



## CORSO DI MODELLAZIONE APPLICATA AGLI IMPIANTI DI GEOSCAMBIO A CIRCUITO APERTO

### Docenti

[Francesca Lotti](#)  
[Gabriele Bernagozzi](#)  
[Luigi Lana](#)

IDROGEOLOGIA.net



School of  
hydrogeological  
modelling &  
Project-related  
strategies



Ente di  
Formazione  
Accreditato

## Descrizione del Corso

Il corso avrà un taglio pratico e si propone di rendere i partecipanti in grado di realizzare un modello semplificato di flusso e di trasporto di calore, specificatamente costruito allo scopo di valutare gli effetti di impianti di geoscambio a bassa entalpia a ciclo aperto, in termini di:

1. Estensione del plume termico;
2. Effetti di cortocircuitazione termica;
3. Disturbo piezometrico associato ad emungimento e reimmissione.

Il corso prevederà una prima panoramica generale sul funzionamento di MODFLOW, MT3DMS e ModelMuse, integrata da una sintesi dei concetti teorici di base. Cuore del corso è la redazione di un progetto reale a partire dai dati iniziali di progetto, fino allo sviluppo degli scenari previsionali.

I software/codici utilizzati includeranno:

- QGIS, Excel, PAST, MLU
- MODFLOW, MT3DMS (USGS)
- ModelMuse (USGS)

La metodologia proposta nel corso è stata applicata con successo ai fini autorizzativi ad un alto numero di impianti, particolarmente in Regione Lombardia, Toscana, Lazio (*nel Lazio è recentemente entrato in vigore il Regolamento Regionale 4/1/22 n.2*). Oltre allo svolgimento della parte numerica, saranno date indicazioni su come completare la Relazione Tecnica in termini di contenuti e resa grafica degli elaborati.

Il corso sarà ospitato sulla [piattaforma](#) e-learning di [SYMPLE](#).

### Cosa è incluso

- Accesso alle lezioni in diretta
- Materiale per svolgere le esercitazioni
- Accesso alla piattaforma e-learning anche dopo la fine del corso
- Forum dedicato al corso per inviare domande e commenti

### Come accedere

Il corso è svolto tramite lezioni online dal vivo e materiale organizzato nella piattaforma e-learning di SYMPLE. Le lezioni dal vivo possono comunque essere riviste anche in seguito in quanto registrate e caricate in piattaforma.

### Durata

Il corso prevede 7 Sessioni Live On-Line distribuite in 7 giornate, per un totale di **35 h** di corso. **Crediti APC** per Geologi.

### Registrazione & costi

- 600€\* (esente IVA)
- Studenti, borsisti, dottorandi: 350€ (esente IVA)

\*A richiesta, la quota di iscrizione può essere pagata in rate mensile senza interessi.

SCADENZA REGISTRAZIONE:  
Preferibilmente entro il 2 MAGGIO  
**Modulo di registrazione**



## CORSO DI MODELLAZIONE APPLICATA AGLI IMPIANTI DI GEOSCAMBIO A CIRCUITO APERTO

### Docenti

[Francesca Lotti](#)  
[Gabriele Bernagozzi](#)  
[Luigi Lana](#)

IDROGEOLOGIA.net



School of  
hYdrogeological  
modelling &  
Project-related  
strategies



### Programma del Corso

#### 19 Maggio (orario: 9-13; 14-18)

- **Introduzione del corso (Lotti)**
- **Sessione 1: Concetti di base (Lotti, 4h)**
  - Flusso in mezzi porosi
  - Condizioni al contorno
  - Proprietà dell'acquifero
- **Sessione 2a: Costruzione del modello concettuale ai fini numerici (Lotti, 4h)**
  - Introduzione del caso studio e relativo GIS
  - Cenni di geostatistica
  - Creazione delle superfici del modello tramite tecniche geostatistiche (software PAST4)

#### 25 Maggio (orario: 9-13; 14-18)

- **Sessione 2b: Costruzione del modello concettuale ai fini numerici (Lana-Lotti, 4h)**
  - Analisi dei carichi idraulici e creazione delle superfici piezometriche tramite tecniche geostatistiche (software PAST4)
  - Interpretazione delle prove di pompaggio tramite software MLU
  - Delimitazione del dominio da modellare
- **Sessione 3a: Costruzione del modello numerico stazionario (Bernagozzi-Lotti, 4h)**
  - Introduzione all'interfaccia di MODFLOW ModelMuse (USGS)
  - Esercizio introduttivo per acquisire familiarità con l'interfaccia

#### 31 Maggio (orario: 9-13)

- **Sessione 3b: Costruzione del modello numerico stazionario (Bernagozzi, 4h)**
  - Costruzione della griglia e relativo *refinement*
  - Costruzione delle superfici di separazione dei diversi layers
  - Impostazione delle condizioni al contorno e proprietà idrogeologiche dell'acquifero
  - Modello di flusso in regime stazionario

#### 9 Giugno (orario: 14-17)

- **Sessione 4: Modellazione del trasporto di calore (Lotti, 3h)**
  - Cenni di trasporto del calore, proprietà termiche dell'acquifero e funzionamento degli impianti di geoscambio
  - Assegnazione delle proprietà termiche dell'acquifero
  - Modello di trasporto di calore in regime stazionario

#### 23 Giugno (orario: 9-13)

- **Sessione 5: Modello numerico di flusso e trasporto di calore in regime transitorio (Bernagozzi, 4h)**
  - Discretizzazione temporale in base a schema di funzionamento dell'impianto
  - Impostazione dei pozzi di presa e resa e relative serie temporali di funzionamento
  - Modello di flusso e trasporto di calore in regime transitorio

#### 21 Luglio (orario: 9-13)

- **Sessione 6: Elaborazione degli scenari previsionali (Lana-Lotti, 4h)**
  - Impostazione di 3 scenari a diversi valori di conducibilità idraulica e dispersività con valutazione di:
    - Serie temporali di temperatura in pozzi di presa e punti di osservazione
    - Estensione della bolla di calore al raggiungimento dell'equilibrio termico
    - Massima deformazione piezometrica indotta dall'impianto in esercizio
  - Esempio di redazione del report descrittivo
- **Lavoro individuale:** (opzionale)  
Redazione di un report partendo da un nuovo dataset e svolgendo in modo autonomo gli step modellistici appresi durante il corso.

#### 1 Settembre (orario: 9-13)

- **Sessione 7: Discussione e conclusione del corso con correzione/dibattito sull'esercizio assegnato (Lotti, 4h)**