



società consortile a r.l. - Cap. Soc. € 685.020,00 i.v.  
 Cod. fisc. e P.IVA 01695130599 - Iscr. Reg. Impr. LT 21236 Iscr. R.E.A. LT 104475  
 Sede Legale: 04100 Latina - Via Carrara 12/A (Loc. Tor Tre Ponti)

**Laboratorio**

03013 Ferentino (FR) - Via Casilina, 246 (km 68 Casilina nord)  
 tel. **0775/24.00.13** – fax **0775/24.51.90**

e-mail [masi@parcopalmer.it](mailto:masi@parcopalmer.it)

web [www.parcopalmer.it](http://www.parcopalmer.it)

## **Descrizione Tecnica del Servizio Offerto**

### **CORSO SPECIALISTICO DI FORMAZIONE PER LA MODELLAZIONE NUMERICA DI PROBLEMI TERMOFLUIDODINAMICI MEDIANTE L'USO DI SOFTWARE OPENSOURCE LIBERAMENTE SCARICABILE**

#### **Introduzione**

La fluidodinamica computazionale (CFD) consiste nello studio di problemi inerenti il moto dei fluidi, la trasmissione del calore e fenomenologie associate mediante simulazioni al computer. In ambito industriale, la CFD sta riscuotendo un interesse sempre crescente come strumento di supporto sia alla progettazione che all'ottimizzazione di componenti e sistemi il cui funzionamento è basato sui principi della termofluidodinamica. Mentre infatti in passato tali tecniche erano utilizzate prevalentemente in ambiente accademico, sviluppate prevalentemente nel corso specifici programmi di ricerca, l'attuale disponibilità, a prezzi relativamente contenuti, di calcolatori dalla notevole potenza di calcolo e di software commerciali dotati di sofisticate interfacce utente hanno reso la fluidodinamica computazionale (CFD) facilmente utilizzabile nell'analisi di problemi ingegneristici in ambito industriale. In particolare, la fluidodinamica computazionale è ad oggi applicata con successo e con evidenti vantaggi economici ad una vasta gamma di problemi, tra cui: analisi aerodinamica di veicoli e velivoli; analisi idrodinamica di navi; processi di combustione; analisi di flussi all'interno di turbomacchine; studio di processi chimici; previsioni meteorologiche; studio di problemi biologici in ambito medico; modellazioni di sistemi di riscaldamento/climatizzazione, comfort termico; modellazione di impianti di conversione dell'energia, etc. Va tuttavia evidenziato che, da una parte, l'acquisto di moderni codici di calcolo commerciali richiede significativi investimenti economici e, dall'altra, il loro utilizzo richiede conoscenze di base multidisciplinari, che spaziano dalla capacità di lavorare con complesse equazioni differenziali alle derivate parziali, alla conoscenza ingegneristica approfondita delle fenomenologie da modellare, fino alla conoscenza degli aspetti inerenti le misure termofluidodinamiche, necessarie ad una corretta validazione dei risultati ottenuti.

Grazie ai recenti sviluppi della ricerca, tuttavia, sono stati resi disponibili software di tipo OpenSource con licenza GPL che consentono di eseguire tutti i passi necessari per uno studio completo inerente la fluidodinamica computazionale: disegno del dominio di calcolo; realizzazione della griglia computazionale; risoluzione numerica del problema termofluidodinamico; post-processamento dei risultati. Questa tipologia di software non richiede in generale importanti investimenti economici, ma richiede che il loro utilizzatore sia adeguatamente formato. Detta formazione, vista come un investimento, può portare a profitti enormi. La disponibilità di codici OpenSource consente sempre più di eseguire modellazioni con livelli di dettaglio talmente elevati da essere ormai largamente impiegati in attività di ricerca scientifica specialistica.

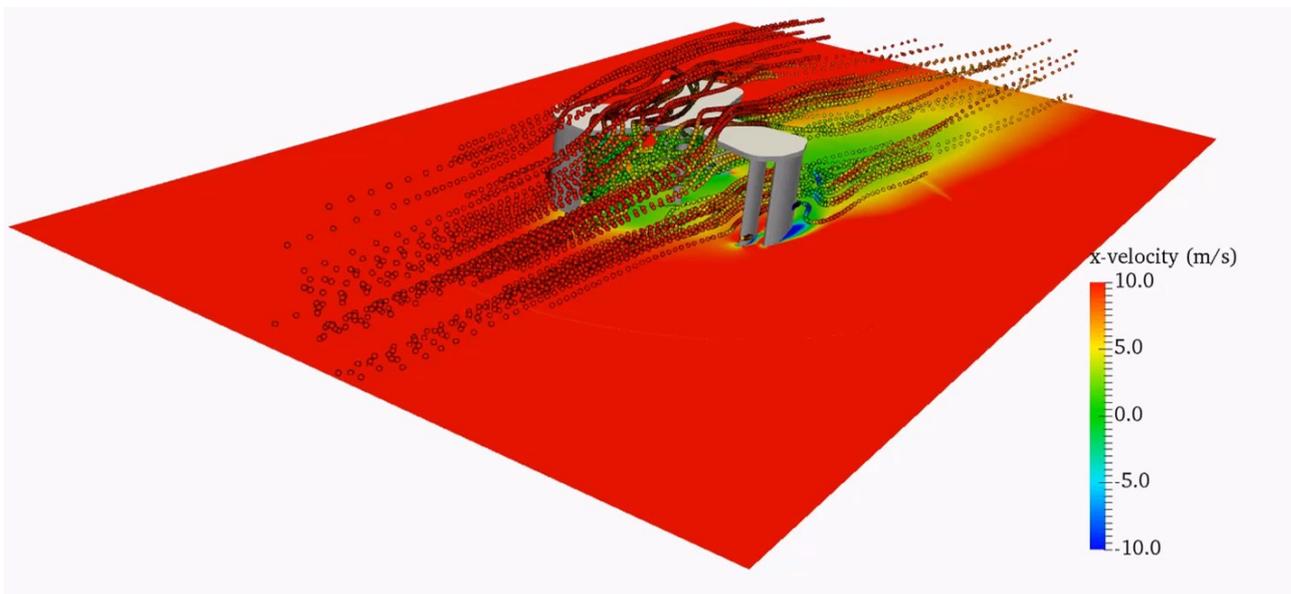


## Obiettivi del corso

L'obiettivo del corso è fornire gli strumenti teorici e pratici necessari all'utilizzo critico delle moderne tecniche di analisi numerica ingegneristica dei complessi problemi di scambio di massa, quantità di moto e di energia nei fluidi. Oltre ai necessari richiami matematici ed all'approfondimento dei concetti base inerenti i meccanismi di scambio termico, il corso presenta i concetti base inerenti le formulazioni matematiche e gli algoritmi numerici comunemente utilizzati per la risoluzione delle equazioni di conservazione della massa, della quantità di moto e dell'energia in regime laminare e turbolento, sia isoterma che non isoterma. In particolare, l'obiettivo del corso consiste fornire ai discenti tutte le conoscenze necessarie a:

- modellare correttamente un problema fisico termofluidodinamico;
- preparare l'ambiente di lavoro installando e configurando tutti i software necessari, con particolare riferimento ai software del tipo OpenSource;
- realizzare una modellazione numerica termofluidodinamica a partire dal disegno del dominio di calcolo e dalla realizzazione della griglia, fino al post-processamento e validazione dei risultati.

È quindi prevista una estesa attività pratica al computer sotto la guida del docente. Al termine del corso i discenti avranno le conoscenze necessarie per la preparazione dell'ambiente software ed esecuzione di simulazioni termofluidodinamiche utilizzando esclusivamente software di tipo OpenSource liberamente scaricabili.



*Esempio di modellazione numerica fluidodinamica di una turbina eolica ad asse verticale utilizzando i software OpenSource OpenFoam e Paraview liberamente scaricabili.*

Il corso è organizzato in 2 moduli di livello crescente, con l'obiettivo di fornire al discente la possibilità di seguire entrambi i moduli o solamente uno di essi, in funzione del suo livello di preparazione. Ogni modulo è articolato su 2 giornate per un totale di 16 ore. Nel costo del corso sono compresi coffee break e pranzi come previsti da programma.



## Programma del Modulo 1 del corso (Livello Intermedio) 21-22 giugno 2018

### Prima Giornata

9:00-11:00 - Richiami di Termodinamica e Trasmissione del calore

11:00-13:00 – Concetti base sulle equazioni del moto dei fluidi per flussi laminari isotermi in regime stazionario;

13:00-14:00 - Pausa Pranzo

14:00-16:00 - Concetti base sulla modellazione CFD: pre-processamento; processamento e post-processamento.

16:00-18:00 – Attività al calcolatore: preparazione ambiente software di lavoro

### Seconda Giornata

9:00-11:00 – Validazione dei risultati: analisi di un caso di flusso isoterma e non isoterma in un canale in regime laminare

11:00-13:00 – Attività al calcolatore: realizzazione del dominio di calcolo e della griglia computazionale utilizzando software OpenSource;

13:00-14:00 - Pausa Pranzo

14:00-16:00 - Attività al calcolatore: risoluzione del problema ed analisi di sensibilità alla griglia computazionale utilizzando software OpenSource;

16:00-17:30 - Attività al calcolatore: post-processamento dei dati e validazione dei risultati ottenuti utilizzando software OpenSource;

17:30-18:00 Esame finale di autovalutazione

### Destinatari

Tecnici progettisti che desiderano apprendere o approfondire i concetti base inerenti le moderne tecniche di simulazione numerica, quale utile strumento di supporto per la progettazione e l'ottimizzazione di componenti termodinamici nel settore industriale, attraverso l'approfondimento teorico e numerico dei fenomeni di trasporto di massa, energia e quantità di moto ad essi associati.

### Prerequisiti

Il corso è destinato a tecnici e laureati in ingegneria con conoscenze avanzate inerenti la termodinamica e la trasmissione del calore.

### Materiale didattico

Copia delle diapositive utilizzate durante il corso e video-tutorials.

**N.B.** A ciascun partecipante sarà rilasciato un attestato di partecipazione e verrà offerto il pranzo (buffet) e coffee break nei giorni di corso presso la ns. sede di Ferentino (FR)

**Costo del corso per singolo partecipante****€ 850,00**

Per partecipanti della stessa azienda sono previste le seguenti scontistiche:

2 Partecipanti Sconto 10% sul totale

3 Partecipanti Sconto 15% “

4 o più partecipanti Sconto 20% “

**Programma del Modulo 2 del corso (Livello Avanzato) 28-29 giugno 2018****Prima Giornata**

9:00-11:00 – Approfondimenti sulle equazioni del moto dei fluidi;

11:00-13:00 – Modellazione della turbolenza: possibili approcci per le applicazioni industriali;

13:00-14:00 - Pausa Pranzo

14:00-16:00 – Metodo dei volumi finiti: concetti base inerenti gli algoritmi più comuni.

16:00-18:00 – Attività al calcolatore: realizzazione di domini tridimensionale mediante l'uso di software di disegno 3D di tipo OpenSource.

**Seconda Giornata**

9:00-11:00 – Attività al calcolatore: modellazione di un problema turbolento tridimensionale utilizzando i modelli RANS (Reynolds Averaged Navier Stockes); definizione del problema.

11:00-13:00 – Modellazione al calcolatore di un problema turbolento tridimensionale utilizzando i modelli RANS: realizzazione del dominio di calcolo e della griglia computazionale utilizzando software di tipo OpenSource.

13:00-14:00 - Pausa Pranzo

14:00-16:00 - Modellazione al calcolatore di un problema turbolento tridimensionale utilizzando i modelli RANS: imposizione delle condizioni al contorno ed esecuzione della simulazione di tipo OpenSource.

16:00-17:30 - Modellazione al calcolatore di un problema turbolento tridimensionale utilizzando i modelli RANS: post-processamento dei dati ed approfondimenti utilizzando software di tipo OpenSource.

17:30-18:00 Esame finale di autovalutazione

**Destinatari**

Tecnici progettisti che desiderano apprendere o approfondire aspetti avanzati inerenti le moderne tecniche di simulazione numerica per problemi tridimensionali turbolenti isotermi, quale utile strumento di supporto per la progettazione e l'ottimizzazione di componenti termodinamici nel settore industriale, attraverso l'approfondimento teorico e numerico dei fenomeni di trasporto di massa, energia e quantità di moto ad essi associati.



## Prerequisiti

Il corso è destinato a tecnici e laureati in ingegneria con conoscenze avanzate inerenti la termodinamica e la trasmissione del calore.

## Materiale didattico

Copia delle diapositive utilizzate durante il corso e video-tutorials.

**N.B.** A ciascun partecipante sarà rilasciato un attestato di partecipazione e verrà offerto il pranzo (buffet) e coffee break nei giorni di corso presso la ns. sede di Ferentino (FR)

**Costo del corso per singolo partecipante**

**€ 900,00**

Per partecipanti della stessa azienda sono previste le seguenti scontistiche:

2 Partecipanti Sconto 10% sul totale

3 Partecipanti Sconto 15% “

4 o più partecipanti Sconto 20% “

## Condizioni Generali di Fornitura

Non si procederà all'effettuazione delle prestazioni in offerta in assenza del ricevimento di un regolare ordine scritto o della restituzione della presente firmata per accettazione

L'accreditamento della procedura di prova non implica che il prodotto è approvato dall'Organismo di Accreditamento.

L'accreditamento ACCREDIA è relativo alle prove e tarature contrassegnate con (x) e di cui alle rispettive tabelle di accreditamento, le prove e tarature contrassegnate con (o) sono subappaltate a Laboratori omologhi convenzionati con Pa.L.Mer che si assume la responsabilità delle prove in subappalto.

Eventuali istruzioni per il campionamento, ove applicabili, saranno comunicate in fase di accettazione dell'ordine.

Salvo espresse disposizioni, incluse quelle cogenti a carico del Laboratorio, laddove non diversamente specificato il campione viene conservato in magazzino per un tempo massimo di 30 gg dalla data di esecuzione delle prove.

Il rapporto di prova/taratura non può in nessun caso essere utilizzato dal Cliente per fini pubblicitari o promozionali.

Le registrazioni delle prove/tarature effettuate verranno conservate per un periodo di 10 anni.

**Informativa sulla privacy ai sensi del D.Lgs. 196/2003.** Ai sensi dell'art. 13 del Codice in materia di protezione dei dati personali (D.Lgs. 196/2003) Vi informiamo che i dati personali forniti saranno trattati con la massima riservatezza e sicurezza nel rispetto della normativa sopra richiamata. Essi non verranno in alcun modo comunicati a terzi ma saranno trattati, anche con l'ausilio di mezzi elettronici o comunque automatizzati, per accedere ai servizi richiesti - Qualsiasi richiesta su questo argomento può essere indirizzata a Pa.L.Mer. Scrl, Titolare del trattamento, utilizzando i riferimenti riportati nel presente documento.

ORGANIZZAZIONE CON SISTEMA DI GESTIONE  
CERTIFICATO UNI EN ISO 9001:2008

**Pa.L.Mer. scari**  
ing. Antonio Masi

### PER ACCETTAZIONE:

<b>Vs Ordine n°</b>	_____	<b>Data</b>	_____
<b>Nome</b>	_____	<b>Cognome</b>	_____
		<b>Funzione aziendale</b>	_____
<b>Partita IVA</b>	_____	<b>Codice Fiscale</b>	_____
<b>Timbro</b>	_____	<b>Firma</b>	_____