

*Girolamo Ippolito*

# Appunti di costruzioni idrauliche

Edizione aggiornata

a cura di Giuseppe De Martino



Liguori Editore

# Indice

|   |    |
|---|----|
| <i>Presentazione dell'edizione aggiornata</i>               | 11 |
| <i>Premessa</i>   | 13 |
| <b>Capitolo primo Cenni di idrologia</b>                    |    |
| 1.1 Generalità  | 19 |
| 1.1.1 Servizio Idrografico                                  | 20 |
| 1.2 Piogge  | 22 |
| 1.2.1 Definizioni   | 22 |
| 1.2.2 Rilevamento delle piogge                              | 23 |
| 1.2.3 Distribuzione delle piogge. Valori medi               | 25 |
| 1.2.4 Valutazione della pioggia media annua                 | 28 |
| 1.2.5 Piogge massime locali di breve durata                 | 30 |
| 1.2.6 Leggi di probabilità pluviometrica                    | 32 |
| 1.2.7 Piogge massime su zone estese                         | 37 |
| 1.2.8 Fattore di riduzione areale                           | 40 |
| 1.2.9 Piogge minime di lunga durata                         | 41 |
| 1.3 Deflussi fluviali                                       | 42 |
| 1.3.1 Formazione dei deflussi                               | 42 |
| 1.3.2 Tipi di deflusso                                      | 47 |
| 1.3.3 Portate dei corsi d'acqua. Coefficiente di perennità  | 50 |
| 1.3.4 Altezze idrometriche. Scale di deflusso               | 55 |
| 1.4 Valutazioni indirette dei deflussi                      | 59 |
| 1.4.1 Premessa  | 59 |
| 1.4.2 Valutazione del deflusso in un lungo periodo di tempo | 60 |
| 1.4.2.1 Coefficiente di deflusso                            | 60 |
| 1.4.2.2 Bilancio idrologico annuo per bacini impermeabili   | 61 |
| 1.4.2.3 Deflusso medio annuo per bacini impermeabili        | 63 |

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 1.4.2.4 | Bilancio idrologico annuo per bacini permeabili   | 64 |
| 1.4.3   | Valutazione delle portate di piena  | 65 |
| 1.4.3.1 | Piogge efficaci: coefficiente di afflusso   | 65 |
| 1.4.3.2 | Trasformazione degli afflussi efficaci in deflussi di piena: il metodo della corrivazione | 68 |
| 1.4.3.3 | Modelli matematici di simulazione dei deflussi  | 74 |
| 1.4.3.4 | Massime portate di piena  | 76 |
| 1.4.4   | Propagazione delle piene  | 76 |

## *Capitolo secondo* **Acquedotti**

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 2.1    | Generalità  | 83  |
| 2.1.1  | Lo sviluppo delle strutture acquedottistiche. Il Piano Regolatore Generale degli Acquedotti | 85  |
| 2.2    | Caratteristiche delle acque naturali  | 90  |
| 2.3    | Requisiti delle acque potabili e giudizio della potabilità                                  | 97  |
| 2.4    | Fabbisogno di acqua potabile. Provvista delle acque   | 103 |
| 2.5    | Captazione delle sorgenti   | 107 |
| 2.6    | Captazione di falde   | 114 |
| 2.6.1  | Captazione di falde con pozzi: valutazione della portata emungibile                         | 131 |
| 2.7    | Captazione di acque superficiali  | 136 |
| 2.8    | Tracciato dell'acquedotto esterno   | 140 |
| 2.9    | Schema e calcolo idraulico dell'acquedotto esterno  | 148 |
| 2.10   | Rete di distribuzione   | 155 |
| 2.11   | Serbatoi  | 169 |
| 2.12   | Tubazioni. Tubi metallici   | 196 |
| 2.13   | Tubazioni lapidee   | 208 |
| 2.14   | Tubi di materiale plastico  | 218 |
| 2.14.1 | Verifica di stabilità delle condotte  | 226 |
| 2.15   | Pezzi speciali e apparecchi   | 230 |
| 2.16   | Posa e prova delle condotte   | 244 |
| 2.17   | Opere d'arte  | 255 |
| 2.18   | La protezione delle condotte elevatorie: organi di attenuazione                             | 262 |
| 2.19   | Distribuzione dell'acqua  | 273 |
| 2.20   | Manutenzione ed esercizio degli acquedotti  | 282 |

### Capitolo terzo Metodi di verifica e di proporzionamento delle reti idriche

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 3.1     | Premessa  | 287 |
| 3.2     | Problemi di verifica  | 290 |
| 3.2.1   | Generalità  | 290 |
| 3.2.2   | Metodo di bilanciamento dei carichi (Metodo di Cross)   | 291 |
| 3.2.3   | Applicazione a reti con alcuni o tutti i lati a servizio uniforme lungo il percorso   | 297 |
| 3.2.4   | Applicazione a reti con alcuni nodi di quote piezometriche note ma di portata concentrata (in arrivo o in uscita) incognita | 301 |
| 3.3     | Determinazione dei diametri e delle quote piezometriche incognite attraverso il criterio di massima economia                | 306 |
| 3.3.1   | Metodo di bilanciamento dei costi   | 307 |
| 3.3.2   | Applicazione a reti con ramificazioni ed a condotte complesse   | 311 |
| 3.3.3   | Applicazione a reti con q.p. variabili entro un campo assegnato   | 315 |
| 3.4     | Altri metodi di verifica e di proporzionamento  | 318 |
| 3.4.1   | Generalità  | 318 |
| 3.4.2   | Metodo di bilanciamento delle portate   | 319 |
| 3.4.3   | Metodi matriciali   | 321 |
| 3.4.3.1 | Metodo di linearizzazione   | 321 |
| 3.4.3.2 | Portate correttive nelle maglie quali incognite   | 322 |
| 3.4.3.3 | Quote piezometriche nei nodi quali incognite  | 323 |
| 3.4.4   | Cenni su alcuni recenti metodi di dimensionamento delle reti idriche in pressione   | 324 |

### Capitolo quarto Potabilizzazione delle acque

|         |                              |     |
|---------|------------------------------|-----|
| 4.1     | Generalità. Neutralizzazione | 329 |
| 4.2     | Filtrazione dell'acqua       | 337 |
| 4.2.1   | Filtrazione lenta            | 338 |
| 4.2.2   | Filtrazione rapida           | 339 |
| 4.2.2.1 | Sgrossatura dell'acqua       | 340 |
| 4.2.2.2 | Coagulazione                 | 340 |
| 4.2.2.3 | Sedimentazione               | 343 |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 4.2.2.4 | Filtri   | 346 |
| 4.2.2.5 | Lavaggio dei filtri                                | 349 |
| 4.2.2.6 | Apparecchiature di regolazione, misura e controllo | 352 |
| 4.2.2.7 | Dosaggio e miscelamento del coagulante             | 353 |
| 4.3     | Purificazione delle acque                          | 357 |
| 4.3.1   | Clorazione   | 357 |
| 4.3.2   | Ozonizzazione                                      | 364 |
| 4.3.3   | Raggi ultravioletti                                | 367 |
| 4.3.4   | Processi oligodinamici                             | 368 |
| 4.4     | Addolcimento delle acque                           | 368 |
| 4.4.1   | Processo a calce-soda                              | 371 |
| 4.4.2   | Processo a scambio di basi o alla zeolite          | 373 |
| 4.5     | Deferrizzazione e demanganizzazione                | 375 |
| 4.6     | Demineralizzazione                                 | 376 |
| 4.7     | Osmosti inversa. Principio del processo            | 377 |
| 4.8     | Altri trattamenti                                  | 380 |

### *Capitolo quinto Fognature*

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 5.1     | Generalità  | 381 |
| 5.2     | Studio della rete                                       | 387 |
| 5.3     | Tipi di fogne   | 402 |
| 5.4     | Calcolo delle portate fecali                            | 406 |
| 5.5     | Calcolo delle portate pluviali                          | 416 |
| 5.5.1   | Pluviogramma di progetto                                | 417 |
| 5.5.2   | Pioggia netta   | 419 |
| 5.5.3   | Modelli di calcolo                                      | 421 |
| 5.5.3.1 | Metodo cinematico                                       | 422 |
| 5.5.3.2 | Metodo dell'invaso                                      | 424 |
| 5.6     | Criteri di progetto di una rete e calcolo degli specchi | 432 |
| 5.6.1   | Criteri di progetto                                     | 432 |
| 5.6.2   | Calcolo degli specchi                                   | 436 |
| 5.6.2.1 | Scale di deflusso in moto uniforme                      | 436 |
| 5.6.2.2 | Volume dei piccoli invasi                               | 438 |
| 5.6.2.3 | Procedimento di calcolo                                 | 439 |
| 5.7     | Metodo semplificato                                     | 448 |
| 5.8     | Limiti di velocità                                      | 449 |
| 5.9     | Costruzione delle fogne e opere d'arte relative         | 452 |
| 5.9.1   | Materiali lapidei                                       | 453 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 5.9.2  | Materiali metallici                           | 456 |
| 5.9.3  | Materiali di sintesi chimica                  | 457 |
| 5.9.4  | Fogne non praticabili                         | 459 |
| 5.9.5  | Fogne praticabili                             | 461 |
| 5.9.6  | Scarichi in mare o in fiume                   | 464 |
| 5.9.7  | Pozzetti di ispezione e di caduta. Confluenze | 466 |
| 5.9.8  | Scaricatori di piena                          | 471 |
| 5.9.9  | Misuratori per le acque di fogna              | 476 |
| 5.9.10 | Attraversamenti                               | 477 |
| 5.9.11 | Caditoie stradali                             | 480 |
| 5.10   | Impianti elevatori                            | 482 |
| 5.10.1 | Volumi da assegnare alle vasche di accumulo   | 486 |
| 5.11   | Lavaggio delle fogne                          | 488 |
| 5.12   | Ventilazione delle fogne                      | 492 |
| 5.13   | Fognatura domestica                           | 494 |
| 5.14   | Dimensionamento degli scaricatori di piena    | 497 |
| 5.14.1 | Sfioratori laterali                           | 499 |
| 5.14.2 | Scaricatori a salto                           | 501 |
| 5.14.3 | Derivatori frontali                           | 506 |
| 5.15   | Esercizio e manutenzione di una fognatura     | 510 |

NO

**Capitolo sesto Destinazione ultima e depurazione delle acque di rifiuto**

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 6.1  | Generalità  | 513 |
| 6.2  | Diluizione  | 517 |
| 6.3  | Bilancio dell'ossigeno                                      | 523 |
| 6.4  | Trattamenti dei liquami                                     | 535 |
| 6.5  | Trattamenti preliminari                                     | 538 |
| 6.6  | Digestione dei fanghi. Vasche Imhoff. Letti di essiccamento | 540 |
| 6.7  | Vasche di digestione separate                               | 546 |
| 6.8  | Sedimentazione  | 549 |
| 6.9  | Vasche di sedimentazione                                    | 554 |
| 6.10 | Ossidazione dei liquami                                     | 557 |
| 6.11 | Disinfezione  | 569 |
| 6.12 | Scelta del sistema depurativo                               | 570 |
| 6.13 | Riutilizzo delle acque di rifiuto                           | 573 |
| 6.14 | Impianti domestici  | 574 |

|      |                                    |     |
|------|------------------------------------|-----|
| 6.15 | Scarichi industriali               | 579 |
| 6.16 | Immissione di acque reflue in mare | 584 |

*Appendici*

|                    |  |     |
|--------------------|--|-----|
| <i>Appendice 1</i> |  | 593 |
|--------------------|--|-----|

Ministero dei lavori pubblici - Decreto 12 dicembre 1985. *Norme tecniche relative alle tubazioni.*

|                    |  |     |
|--------------------|--|-----|
| <i>Appendice 2</i> |  | 605 |
|--------------------|--|-----|

Consiglio superiore dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale - Circolare Ministero dei lavori pubblici, Presidenza del Consiglio superiore, Servizio tecnico centrale, 7 gennaio 1974, n. 11633. *Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto.*

|                    |  |     |
|--------------------|--|-----|
| <i>Appendice 3</i> |  | 619 |
|--------------------|--|-----|

Ministero dei lavori pubblici, Comitato dei Ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento - Criteri, metodologie e norme tecniche generali di cui all'art. 2, lettera b), d), ed e) della legge 10 maggio 1976, n. 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento. *Norme tecniche generali per la regolamentazione dell'installazione e dell'esercizio degli impianti di fognatura e depurazione.*