LE ACQUE SOTTERRANEE: RISORSA DA SALVAGUARDARE E DA TEMERE

a cura della prof.ssa Laura Scesi – Idrogeologia

### Descrizione del corso

Le acque che si trovano nel sottosuolo e che derivano dall'infiltrazione delle piogge, dalla fusione delle coltri nevose o dalle perdite dei corsi d'acqua superficiali sono una **risorsa indispensabile** per la sopravvivenza delle specie viventi. Di tutta l'acqua presente sulla terra soltanto il 2,5% è costituito da acqua dolce (il 95% si trova negli oceani in forma di acqua salata). Sul totale di acqua dolce, le acque superficiali costituiscono una percentuale minima, mentre le **acque sotterranee** sono preponderanti. Ecco quindi che la gestione, lo sfruttamento e la salvaguardia delle risorse idriche sotterranee sono di vitale importanza per tutti noi. L'**idrogeologia** è la scienza che studia le acque sotterranee ed è finalizzata:

- 1) all'identificazione delle strutture acquifere sia nei terreni che nelle rocce;
- 2) alla definizione dei principali parametri idrogeologici, quali porosità, permeabilità, trasmissività ecc.;
- 3) alla caratterizzazione del movimento delle acque sotterranee, tramite la definizione delle relative leggi di moto, quali ad esempio la Legge di Darcy e di Dupuit.

Studiare le acque sotterranee è necessario anche perché queste ultime possono rappresentare importanti fattori di rischio, ad esempio interferendo con la realizzazione e la vita di strutture e infrastrutture costruite dall'uomo – quali strade, gallerie, dighe ecc. – o fungendo da innesco dei movimenti franosi (rischio idrogeologico).

### 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.

### Altri docenti coinvolti

Prof. Donatella Sterpi – Geotecnica.

### Struttura del corso

#### *Modulo 1:*

Alla base degli studi idrogeologici vi è sicuramente la conoscenza delle **strutture acquifere**, ovvero come si formano tali strutture e quali sono le loro caratteristiche, che sappiamo variare a seconda della natura dei materiali (terre sciolte o rocce) entro cui le acque scorrono. Una volta identificati i terreni (acquiferi) che possono contenere l'acqua (falde acquifere), diventa fondamentale comprendere a che profondità si trova l'acqua (**quota piezometrica**) in una determinata zona e come, avendo a disposizione differenti quote piezometriche, sia possibile ricostruire l'ideale superficie che collega tutti questi livelli (superficie piezometrica). La ricostruzione della superficie piezometrica, rappresentata tramite **curve di livello**, consente di capirne il suo andamento (es. direzione di flusso, provenienza dell'alimentazione, oscillazioni piezometriche nel tempo, ecc.).

#### Modulo 2:

Per comprendere come si muove l'acqua all'interno dei terreni o delle rocce è invece fondamentale conoscere sia le **proprietà dell'acqua** – come densità e viscosità (dinamica e cinematica) – che le **proprietà dei terreni**, quali: porosità totale, porosità efficace, indice dei vuoti, capacità di ritenzione, permeabilità e trasmissività. Alla luce di tali conoscenze è possibile definire le **leggi** che governano la **circolazione idrica** sotterranea, denominate legge di Darcy e legge di Dupuit. Tutto ciò consente di capire che cosa succede quando si alterano le condizioni naturali, come ad esempio che cosa succede quando si estrae acqua da uno o più pozzi per l'**approvvigionamento idrico**, oppure come si muovono le **sostanze inquinanti** che vengono sversate nelle acque sotterranee o come queste ultime possono essere protette dagli inquinamenti.

#### Modulo 3:

La ricostruzione del modello idrogeologico ha molteplici utilizzi, infatti consente di:

- 1) **Gestire le risorse idriche** sia nel mezzo poroso (terre sciolte) che in quello fratturato (rocce);
- 2) Studiare e gestire i fenomeni di **contaminazione**;
- 3) Studiare i siti soggetti a **franamento**;
- 4) Studiare le problematiche idrogeologiche legate alla **realizzazione di strade**, opere in sotterraneo (**gallerie**), **dighe**, ecc.

In questo terzo modulo verranno presentati esempi applicativi relativi a ciascun aspetto elencato in precedenza. In particolare si esamineranno la grande frana di Maierato (Vibo Valentia) e l'interferenza tra la falda acquifera di Milano e le linee metropolitane.

#### Modulo 4:

L'acqua sotterranea gioca infine un ruolo determinante sulla **stabilità dei terreni e dei versanti**. L'acqua contribuisce nel lambire gli argini e i versanti, nel saturare i terreni modificandone la **pressione interna**, nel filtrare esercitando un'azione di trascinamento. L'acqua induce quindi **sollecitazioni** meccaniche e idrauliche, spesso a variazione ciclica, con cui i terreni devono trovare costantemente nuovi equilibri, a volte difficili da raggiungere. Ne sono esempi evidenti tutti gli eventi di **instabilità** di versante, inclusi quelli indotti dalla presenza di un invaso artificiale. Inoltre l'acqua può portare un terreno soggetto a sisma al fenomeno di **liquefazione**, che consiste nella fluidificazione della terra, con completa perdita di capacità di sostenere fondazioni e strutture. Schemi di calcolo semplici aiutano a capire il contributo dell'acqua nel delicato confine fra stabilità e collasso.

#### Note biografiche

**Laura Scesi** – laureata in Scienze Geologiche all'Università degli Studi di Milano, è stata, fino a gennaio 2020, Professore Ordinario di Geologia Applicata presso il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale del Politecnico di Milano ed è stata titolare dei corsi di “Rilevamento Geologico-Tecnico” (primo anno Laurea Triennale) e “Geologia-Tecnica” (primo anno Laurea Magistrale). A partire da ottobre 2015 è membro attivo di un Tavolo Tecnico e Scientifico istituito dal Comune di Milano, congiuntamente al Politecnico, a Metropolitana Milanese, Città Metropolitana e Regione Lombardia, per affrontare i temi riguardanti la riapertura parziale dei Navigli. Durante gli anni di attività ha partecipato, come responsabile scientifico, a progetti di ricerca, ha stipulato contratti di consulenza tecnico-scientifica nel campo geologico applicativo, idrogeologico e geominerario ed ha effettuato numerose ricerche riguardanti i seguenti argomenti: protezione e valorizzazione delle risorse naturali; studi sulla circolazione idrica nelle rocce tramite metodologie di tipo strutturale; studi dei movimenti franosi finalizzati alla riduzione del rischio ad essi connesso; studi geologico-applicativi relativi alle opere in sotterraneo (soprattutto per quanto riguarda i meccanismi che controllano le venute d'acqua in gallerie) e ricerche inerenti l'interferenza tra strutture e infrastrutture sotterranee e falde acquifere. Ha pubblicato più di 100 lavori scientifici e una decina di libri.