

# Indice

*IX Premessa*

*XI Prefazione di Richard W. Merritt*

## Ecologia fluviale

3 **CAPITOLO 1 – L’acqua, un elemento unico**

3 1.1 Caratteristiche dell’acqua

4 1.1.1 Una sostanza particolare, 4 1.1.2 Il ciclo dell’acqua, 4

6 1.2 Caratteristiche chimiche delle acque fluviali

1.2.1 Chimismo delle acque fluviali, 6 1.2.2 Temperatura, 13

15 **CAPITOLO 2 – Richiami di Idraulica Fluviale**

16 2.1 Definizioni fondamentali in Idraulica Fluviale

22 2.2 Classificazione dei moti delle correnti

2.2.1 Moti stazionari e non stazionari, 23 2.2.2 Moti uniformi e permanenti, 24

2.2.3 Flussi laminari e turbolenti, 25

29 2.3 Alcune peculiarità cinematiche dei corsi d’acqua

2.3.1 Variazioni di velocità lungo la sezione verticale, 29 2.3.2 Variazioni di

velocità lungo la sezione trasversale, 30 2.3.3 Moti a spirale, 31

32 2.4 Tensioni tangenziali

2.4.1 Tensioni tangenziali in flussi laminari, 33 2.4.2 Tensioni tangenziali in flussi turbolenti, 37

38 2.5 Interazione tra corrente e pareti

2.5.1 Sviluppo dello strato limite, 39 2.5.2 Pareti idraulicamente lisce e scabre, 40

2.5.3 Profilo di velocità longitudinale in un flusso turbolento, 44 2.5.4 Forza di trascinamento esercitata dai fluidi in moto, 46

48 2.6 Moto uniforme in alvei cilindrici

2.6.1 Legge di Chezy, 48 2.6.2 Valutazione del coefficiente di Chezy, 50 2.6.3 Scala di deflusso, 52

- 54 2.7 Moto permanente in alvei cilindrici  
 2.7.1 Aspetti energetici nelle correnti a superficie libera, 56 2.7.2 Energia specifica della corrente, 58 2.7.3 Spinta della corrente, 60 2.7.4 Il numero di Froude, 61 2.7.5 La pendenza critica, 64 2.7.6 Variazioni spaziali del moto nelle correnti a superficie libera, 65 2.7.7 Possibili profili longitudinali della superficie libera in correnti gradualmente variate, 69 2.7.8 Il risalto idraulico, 73
- 77 **CAPITOLO 3 – Geomorfologia fluviale**
- 77 3.1 Il trasporto solido  
 3.1.1 Caratteristiche generali, implicazioni e classificazioni, 77 3.1.2 L'approccio quantitativo nella descrizione del moto dei sedimenti, 87 3.1.3 Il moto dei sedimenti in ambito fluviale, 98
- 104 3.2 Morfologia dei bacini idrografici  
 3.2.1 Caratterizzazione qualitativa e quantitativa, 104 3.2.2 Processi geomorfologici a scala di bacino, 115
- 125 3.3 Forme planimetriche dei corsi d'acqua  
 3.3.1 Corsi d'acqua meandriformi, 127 3.3.2 Corsi d'acqua a canali intrecciati, 135 3.3.3 Corsi d'acqua ramificati, 141 3.3.4 Previsione della configurazione planimetrica, 146
- 149 3.4 Mesoforme  
 3.4.1 Le barre fluviali, 149 3.4.2 Sequenze Pool-Riffle, 153 3.4.3 Sequenze Step-Pool, 156
- 162 3.5 Forme di fondo  
 3.5.1 Le forme di fondo nei corsi d'acqua, 162 3.5.2 Descrizione morfologica, 166 3.5.3 Interazioni tra la corrente e le forme di fondo, 170 3.5.4 Origine delle forme di fondo ed evoluzioni morfologiche, 172
- 165 **CAPITOLO 4 – Il biota fluviale**
- 176 4.1 Batteri
- 178 4.2 Protozoi
- 179 4.3 Funghi
- 181 4.4 Gli organismi autotrofi del fiume  
 4.4.1 I principali gruppi algali dei fiumi, 182 4.4.2 Il periphyton autotrofo, 185 4.4.3 Il fitoplancton, 188 4.4.5 Fattori ambientali che influenzano le comunità vegetali, 192 4.4.6 Licheni, 194 4.4.7 Briofite, 194
- 195 4.5 Zooplancton
- 197 4.6 Meiofauna
- 202 4.7 Macroinvertebrati
- 223 4.8 Ciclostomi
- 223 4.9 Pesci
- 228 4.10 Anfibi
- 229 4.11 Rettili
- 230 4.12 Uccelli
- 232 4.13 Mammiferi

- 233 **CAPITOLO 5 – Come funziona un fiume?**
- 233 5.1 Come funziona un fiume?
- 238 5.2 Energia e sostanza organica nei sistemi fluviali
- 239 5.3 Input energetici autoctoni
- 243 5.4 Input energetici alloctoni
- 246 5.5 Raggruppamenti trofico-funzionali
- 249 5.6 Il River Continuum Concept
- 252 5.7 Il Riverine Productivity Model
- 253 5.8 Il Flood Pulse Concept
- 255 5.9 Lo spiralling dei nutrienti
- 258 5.10 Organizzazione gerarchica dei sistemi fluviali
- 260 5.11 Gli ambienti acquatici marginali
- 262 5.12 Gli ambienti ripariali
- 265 5.13 Gli ambienti interstiziali e iporreici
- 267 5.14 Cicli biogeochimici negli ambienti fluviali
- 273 **CAPITOLO 6 – Vivere nelle acque correnti**
- 273 6.1 Resistere alla corrente
- 278 6.2 Respirare
- 281 6.3 Alimentarsi
- 282 6.4 Interagire
- 292 6.5 Muoversi
- 301 6.6 La decomposizione delle carcasse animali
- 305 **CAPITOLO 7 – L’alterazione degli ambienti fluviali**
- 305 7.1 Il rapporto tra Uomo e Fiumi
- 307 7.2 Alterazioni della qualità chimico-fisica delle acque
- 7.2.1 Carico organico, 309 7.2.2 Arricchimento di nutrienti ed eutrofizzazione, 312
- 7.2.3 Alterazione del ciclo dell’azoto: eutrofizzazione e non solo..., 313 7.2.4 Inquinamento da metalli pesanti, 316 7.2.5 Inquinamento da contaminanti organici persistenti, 316 7.2.6 Un problema emergente: le microplastiche nei fiumi, 317
- 7.2.7 Bioaccumulo e biomagnificazione, 318 7.2.8 Acidificazione delle acque, 320
- 7.2.9 Riscaldamento delle acque, 320 7.2.10 Altre forme di inquinamento, 322
- 322 7.3 Alterazioni morfologiche
- 7.3.1 Canalizzazione, rettificazione e riduzione della lunghezza complessiva delle aste fluviali, 324 7.3.2 Abbassamento dei letti fluviali, 326 7.3.3 Trasformazione dei tratti pluricursali in unicursali, 328 7.3.4 Riduzione generale della larghezza degli alvei e delle fasce di pertinenza fluviali, 329 7.3.5 Alterazione dei processi di trasporto solido, 330
- 331 7.4 Alterazioni idrologiche
- 7.4.1 Incremento dei consumi idrici, 331 7.4.2 Diminuzione del tempo di cor-rivazione, 333 7.4.3 Incremento della presenza di dighe e invasi, 334

- 335 7.5 Alterazioni biologiche  
 7.5.1 Specie vegetali, 336 7.5.2 Invertebrati, 338 7.5.3 Pesci, 339 7.5.4 Un appa-  
 rente paradosso: gli insetti acquatici, 340
- 343 7.6 Un caso di studio: l'alterazione del bacino del Po
- 351 **CAPITOLO 8 – Fiumi e cambiamento climatico globale**
- 353 8.1 Aumento delle temperature delle acque  
 8.1.1 Alterazione dei cicli vitali, 353 8.1.2 Migrazioni latitudinali e altitudinali, 354  
 8.1.3 Scomparsa dei taxa stenotermi freddi, 355
- 355 8.2 Alterazioni idrologiche
- 359 8.3 Possibili impatti indiretti
- 361 8.4 Conseguenze sul metabolismo del fiume e sui produttori primari
- 362 8.5 La situazione italiana
- 366 **CAPITOLO 9 – Sistemi di monitoraggio della qualità degli ambienti fluviali**
- 366 9.1 La «salute» di un fiume
- 368 9.2 Come definire la salute di un fiume? Il problema dei valori di riferimento
- 370 9.3 I sistemi di monitoraggio
- 371 9.4 Gli studi ecologici nel monitoraggio della qualità delle acque  
 9.4.1 I metodi basati sul valore indicatore dei taxa: il Saprobien system, 376  
 9.4.2 Gli indici di ricchezza e diversità, 377 9.4.3 Gli indici biotici, 379 9.4.4 Gli  
 indici multimetrici, 379
- 382 9.5 Le comunità fluviali utilizzate nel biomonitoraggio  
 9.5.1 Alghe bentoniche (Diatomee), 382 9.5.2 Macrofite, 385 9.5.3 Macroin-  
 vertebrati, 387 9.5.4 Pesci, 394
- 395 9.6 Nuovi approcci allo studio delle comunità fluviali  
 9.6.1 L'approccio funzionale, 396 9.6.2 Il metabarcoding nel biomonitoraggio dei  
 fiumi, 397
- 399 9.7 L'indice di funzionalità fluviale
- 401 9.8 Il River Habitat Survey
- 403 9.9 Indici morfoidraulici  
 9.9.1 Gli Indici IQM e IQMm, 403 9.9.2 L'Indice di Qualità Morfologica di  
 monitoraggio (IQMm), 405
- 406 9.10 Il metodo MesoHABSIM
- 409 **CAPITOLO 10 – Il recupero degli ambienti fluviali**
- 409 10.1 La sfida del futuro
- 410 10.2 La normativa e l'approccio integrato alla salvaguardia dei fiumi
- 412 10.2 Miglioramento della qualità delle acque
- 416 10.3 Recupero della diversità morfologica
- 424 10.4 Recupero delle condizioni idrologiche
- 426 10.5 La rimozione delle dighe obsolete
- 427 10.6 Recupero della biodiversità
- 430 10.7 La grande sfida della partecipazione

- 431 **CAPITOLO 11 – I fiumi italiani**
- 434 11.1 I fiumi alpini
- 436 11.2 Il Po e gli altri grandi fiumi
- 440 11.3 Ambienti lotici dell'Appennino centro-settentrionale
- 441 11.4 Ambienti lotici mediterranei
- 443 11.5 Gli ambienti di sorgente
- 447 **CAPITOLO 12 – I falsi miti dell'ecologia fluviale**
- 448 12.1 Bisogna pulire le sponde dei fiumi! La vegetazione ripariale crea gravi problemi durante le alluvioni
- 451 12.2 È necessario dragare i fiumi! Sabbia e ghiaia sono un pericolo durante le piene
- 455 12.3 I fiumi sono impazziti e sono diventati più pericolosi di un tempo
- 448 12.4 Un tempo i fiumi venivano gestiti meglio
- 459 **CAPITOLO 13 – Conclusioni**
- 463 *Bibliografia*