



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## IDRODINAMICA

**ENZO BUFFONI**

Anno accademico  
CdS

2023/24  
INGEGNERIA DELLE  
INFRASTRUTTURE CIVILI E  
DELL'AMBIENTE

Codice  
CFU

221HH  
6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
IDRODINAMICA	ICAR/01	LEZIONI	60	ENZO BUFFONI

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

Il corso di Idrodinamica si propone di far apprendere agli studenti le modalità di operare in 2 e 3 dimensioni superando lo schema di corrente (1D) proprio dell'idraulica

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

La verifica sarà effettuata mediante un esame orale.

#### *Capacità*

Il corso aumenterà le capacità di apprendere la teoria e l'uso dei codici fluidodinamici CFD

#### *Modalità di verifica delle capacità*

Saranno effettuate esercitazioni numeriche in classe e verifiche in laboratorio.

#### *Comportamenti*

Lo studente potrà sviluppare competenze nella modellazione e risoluzione di problematiche proprie del corso.

#### *Modalità di verifica dei comportamenti*

Discussione in classe relativa a diversi problemi.

#### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Solide conoscenze in matematica e fisica.

#### *Indicazioni metodologiche*

Lezioni teoriche frontali. Esercitazioni numeriche in classe, visite in laboratorio.

#### *Programma (contenuti dell'insegnamento)*

MACROARGOMENTI: (L=60)

- 1) Prolusione al corso, necessità di superare lo schema di corrente (1D), proprietà dei fluidi Significato Num. Di Reynolds
- 2) I metodi sperimentali dell'Idrodinamica, invasivi e non, l'effetto Doppler acustico ed ottico, la PIV
- 3) La cinematica del moto dei fluidi, schemi di Lagrange ed Euler, la continuità di Euler, Jacobiano della trasformazione.
- 4) I principi della dinamica, loro derivazione dal princ. di cons. dell'energia, il tensore degli sforzi, equazioni di Cauchy
- 5) Il legame costitutivo per un fluido newtoniano, tensore degli sforzi, equazioni di Navier-Stokes in forma tensoriale.
- 6) La dinamica del fluido ideale, le equazioni di Euler, le eq. dell'idrostatica e loro diverse applicazioni.
- 7) L'equilibrio relativo, l'integrale di Euler (teor. di Bernoulli), il principio di Bernoulli, Le equaz. di De Saint-Venant., il codice HEC-RAS.
- 8) Il moto irrotazionale a potenziale di velocità. Equazione di Laplace e di Poisson, integrazione numerica: metodo di Gauss-Seidel.
- 9) Il metodo delle singolarità idrodinamiche, il potenziale complesso, il moto uniforme, sorgenti e pozzi.



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

- 10) Il vortice potenziale, il vortice di Rankine, il flusso lungo un semicorpo visto da monte e da valle.
- 11) La coppia sorgente pozzo, la coppia di vortici, il dipolo idrodinamico.
- 12) Il flusso attorno ad un cilindro, il paradosso di D'alembert, il flusso con circuitazione, teorema di Joukowsky.
- 13) I solidi penetranti di Fuhrmann, le scie di Helmholtz, l'apparato di Hel-Shaw. Il metodo delle immagini, forze idrodinamiche tra sorgenti e pozzi.
- 14) La trasformazione conforme, concetti generali, la trasformazione di Schwarz–Christoffel per un angolo retto e generico.
- 15) La trasformazione del cerchio, i profili di Joukowsky, la teoria bidimensionale dell'ala, il confronto con la portanza sperimentale.
- 16) Il moto turbolento, le caratteristiche della turbolenza, l'energia cinetica, l'analisi di Fourier, il distacco di vortici, lo spettro della turbolenza.
- 17) La teoria di Prandtl, la legge della parete: liscia, scabra e del salto di velocità; la correzione di Marchi, la resistenza al moto.

### MACROARGUMENTS: (L = 60)

- 1) Prolusion to the course, need to overcome the current pattern (1D), properties of fluids Meaning Reynolds No.
- 2) The experimental methods of Hydrodynamics, invasive or not, the acoustic and optical Doppler effect, the PIV
- 3) The kinematics of fluid motion, Lagrange and Euler schemes, Euler continuity, Jacobian of transformation.
- 4) The principles of dynamics, their derivation from the princ. cons. of energy, the stress tensor, Cauchy equations
- 5) The constitutive bond for a Newtonian fluid, stress tensor, Navier-Stokes equations in tensor form.
- 6) The dynamics of the ideal fluid, Euler's equations, eqs. hydrostatics and their various applications.
- 7) Relative equilibrium, Euler's integral (Bernoulli's theory), Bernoulli's principle, The equations by De Saint-Venant., the code HEC-RAS.
- 8) The irrotational motion at speed potential. Laplace and Poisson equations, numerical integration: Gauss-Seidel method.
- 9) The method of hydrodynamic singularities, complex potential, uniform motion, springs and wells.
- 10) The potential vortex, the Rankine vortex, the flow along a half-body seen from upstream and downstream.
- 11) The well source pair, the vortex pair, the hydrodynamic dipole.
- 12) The flow around a cylinder, the D'alembert paradox, the flow with circulation, Joukowsky's theorem.
- 13) Fuhrmann's penetrating solids, Helmholtz's trails, Hel-Shaw's apparatus. The method of images, hydrodynamic forces between springs and wells.
- 14) The conformal transformation, general concepts, the Schwarz – Christoffel transformation for a right and generic angle.
- 15) The transformation of the circle, Joukowsky's profiles, the two-dimensional theory of the wing, the comparison with the experimental lift.
- 16) Turbulent motion, characteristics of turbulence, kinetic energy, Fourier analysis, vortex shedding, turbulence spectrum.
- 17) Prandtl's theory, the law of the wall: smooth, rough and velocity defect; the correction of Marchi, the resistance to motion.

### Bibliografia e materiale didattico

E. Buffoni Idrodinamica, edizioni TEP

O. Lamb Hydrodynamics 6th Edition London.

H:R. Vallentine Applied Hydrodynamics second edition London Butterworths.

### Indicazioni per non frequentanti

Il materiale bibliografico indicato è sufficiente per apprendere la materia.

### Modalità d'esame

Esame orale

Ultimo aggiornamento 19/10/2023 14:18