
# Cinematica dei fluidi


**Figura 4.1**
Se il numero di oggetti in movimento è piccolo, come nel caso delle palle da biliardo, è possibile descrivere il moto di ciascuno di essi.

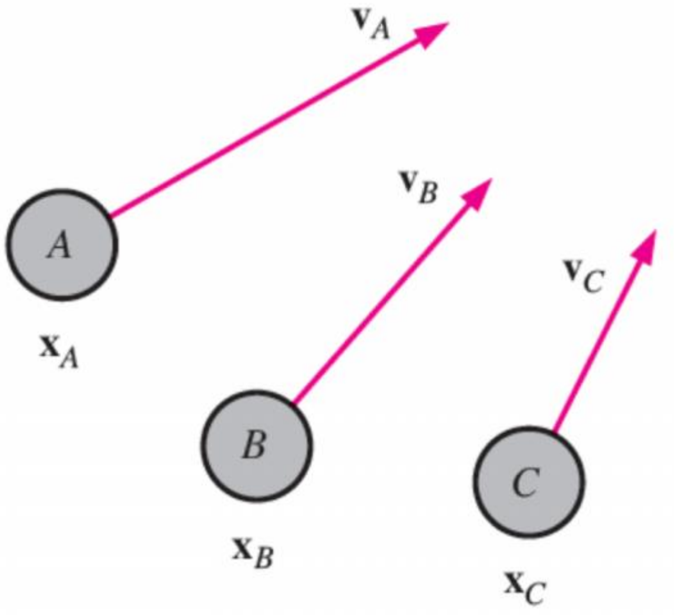
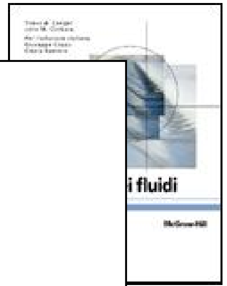



**Figura 4.2**
Con la descrizione lagrangiana del moto, è possibile individuare la posizione e la velocità di ciascuna particella in ogni istante.


**Figura 4.19**
Una *traiettoria* è il luogo dei punti raggiunti da una particella nei successivi istanti.



# Descrizione Lagrangiana

- La descrizione Lagrangiana del campo di moto analizza la posizione (la velocità) delle singole particelle.
- È difficile da usare per analisi pratiche del campo di moto.
  - I fluidi sono composti da *un numero elevatissimo di particelle*. Descrizione delle interazioni ???
- Comunque è utile per applicazioni specializzate
  - Spray, particelle, dinamica delle bolle, gas rarefatti.
  - Metodi accoppiati Euleriani-Lagrangiani.
- Prende il nome dal matematico italiano Giuseppe Luigi Lagrange (1736-1813).

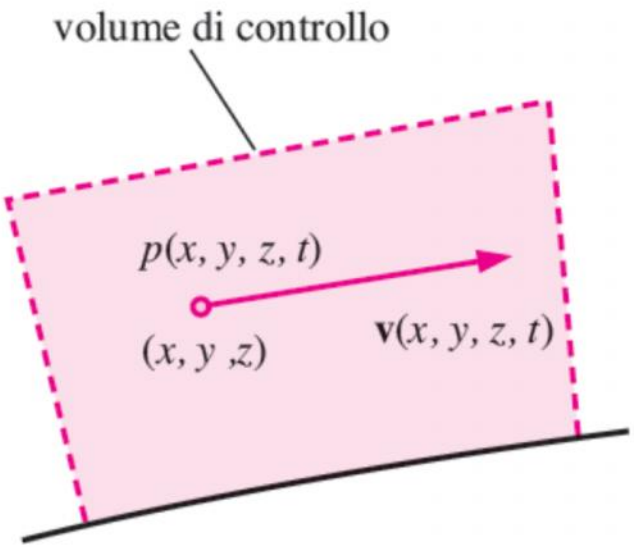



**Figura 4.3**
Con la descrizione euleriana, si definiscono variabili di campo, come la pressione e la velocità, in ogni punto e in ogni istante.

# Descrizione Euleriana

- Descrizione Euleriana del campo di moto: si definisce un **dominio fluido** o un **volume di controllo**, attraverso cui il fluido in moto possa entrare o uscire.
- Si definiscono opportune **variabili di campo** che siano funzioni dello spazio e del tempo.
  - Campo di pressione, P=P(x,y,z,t)
  - Campo di velocità, $\vec{V} = \vec{V}(x,y,z,t)$

$$\vec{V} = u(x,y,z,t)\vec{i} + v(x,y,z,t)\vec{j} + w(x,y,z,t)\vec{k}$$

  - Campo di accelerazione, $\vec{a} = \vec{a}(x,y,z,t)$

$$\vec{a} = a_x(x,y,z,t)\vec{i} + a_y(x,y,z,t)\vec{j} + a_z(x,y,z,t)\vec{k}$$

  - Queste (e altre) variabili di campo definiscono il **campo di moto**.
- Questa formulazione è appropriata per problemi ai valori iniziali al contorno (PDE’s).
- Prende il nome dal matematico svizzero Leonhard Euler (1707-1783).

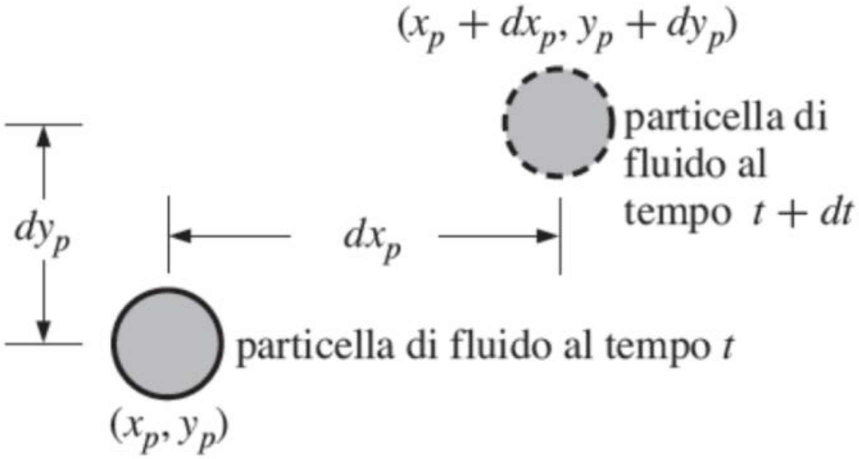




**Figura 4.7**
Quando si segue una particella di fluido nel suo moto, la componente $v_x$ della velocità in direzione $x$ è $v_x = dx_p/dt$. Analogamente, in direzione $y$, è $v_y = dy_p/dt$ e, in direzione $z$, è $v_z = dz_p/dt$.

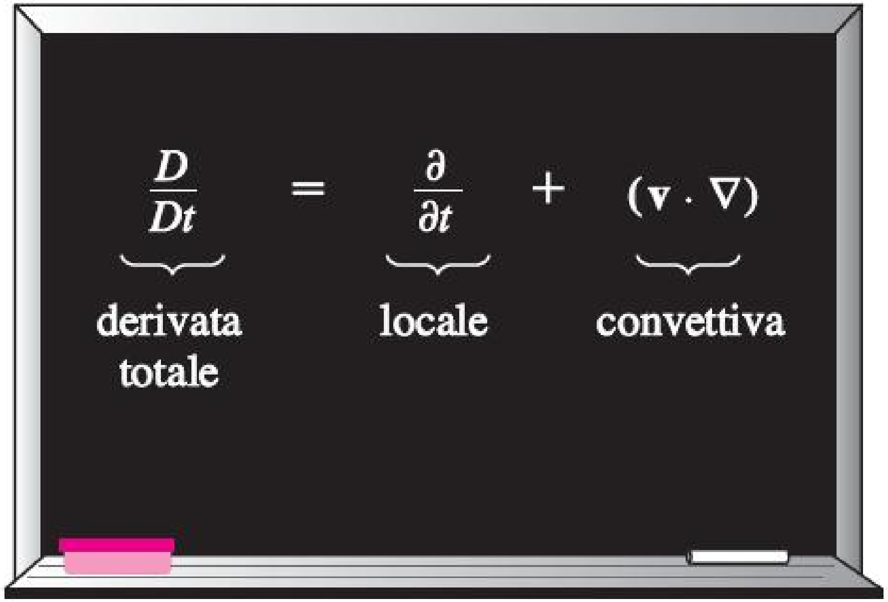




**Figura 4.13**
La derivata totale (o materiale) è somma di una parte *locale* e di una parte *convettiva*.

Il primo termine è detto **accelerazione locale** ed è diverso da zero solo per moti non stazionari.

Il secondo termine è detto **accelerazione convettiva** e tiene conto degli effetti del moto della particella fluida verso una nuova posizione nel campo di moto, dove la velocità sarà differente

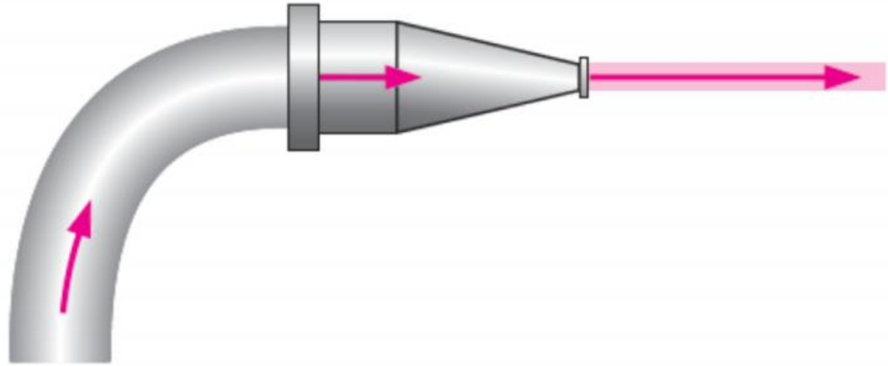



**Figura 4.8**
Lungo l'ugello di un tubo da giardino, una particella di fluido accelera, anche se il moto è permanente, per effetto dell'aumento della velocità tra la sezione di ingresso nell'ugello e quella di uscita.

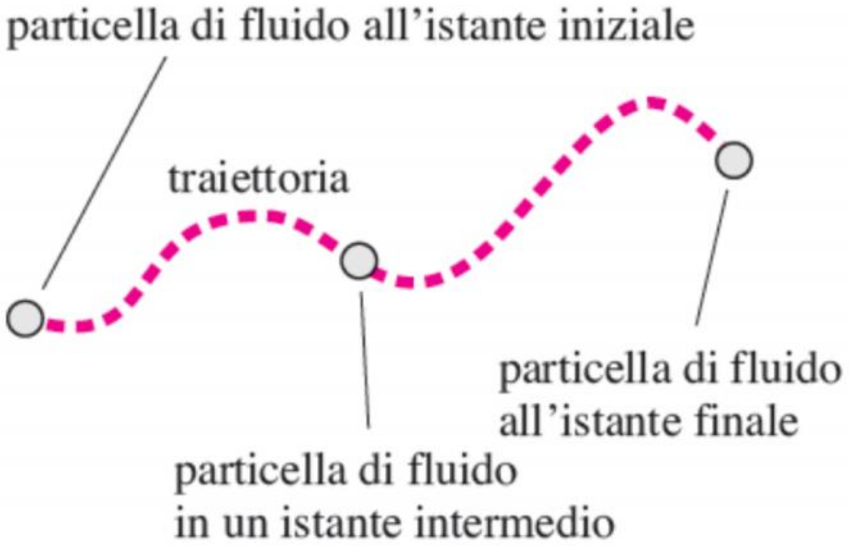



**Figura 4.19**
Una *traiettoria* è il luogo dei punti raggiunti da una particella nei successivi istanti.

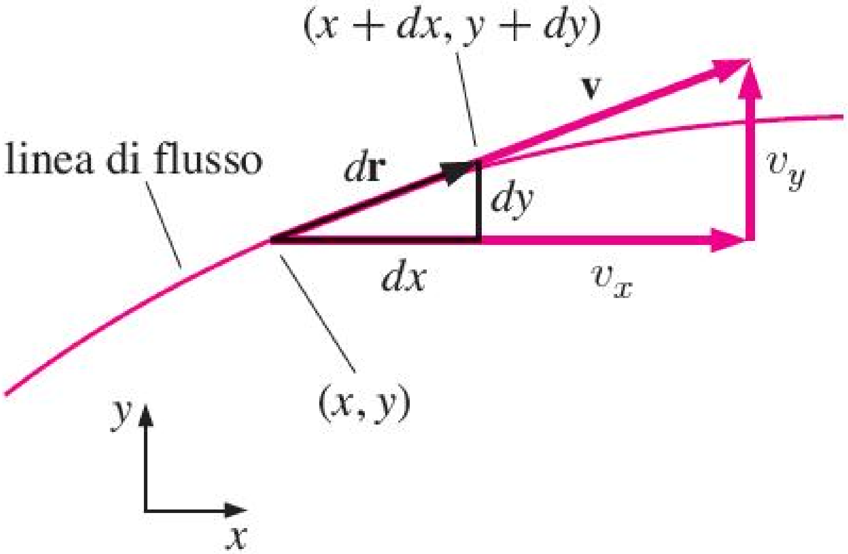
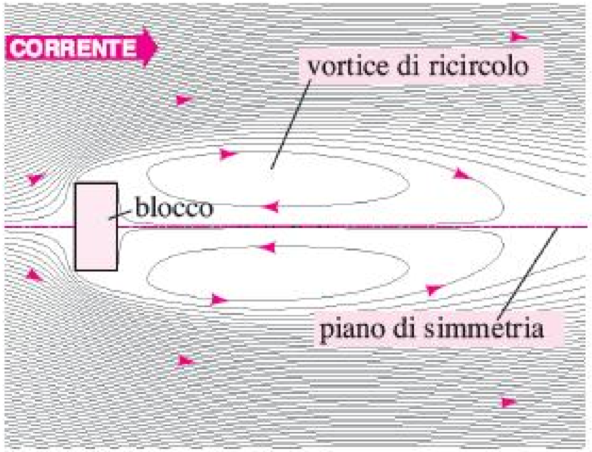
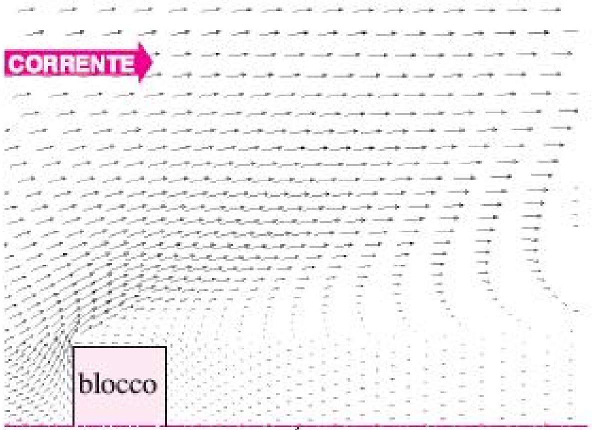



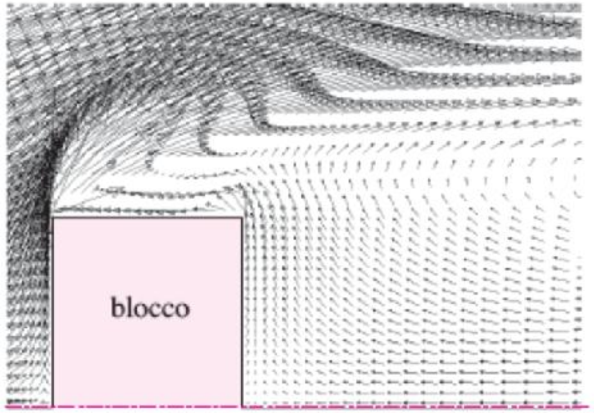

**Figura 4.16**
Un tratto infinitesimo $d\mathbf{r}$ di *linea di flusso* è diretto in ogni punto come il vettore velocità $\mathbf{v}$ in quel punto.




(a)




(b)




(c)

**Figura 4.27**
Risultati di una indagine numerica sul moto di una corrente che investe un blocco rettangolare: (*a*) linee di flusso, (*b*) campo di velocità nella metà superiore, (*c*) campo di velocità in prossimità dell'ostacolo.

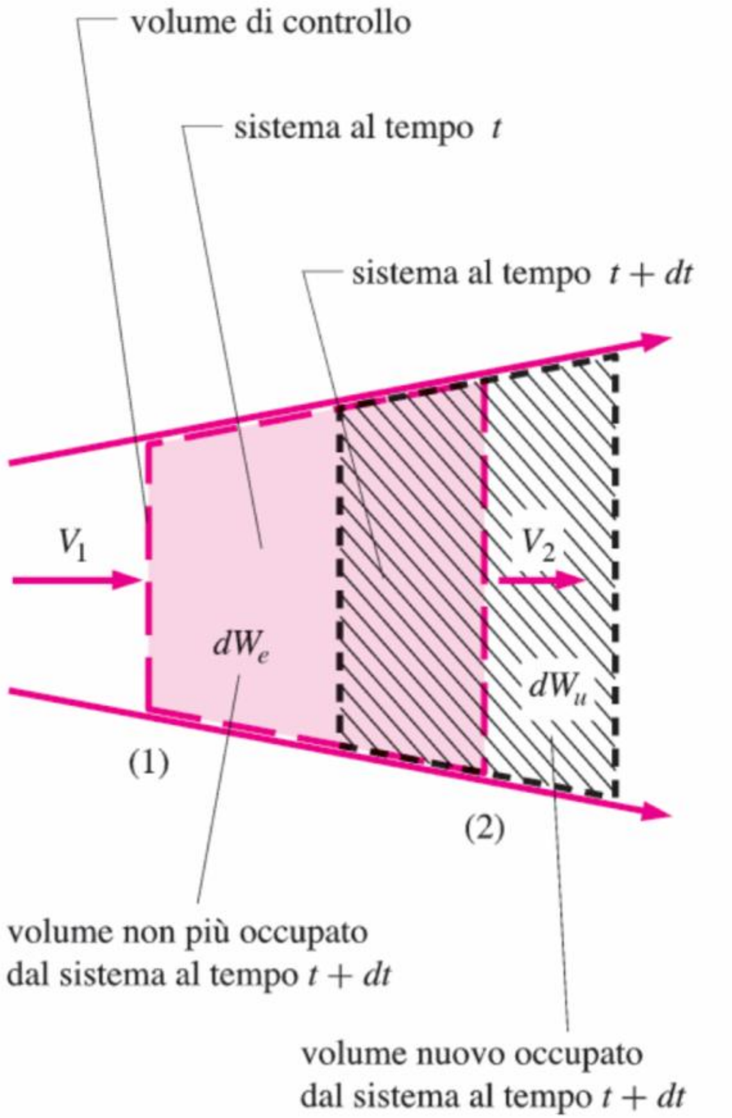
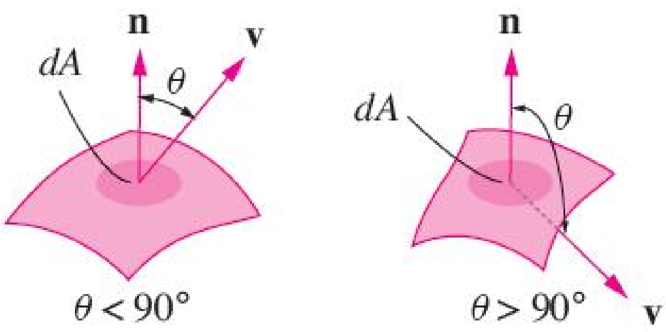



**Figura 4.47**
Sistema e volume di controllo in un tratto divergente di un campo di moto, delimitato lateralmente da linee di flusso, al tempo $t$ e al tempo $t + dt$.


$$\mathbf{v} \cdot \mathbf{n} = vn\cos\theta = v\cos\theta$$

se $\theta < 90°$, $\cos\theta > 0$ (massa uscente)
se $\theta > 90°$, $\cos\theta < 0$ (massa entrante)
se $\theta = 90°$, $\cos\theta = 0$ (flusso nullo)

**Figura 4.49**
Massa entrante o uscente attraverso un elementino infinitesimo di area $dA$ della superficie di controllo.