



# 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



## 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, costruito con lo scopo specifico 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 dei codici di modellazione numerica (MODFLOW e codici correlati) e dell'interfaccia grafica gratuita 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 utilizzati includeranno:

- QGIS, Excel, PAST, MLU
- ModelMuse (USGS)
- GW Chart (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 della Scuola di Modellazione Idrogeologica [SYMPLE](#).



*Preliminarmente a questo corso, si consiglia di seguire il corso gratuito "Modellazione delle acque sotterranee con ModelMuse", messo a disposizione da SYMPLE.*

## Cosa è incluso

- Accesso alle lezioni in diretta
- Accesso alle lezioni registrate anche dopo la fine del corso
- Materiale per svolgere le esercitazioni
- Chat Telegram di supporto dedicata 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 possono comunque essere riviste anche in seguito in quanto registrate e caricate in piattaforma.

## Durata

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

## Registrazione & costi

- 700 €\* (esente IVA)
- Sconto 40% per studenti, borsisti, dottorandi (420 €)

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

REGISTRAZIONE:  
tramite  
[SYMPLE Store](#)



# 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

### 25 Settembre (orario: 14:30-18:30)

- **Introduzione del corso (Lotti)**
- **Sessione 1: Concetti di base (Lotti, 4h)**
  - Flusso in mezzi porosi
  - Condizioni al contorno
  - Proprietà dell'acquifero

### 26 Settembre (orario: 14:30-18:30)

- **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)

### 02 Ottobre (orario: 14:30-18:30)

- **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

### 03 Ottobre (14:30-18:30)

- **Sessione 3a: Costruzione del modello numerico stazionario (Bernagozzi-Lotti, 4h)**
  - Introduzione all'interfaccia grafica di MODFLOW ModelMuse (USGS)
  - Esercizio introduttivo per acquisire familiarità con l'interfaccia

### 10 Ottobre (14:30-18:30)

- **Sessione 3b: Costruzione del dominio del modello (Bernagozzi-Lotti, 4h)**
  - Costruzione della griglia e relativo refinement
  - Costruzione delle superfici dei diversi layers

### 16 Ottobre (orario: 14:30-18:30)

- **Sessione 3c: Costruzione del modello numerico stazionario (Bernagozzi, 2h):**
  - Impostazione delle condizioni al contorno e proprietà idrogeologiche dell'acquifero per il modello di flusso in regime stazionario
- **Sessione 4: Modellazione del trasporto di calore (Lotti, 2h)**
  - Cenni di trasporto del calore, proprietà termiche dell'acquifero e funzionamento degli impianti di geoscambio
  - Assegnazione delle proprietà termiche dell'acquifero

### 17 Ottobre (orario: 11:00-13:00, 14:30-18:30)

- **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 schema di funzionamento nel tempo
  - Modello di flusso e trasporto di calore in regime transitorio
- **Sessione 6: Elaborazione degli scenari previsionali (Lana-Lotti, 2h)**
  - 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

### 13 Novembre (orario: 15:00-18:00)

- **Sessione 7 (Facoltativa): Discussione e conclusione del corso con correzione/dibattito sull'esercizio assegnato (Bernagozzi-Lana-Lotti, 3h)**