

Nome	Fluidodinamica Numerica
Acronimo	CFD
Responsabile	Gennaro Coppola
Membri	Alessandro Aiello, PhD student
Links	
Obiettivo Il gruppo di Fluidodinamica Numerica è attivo nella ricerca sia teorica che applicata nel campo della simulazione numerica di problemi di fluidodinamica. L'attività recente si è concentrata sullo studio e sulla progettazione di metodi numerici innovativi per flussi comprimibili e incomprimibili. Per quanto riguarda i flussi comprimibili, i contributi più importanti sono stati forniti nell'ambito degli schemi numerici 'structure preserving', con l'obiettivo di mettere a punto metodi accurati e robusti per la simulazione numerica di flussi turbolenti in regime comprimibile. Studi recenti hanno permesso la determinazione di condizioni generali per la conservazione locale e globale degli invarianti primari (massa e quantità di moto) e secondari (energia cinetica, entropia ecc.) per formulazioni alle differenze finite e ai volumi di controllo per le equazioni relative a flussi comprimibili e, più in generale, per equazioni di trasporto rilevanti in problemi di fluidodinamica. Questa attività ha completato una precedente analisi sistematica delle proprietà di conservazione discrete di schemi non dissipativi per i termini convettivi nelle equazioni di bilancio comprimibili, e ha fornito una caratterizzazione piuttosto completa delle formulazioni discrete che preservano l'energia cinetica e l'entropia per le equazioni di Eulero comprimibili, anche nel caso di equazioni di stato arbitrarie (ovvero per gas non ideali). L'analisi ha inoltre condotto a nuovi 'splitting' con proprietà di conservazione discreta esatta dell'entropia e dell'energia cinetica, nonché alla verifica discreta della condizione di equilibrio di pressione. Per quanto riguarda i flussi incomprimibili, il gruppo ha sviluppato e testato metodi pseudo-simpletici di integrazione temporale di tipo Runge-Kutta per le equazioni di Navier-Stokes incomprimibili, con applicazioni ancora rivolte alla simulazione numerica di flussi turbolenti. A differenza dei metodi impliciti, che possono essere costruiti in modo da conservare l'energia della soluzione, gli schemi sviluppati sono espliciti di ordine p in grado di preservare l'energia cinetica fino all'ordine q, con $q > p$. L'uso di metodi espliciti con proprietà di migliore conservazione dell'energia è interessante per i problemi dominati dalla convezione, specialmente nel caso di simulazione diretta e 'large eddy' di flussi turbolenti. Altri contributi dati dal gruppo riguardano lo sviluppo di metodi di proiezione 'economici' dal punto di vista computazionale per la discretizzazione delle equazioni di Navier-Stokes incomprimibili. Tali metodi si basano sull'integrazione temporale esplicita delle equazioni di Navier-Stokes semi-discretizzate con un metodo di Runge-Kutta (RK nel quale viene risolta una sola equazione di Poisson per la pressione a ogni passo temporale, con conseguente riduzione del costo computazionale). Collaborazioni Dr. Carlo De Michele, GSSI Prof. A. E. P. Veldman, University of Groningen Prof. F. Capuano, Technical University of Catalonia Prof. X. Trias, Technical University of Catalonia Pubblicazioni più significative • A. Aiello, C. De Michele and G. Coppola " Entropy conservative discretization of compressible Euler equations with an arbitrary equation of state" J. Comput. Phys. 528, 113836, 2025 • C. De Michele and G. Coppola "Novel pressure-equilibrium and kinetic-energy preserving	

fluxes for compressible flows based on the harmonic mean" J. Comput. Phys. 518, 113338, 2024

- C. De Michele and G. Coppola " Asymptotically entropy-conservative and kinetic-energy preserving numerical fluxes for compressible Euler equations" J. Comput. Phys. 492, 112439, 2023
- G. Coppola and A.E.P.Veldman "Global and local conservation of mass, momentum and kinetic energy in the simulation of compressible flow" J. Comput. Phys. 475, 111879, 2023.
- C. De Michele and G. Coppola "Numerical treatment of the energy equation in compressible flows simulations" Comput. Fluids 250, 105709, 2023.
- C. de Michele, F. Capuano, G. Coppola, "Fast-Projection Methods for the Incompressible Navier–Stokes Equations"Fluids Volume 5, Issue 4, Article number 222, 2020.
- G. Coppola, F. Capuano, L. De Luca, "Discrete energy-conservation properties in the numerical simulation of the Navier-Stokes equations" Applied Mechanics Reviews, 71 (1), 010803, 2019.
- G. Coppola, F. Capuano, S. Pirozzoli, L. de Luca, "Numerically stable formulations of convective terms for turbulent compressible flows" J. Comput. Phys. 382, pp. 86-104, 2019.
- F. Capuano, G. Coppola, L. Randez and L. de Luca, "Explicit Runge-Kutta schemes for incompressible flow with improved energy-conservation properties" J. Comput. Phys. 328, pp. 86-94, 2017.
- F. Capuano, G. Coppola, M. Chiatto and L. de Luca, "Approximate projection method for the incompressible Navier-Stokes equations" AIAA J. 54, pp. 2179-2182, 2016.
- F. Capuano, G. Coppola, G. Balarac, L. de Luca "Energy preserving turbulent simulations at a reduced computational cost" J. Comp. Phys. 298, pp. 480-494, 2015.
- F. Capuano, G. Coppola, L. de Luca "An efficient time advancing strategy for energy preserving simulations" J. Comp. Phys. 295, pp. 209-229, 2015.