



## CORSO DI MODELLAZIONE APPLICATA AD IMPIANTI GEOTERMICI A BASSA ENTALPIA



### Docenti

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



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, specificatamente costruito allo scopo di valutare gli effetti di impianti geotermici 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
- MODFLOW, MT3DMS
- Model Muse

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 video-lezioni e alle lezioni in diretta
- Materiale per svolgere le esercitazioni
- Accesso alla piattaforma e-learning anche dopo la fine del corso (fino al 4 settembre 2022)
- Forum dedicato al corso per inviare domande e commenti

### Come accedere

Il corso sarà svolto su piattaforma e-learning con video-lezioni già caricate congiuntamente a lezioni online dal vivo per lo svolgimento delle esercitazioni.

### Durata

Il corso prevede video-lezioni (13 h) e Sessioni Live (22 h) distribuite in 5 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 3 rate da 200 euro.

**SCADENZA REGISTRAZIONE: 20 MAGGIO**  
**[Modulo di registrazione](#)**



# CORSO DI MODELLAZIONE APPLICATA AD IMPIANTI GEOTERMICI A BASSA ENTALPIA



## Docenti

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



School of  
hydrogeological  
Modelling &  
Project-related  
strategies



## Programma del Corso

### 27 Maggio

Introduzione del corso e istruzioni per lo svolgimento

#### Sessione 1: Concetti di base (4h)

- Flusso in mezzi porosi
- Cenni di trasporto del calore

#### Sessione 2: Costruzione del modello concettuale ai fini numerici (4h)

- Elaborazione dei logs stratigrafici
- Superfici del modello
- Carichi idraulici e creazione di superfici piezometriche
- Delimitazione dell'area da modellare

### Video-lezioni da seguire entro il 10 Giugno

#### Sessione 3: Introduzione a ModelMuse (13h)

- Dalle soluzioni analitiche alle soluzioni numeriche
- Modellazione del flusso idrico sotterraneo con MODFLOW in ModelMuse
- Modellazione del trasporto di calore con MT3DMS in ModelMuse

### 10 Giugno

#### Sessione 4: Costruzione del modello numerico stazionario (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 coerentemente con i dati osservati e la cartografia idrogeologica esistente
- Modello di flusso in regime stazionario
- Assegnazione delle proprietà termiche dell'acquifero
- Modello di trasporto di calore in regime stazionario

### 17 Giugno

#### Sessione 5: Costruzione del modello numerico transitorio (6h)

- Discretizzazione temporale in base a schema di funzionamento dell'impianto
- Impostazione dei pozzi di presa e resa e relative time series di funzionamento
- Assegnazione delle proprietà idrogeologiche e termiche
- Modello di flusso in regime transitorio
- Modello di trasporto di calore in regime transitorio

### 24 Giugno

#### Sessione 6: Elaborazione degli scenari (4h)

- Impostazione di 3 scenari a diversi valori di conducibilità idraulica e dispersività
- Per ogni scenario, export e resa grafica delle serie temporali della temperatura nel tempo nei pozzi di presa e in 2 punti di osservazione
- Per ogni scenario, export e resa grafica dell'estensione della bolla di calore al raggiungimento dell'equilibrio termico
- Per ogni scenario, export e resa grafica della massima deformazione piezometrica indotta dall'impianto in esercizio
- Esempio di redazione del report descrittivo

#### Lavoro individuale: (opzionale)

Redazione di un report completo partendo da un nuovo dataset relativo ad un impianto diverso da quello utilizzato durante il corso. La relazione potrà essere sottoposta ai docenti che forniranno correzioni e suggerimenti.

#### Sessione 7: Discussione e conclusione del corso

Contatti e info