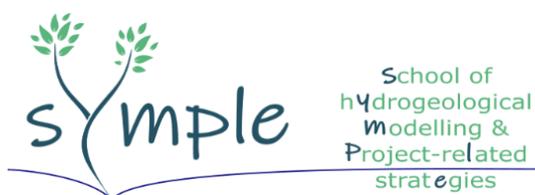


### Panoramica del corso

Il Corso è articolato in 5 giornate durante le quali si alterneranno lezioni teoriche ed esercizi pratici. Si partirà da un'introduzione generale alla modellazione numerica del codice di calcolo MODFLOW e dell'interfaccia grafica Groundwater Vistas. Verranno poi introdotti come e secondo quali criteri basare la costruzione di un modello numerico, come definirne i parametri, le condizioni al contorno e tutti gli input necessari allo scopo, sia in condizioni stazionarie che transitorie. Si passerà poi all'introduzione dei diversi codici e packages utilizzabili grazie all'interfaccia Groundwater Vistas, quali versioni di MODFLOW (MODFLOW-2000, MODFLOW-2005, MODFLOW-NWT, e MODFLOW-USG), pacchetti avanzati di MODFLOW (MODPATH, MNW, SFR, LAK, e GWM) e codici di trasporto (MT3DMS, MT3D-USGS e SEAWAT), applicando ciascuno di essi ad esercizi pratici project-oriented.

Il corso prevede una sessione on-line preliminare finalizzata ad introdurre il corso e verificare che tutti i partecipanti abbiano correttamente installato i software necessari. Il corso avrà luogo a Vetralla (VT) con inizio lunedì 13 marzo. Si concluderà sempre on-line con un follow-up dedicato alla discussione del lavoro da svolgere in autonomia e a tutte le eventuali domande sorte a valle del corso in aula. Tutte le lezioni del corso (on-line e on-site) saranno anche integralmente registrate e caricate su piattaforma e-learning per essere riviste con più calma in un secondo momento.



13-17 Marzo 2023

### Docenti



**Daniel Feinstein** ha lavorato nel campo dell'Idrogeologia quantitativa per 35 anni. Ha studiato modellazione delle acque sotterranee al New Mexico Institute of Mining and Technology e alla University of Wisconsin-Madison, prima di lavorare come consulente su progetti di bonifica per Papadopulos & Associates e Geraghty & Miller. Nel 1997 è entrato a far parte dell'USGS dove si è specializzato in studi interpretativi che coinvolgono la modellazione regionale delle acque sotterranee, la simulazione delle

interazioni tra le acque sotterranee/acque superficiali e la simulazione del trasporto di contaminanti naturali e di calore. Feinstein è professore a contratto presso il Geosciences Department of the University of Wisconsin-Milwaukee e da anni tiene corsi di modellazione in Italia. Da Gennaio 2021 è membro del Comitato Scientifico di SYMPLE.

**Francesca Lotti**, PhD, è idrogeologa, modellista, docente, partner Kataclima srl Società Benefit e fondatrice della Start-up innovativa SYMPLE. Ha 20 anni di esperienza nelle indagini di campo e nella modellazione numerica con MODFLOW e FEFLOW di siti contaminati, miniere, sistemi geotermici, acquiferi costieri e progetti di dewatering ed altro. Collabora con istituzioni di ricerca e società a livello nazionale ed internazionale. Dal 2001 al 2014 ha svolto attività di ricerca presso l'Università degli Studi della Tuscia; dal 2008 è docente all'Università di Camerino, dove ha seguito numerose tesi magistrali e di dottorato. Tiene regolarmente corsi professionali, tutoring aziendali e lezioni presso Master di II livello.



**Giovanni Formentin**, ingegnere per l'ambiente e il territorio. Lavora dal 2002 come consulente e ricercatore nei campi dell'idrogeologia e della gestione delle risorse idriche. In particolare, sviluppa modelli di flusso e trasporto alla gestione delle risorse idriche e a siti contaminati, finalizzati alla caratterizzazione quali-quantitativa, alla progettazione di interventi di bonifica e al controllo dell'intrusione salina. Sui siti contaminati ha svolto attività e realizzato modelli per i principali siti petrolchimici e raffinerie italiani. Ha inoltre svolto studi di gestione delle acque e modelli numerici sugli acquiferi regionali, in Italia e all'estero. Attualmente è

technology leader della modellazione numerica presso HPC Italia e ricercatore part-time presso l'Università di Vienna. Da Gennaio 2021 è membro del Comitato Scientifico di SYMPLE.

### Programma del corso

#### Lunedì 13 marzo – Giornata 1

- \* 8.30 Distribuzione del materiale del corso
- \* 9.00 Introduzione alla modellazione  
*10.30 Coffee break*
- \* 10.45 Breve lezione sulla struttura di MODFLOW e GWV
- \* 11.30 **Workshop 1**, parte I: Costruzione di un modello esemplificativo con GWV
  - o Griglia e Parametri degli acquiferi
  - o Condizioni al contorno
  - o Aggiunta di una sollecitazione idraulica
  - o Creazione automatica dei file di input*13.00 Pausa pranzo*
- \* 14.30 Elementi chiave di un modello numerico:
  - o Bilancio di massa
  - o Scelta dei parametri e delle sollecitazioni
  - o Impostazione del flusso verticale
  - o Coefficiente di immagazzinamento
  - o Scelta del risolutore
  - o Simulazione di una prova di pompaggio → esercizio supplementare **MOD-CASO**
- \* 15.15 **Workshop 1**, parte II:
  - o Visualizzazione e analisi dei risultati del modello
  - o uso del modello in regime non-stazionario
  - o simulazione di flussi 3-D con **MODFLOW**
- \* 16.00 Analisi dei fenomeni di advezione
  - o Tracciamento delle linee di flusso
  - o Delimitazione delle zone di captazione
  - o **MODPATH***16.30 Coffee Break*
- \* 16.45 **Workshop 2**:
  - o Visualizzazione delle linee di flusso con MODPATH in ambiente GWV
  - o Confronto: tracciamento "backward" vs "forward"
  - o Analisi "endpoint"
  - o Confronto tra "weak sink" e "strong sink"
- \* 18.00 Elementi avanzati di MODPATH: discussione dell'opzione IFACE per superare il problema del "weak sink"  
*18.30 Conclusione della giornata*

#### Martedì 14 marzo – Giornata 2

- \* 8.30 Elementi chiave di **MODFLOW**
- \* 9.30 **Workshop 3**: Progetto di un sistema di *dewatering*
  - o Costruzione "autonoma" del modello
  - o Taratura del modello con analisi di sensibilità e previsione *dewatering*
- \* 10.30 Superamento del problema delle celle asciutte con **MODFLOW-NWT**:
  - o Teoria del risolutore Newton-Raphson
  - o Vantaggi del metodo: confronto con PCG*11.15 Coffee break*
- \* 11.30 **Workshop 4**: modello esemplificativo con **MODFLOW-NWT**:
  - o Impostazione del risolutore NWT
  - o Sensibilità della soluzione ai parametri NWT
- \* 12.15 Simulazione degli scambi tra acque superficiali e falda con **MODFLOW-2000**:
  - o Interazione tra idrologia superficiale e sotterranea: introduzione concetto di "stream routing"
  - o Metodi sperimentali per determinare la portata di magra ai fini della calibrazione
  - o Pacchetti **STR** e **LAK***13.00 Pausa pranzo*
- \* 14.30 **Workshop 5**:
  - o Impostazione delle condizioni al contorno per i corsi d'acqua: **RIV** → **STR**
  - o Collegamento del pacchetto **STR** a pacchetto **LAK**.
- \* 15.45 Nuove opzioni di **MODFLOW-2005**:
  - o Pacchetto **SFR2***16.30 Coffee Break*
- \* 16.45 **Workshop 6**: simulazione dei livelli dei corpi idrici in presenza di pozzi: **STR** → **SFR2**
- \* 17.45 Applicazione di **SFR2** alla simulazione del cambiamento climatico  
*18.15 Conclusione della giornata*

13-17 Marzo 2023

### Mercoledì 15 marzo – Giornata 3

- \* 8.30 Introduzione al deflusso verticale, sensibilità, calibrazione e target di flusso → Esercizio supplementare **ADVMOD**
- \* 9.15 Discussione: "Common Mistakes/Bad Models"
- \* 10.00 Pacchetto **MNW**: *Multiple Node Well*
- \* 10.30 Opzioni di **MNW**  
*10.45 Coffee Break*
- \* 11.00 **Workshop 7**: Soluzione del problema di pozzi multi-strato: modello regionale
- \* 11.45 Nuove opzioni di **MNW2** e applicazione ad una prova di pompaggio
- \* 12.15 **Workshop 8**: Analisi di budget e modelli per la simulazione delle "sources of water" verso i pozzi  
*13.00 Pausa pranzo*
- \* 14.30 Trasporto di inquinanti negli acquiferi:
  - o Inquinamento
  - o Meccanismi fisici e chimici:
    - effetto del comportamento della sorgente
    - effetto della velocità media
    - effetto della dispersività
    - effetto dello scambio con la matrice solida
    - effetto del decadimento, "attenuazione naturale"
- \* 15.15 Introduzione a **MT3DMS**
- \* 15.30 **Workshop 9**: Messa a punto di un modello di trasporto esemplificativo
  - o Uso del modello per la stima del rischio*16.15 Coffee Break*
- \* 16.30 Equazione del trasporto, pacchetti di **MT3D**, cenni sull'adsorbimento
- \* 17.15 **Workshop 10**: Applicazione di **MT3D** per la localizzazione di pozzi di bonifica e scelta della portata di emungimento  
*18.15 Conclusione della giornata*

### Giovedì 16 marzo – Giornata 4

- \* 8.30 Discussione: risolutori di **MT3DMS**
- \* 9.00 Discussione: Attenuazione Naturale
- \* 9.45 Introduzione a **MT3D-USGS** con GWV8
- \* 10.30 Panoramica del pacchetto **UZF** per simulare la zona insatura  
*11.00 Coffee Break*
- \* 11.15 **Workshop 11** (*descrizione*): Scambi fiume/falda e flusso insaturo/saturo con trasporto: il caso dei nitrati
- \* 11.25 **Workshop 12** (*descrizione*): reazioni cinetiche e con accettori di elettroni: il caso del Benzene
- \* 11.30 **Workshop 13**: Sistemi di bonifica: il caso dei solventi.  
*13.00 Pausa pranzo*
- \* 14.30 **SEAWAT**: Introduzione alla modellazione dell'intrusione salina:
  - o Casi di studio a titolo esemplificativo
  - o Trattamento matematico della densità variabile
- \* 15.15 **Workshop 14**: Conversione di modello **MODFLOW/MT3DMS** a modello **SEAWAT**  
*16.15 Coffee Break*
- \* 16.30 Cenni per costruire un valido modello a densità variabile.
- \* 16.45 **Workshop 15**: Impostazione di un modello di intrusione salina per simulare gli effetti dei pozzi:
  - o taratura del modello a densità variabile
  - o utilizzo del modello in modalità previsionale
  - o ottimizzazione di un campo pozzi in presenza di acqua salmastra profonda
- \* 17.45 Breve discussione su **SWT\_V4** per la simulazione del trasporto di calore  
*18.15 Conclusione della giornata*

13-17 Marzo 2023

### Venerdì 17 marzo – Giornata 5

- \* 8.30 Ottimizzazione della gestione delle acque sotterranee con **GWM-MODFLOW-2000**:
  - o Variabili decisionali
  - o Funzioni obiettivo
  - o *Constraints*
  - o Matrici di risposta
  - o Analisi dell'output
- \* 9.30 Esempio di applicazione: ottimizzazione del prelievo tra pozzi superficiali e profondi condizionata di molteplici *constraints*
- \* 10.00 **Workshop 16**:
  - o Le opzioni di **GWM** in GWV
  - o Casi studio dell'USGS: collocazione di nuovi pozzi nella pianura costiera del New Jersey per minimizzare l'abbassamento e l'intrusione salina
  - o Preparazione dell'input per il modello
  - o Analisi dei risultati del caso studio con **GWM**
- 11.00 *Coffee Break*
- \* 11.15 **MODFLOW-USG**:
  - o Griglia non-strutturata
  - o Processo **CLN**: *connected linear networks*
  - o Pacchetto **GNC**: *ghost nodes*
  - o Panoramica sulla documentazione
- \* Opzioni di GWV8 per **MODFLOW-USG**
- \* 12.00 **Workshop 17**: impostazione di griglie non strutturate con GWV8
  - o Inserimento di un modello locale all'interno di un modello regionale
  - o Infittimento 3D alla scala locale
- \* 12.45 Caso studio con **MF-USG**: uso di una griglia *Quadtree* per dare rilievo agli stress locali come pozzi, corsi d'acqua, ecc.
- \* 13.15 **Workshop 18**: Infittimento *Quadtree* della griglia con GWV8

14.00 *Conclusione del corso on-site*

### Sessione On-Line post-corso

La data della sessione on-line conclusiva sarà concordata con i partecipanti e avrà luogo uno o due mesi dopo il corso in presenza.

Ogni corso "intensivo" ha il rischio di generare confusione, in particolare in chi è alle prime armi. Dopo anni di esperienza nella formazione in campo modellistico, abbiamo messo a punto una consuetudine molto apprezzata dai partecipanti: l'ultimo giorno di corso viene assegnato un esercizio da svolgere in autonomia, applicando i concetti e le tecniche acquisite durante il corso.

Durante lo svolgimento del "compito per casa" è possibile rivedere le registrazioni del corso, oltre che contattarci per avere assistenza. In questo modo il partecipante si mette alla prova e capisce quali passaggi gli rimangono più difficili.

"Far modelli" è complicato, l'unico modo per imparare davvero è provare (e riprovare) sbagliando... meglio quindi iniziare a sbagliare su un esercizio invece che su un progetto vero!



SYMPLE è una Start-up Innovativa fondata nel 2021 che intende **promuovere e facilitare la comprensione, l'uso e la valutazione dei modelli numerici idrogeologici attraverso un programma multidisciplinare associato all'uso di strategie volte a risolvere problemi specifici.**

### Info & Registrazione

#### Cosa è incluso

- Accesso alle lezioni dal vivo (sia in aula che da remoto)
- Software e istruzioni di installazione fornite 1 mese prima del Corso
- Materiale per eseguire gli esercizi
- Accesso alla piattaforma e-learning per rivedere le lezioni registrate fino al 30 giugno 2023
- Crediti APC per Geologi
- Coffee breaks

#### Frequenza del corso

Il corso può essere frequentato solo in presenza, a meno di esigenze particolari per cui può essere predisposto il collegamento a distanza. La sede fisica del corso si trova a [Vetralla \(VT\)](#), a circa 60 km da Roma.

#### Costi

*SYMPLE* è Ente di Formazione Accreditato (EFA), pertanto il prezzo indicato è esente da IVA ai sensi dell'art.10 D.P.R. 633/72.

- Regular: 900 €
- IAH/SGI: 800 €
- Studenti/ECHN: 400 €
- Sconti disponibili per gli iscritti alla 2° ed. della [Scuola SYMPLE](#)
- Possibilità di rateizzazione senza interessi



#### Modulo di Registrazione

I posti sono limitati a 20 partecipanti  
Scadenza per la Registrazione: 15.01.2023

*Viviamo in un posto meraviglioso, circondato da boschi selvaggi e a due passi dal lago vulcanico di Vico... Contattateci per suggerimenti sulle strutture ricettive convenzionate e consigli su come raggiungerci!*