



## UIT Summer School 2013 Termofluidodinamica dei Sistemi Bifase

Certosa di Pontignano, 9 - 14 Settembre 2013

Direttore: Dr. Gian Piero Celata - ENEA

*Affrontare problemi di scambio termico e di massa in sistemi bifase è una situazione che si presenta assai frequentemente a chi si occupa di ricerca o di progettazione nell'ambito dell'ingegneria di processo o di produzione di energia. La complessità dei fenomeni e la conseguente molteplicità di tecniche di analisi e simulazione fanno sì che gli strumenti a disposizione di ricercatori e progettisti richiedono una formazione specifica che generalmente non viene fornita nei percorsi universitari.*

*Il corso della XIII Scuola Estiva UIT mira a fornire la basi sperimentali e teoriche e le tecniche di analisi più efficaci per affrontare tali problemi.*

*L'invito alla partecipazione è rivolto ai dottorandi di ricerca che svolgono una tesi su un argomento attinente alla termofluidodinamica, ma la partecipazione è aperta a ricercatori universitari e dell'industria ed a professionisti del settore termotecnico interessati all'apprendimento dei fondamenti, delle tecniche sperimentali e numeriche per un approccio di studio e di progettazione di sistemi bifase.*

### Programma del corso

- **Pool boiling.** Generalità sul pool boiling: curva di ebollizione, equilibri di fase, tensione superficiale ed equilibrio di un'interfaccia curva. Meccanismi di base dell'ebollizione: nucleazione, crescita e distacco della bolla. Innesco dell'ebollizione, ebollizione nucleata, flusso termico critico, regimi post-critici: meccanismi e correlazioni di scambio termico. Effetti parametrici in pool boiling, effetto dei campi di forza (Prof. Paolo Di Marco)
- **Ebollizione nucleata su superfici piane o alettate: effetto del confinamento e della giacitura della superficie.** Ebollizione nucleata non confinata su superfici piane ed alettate. Modifica della prestazioni termiche, di superfici piane ed alettate, al variare della giacitura e del confinamento. Correlazioni di scambio termico nel caso di ebollizione nucleata confinata. (Prof. Mario Misale)
- **Flow boiling.** Generalità sul flow boiling: regimi di deflusso e di scambio termico, frazione di vuoto, innesco dell'ebollizione (ONB), ebollizione satura e sottoraffreddata. Flusso termico critico: generalità, fenomenologia, strumenti di calcolo (correlazioni e modelli), tecniche di enhancement: ebollizione satura e sottoraffreddata. ebollizione in microcanali ed in microgravità. Ebollizione di miscele binarie (Dr. Gian Piero Celata)
- **Spray cooling.** Spray/Droplet Cooling: definizioni, caratteristiche, grandezze fondamentali, applicazioni. Fenomenologia: aspetti termici e dinamici dello spray cooling; impatto di gocce su superfici ed effetti di raffreddamento delle stesse. Approcci sperimentali: metodi intrusivi e non intrusivi. Approcci numerici e modellizzazione: i limiti dei codici CFD nel settore dello spray cooling. Sviluppi e innovazione: sistemi sprinkler e water-mist nelle applicazioni antincendio degli spray liquidi (Prof. Paolo Tartarini)
- **Geometrie non convenzionali.** Condotti elicoidali: sviluppo di generatori di vapore con fasci tubieri elicoidali per i reattori nucleari innovativi, cadute di pressione in monofase e bifase, instabilità in canali in parallelo. Giunzioni a T: cadute di pressione in deflusso monofase e bifase, separazione delle fasi, regimi di deflusso (Prof. Mario De Salve)
- **Misure dinamiche di liquid holdup con tecniche ad impedenza.** Flow patterns in gas-liquid e solid-liquid flows. Misure locali e medie di liquid holdup mediante fibre ottiche e sonde ad ago, integrazione e rivelazione delle fasi, misure medie (cross sectional). Misure di impedenza e fluidi elettricamente conduttivi. Geometria delle sonde: elettrodi ad anello, semi-anello, di forma speciale. Relazioni teoriche per la distribuzione spaziale dell'impedenza e delle fasi. Flussi orizzontali e verticali con acqua come mezzo continuo. Stato dell'arte, risultati sperimentali di liquid holdup e derivazione di parametri associati (Prof. Marco Fossa)
- **Condensazione a film e a gocce.** Condensazione a film entro canali. Condensazione in mini- e microcanali: effetti di diametro e forma del canale, effetto di inclinazione, tecniche sperimentali, metodi di simulazione numerica. Condensazione a gocce: effetto della qualità superficiale, superfici nanostrutturate, sperimentazione (Prof. Davide Del Col)
- **Scambio termico e comportamento dinamico con fluidi supercritici.** Simulazione dello scambio termico con fluidi supercritici. Stabilità in condotti riscaldati con fluidi supercritici e in circuiti in circolazione naturale. Applicazione di codici di CFD e di sistema. Circolazione naturale con fluidi monofase e supercritici. Modellistica e adottata per l'analisi della stabilità lineare e nonlineare confronto con esperimenti. Condensazione a film in presenza di noncondensabili. Generalità sulla fenomenologia e sulla modellistica. Applicazioni CFD e confronto con dati sperimentali (Prof. Walter Ambrosini)
- **Aspetti fisici e modellizzazione di sistemi liquido-liquido.** Generalità, esempi, soluzioni analitiche. Modello Euleriano-Euleriano: derivazione delle equazioni mediate; principali modelli di chiusura; modelli a due fluidi per casi monodimensionali (pipe flow). Analisi dei principali regimi di flusso in condotti: stratificato, disperso, anulare; mappe di flusso e criteri di transizione; calcolo delle perdite di carico e dell'hold-up. Inversione di fase. Cenni ai meccanismi di coalescenza e frammentazione (Prof. Pietro Poesio)
- **Simulazione fisica di interazioni fluid particles/bubbles/droplets.** Direct Numerical Simulation e Large Eddy Simulation: vantaggi e accuratezza. Lagrangian tracking e metodi di interpolazione. Esempi di subgrid scale motions, collisioni particella-parete e interazioni fra particelle. Stato dell'arte di ricerche condotte con le metodologie descritte (Prof. Alfredo Soldati, Dr. Christian Marchioli)

## Docenti del corso

Prof. **Walter Ambrosini**, Università di Pisa; Dr. **Gian Piero Celata**, ENEA; Prof. **Davide Del Col**, Università di Padova; Prof. **Mario De Salve**, Politecnico di Torino; Prof. **Paolo Di Marco**, Università di Pisa; Prof. **Marco Fossa**, Università di Genova; Dr. **Cristian Marchioli**, Università di Udine; Prof. **Mario Misale**, Università di Genova; Prof. **Pietro Poesio**, Università di Brescia; Prof. **Alfredo Soldati**, Università di Udine; Prof. **Paolo Tartarini**, Università di Modena e Reggio Emilia

## Materiale didattico

Prima dell'inizio della Summer School saranno disponibili in formato PDF le presentazioni dei diversi argomenti realizzate dai docenti sul nuovo sito dell'UIT (<http://www.uitonline.eu>). Il materiale didattico aggiornato (in formato PDF) verrà inviato su CD a tutti i partecipanti alla Summer School al termine della stessa.

## Sede

La Summer School sarà tenuta nella prestigiosa sede della [Certosa di Pontignano](#) (Siena); altre informazioni possono essere ottenute direttamente dal sito della Certosa.

## Programma orario

L'arrivo è previsto al pomeriggio della Domenica. La Summer School si svolgerà dal lunedì mattina al venerdì pomeriggio con il seguente programma:

8.00	Prima colazione
8.45 - 10.30	Modulo didattico
10.30	Coffee-break
10.45 - 12.30	Modulo didattico
13.00	Pranzo al Ristorante
14.45 - 16.00	Modulo didattico
16.00	Coffee-break
16.15 - 18.00	Modulo didattico
20.00	Cena al Ristorante

Il mercoledì pomeriggio sarà lasciato a disposizione dei partecipanti. La partenza è prevista per il sabato, ora di pranzo

## Informazioni

Il costo dell'iscrizione è di 700 Euro e comprende la partecipazione alla Summer School, i coffee break durante le lezioni, la pensione completa dal pranzo di Lunedì 9 settembre alla cena di venerdì 13 settembre. Per gli interessati a richiesta (incluso nella quota di iscrizione) sarà possibile usufruire del pranzo di sabato 14 settembre.

Per iscriversi, scaricare il modulo di iscrizione (in formato [PDF](#) o [RTF](#)) e inviarlo via fax alla sig.ra Maria Rosa Carli (0577 354 740) entro il 20 luglio 2013.

Per altre informazioni contattare:

Dr. Gian Piero Celata, Direttivo della Summer School 2013, [celata@enea.it](mailto:celata@enea.it)

Prof. Sara Rainieri, Segretario UIT, [sara.rainieri@unipr.it](mailto:sara.rainieri@unipr.it)

Prof. Enzo Naso, Presidente UIT, [vincenzo.naso@unina.it](mailto:vincenzo.naso@unina.it)