

# Indice

## Parte 1 - Idrologia

### Capitolo 1 - Ciclo idrologico

- 1. Idrologia p. 3
- 2. Componenti del ciclo idrologico p. 4

### Capitolo 2 - Acqua atmosferica

- 1. Atmosfera p. 9
- 2. Bilancio energetico p. 11
  - 2.1 Bilancio energetico del sistema spazio-atmosfera-terra p. 11
  - 2.2 Flussi di energia p. 12
  - 2.3 Distribuzione del bilancio energetico sulla terra p. 19
- 3. Distribuzione della temperatura p. 20
  - 3.1 Distribuzione della temperatura al suolo p. 20
  - 3.2 Distribuzione verticale della temperatura p. 21
- 4. Circolazione atmosferica p. 23
  - 4.1 Pressione atmosferica p. 23
  - 4.2 Vento p. 24
  - 4.3 Circolazione generale dell'atmosfera p. 29
  - 4.4 Influenza dei continenti e degli oceani p. 32
  - 4.5 Cicloni extra-tropicali p. 33
  - 4.6 Cicloni tropicali p. 36
  - 4.7 Circolazione locale p. 37
- 5. Moti verticali dell'atmosfera p. 38
  - 5.1 Vapore d'acqua p. 38
  - 5.2 Scambi di calore e variazioni di temperatura p. 40
  - 5.3 Stabilità atmosferica p. 42
- 6. Evoluzione del clima p. 44
  - 6.1 Clima p. 44
  - 6.2 Mutamenti climatici p. 45
  - 6.3 Effetti idrologici dei cambiamenti climatici p. 47

### Capitolo 3 - Precipitazioni

- 1. Genesi delle precipitazioni p. 51
  - 1.1 Condensazione del vapore p. 51
  - 1.2 Inizio delle precipitazioni p. 52
  - 1.3 L'acqua precipitabile p. 53
  - 1.4 Temporali p. 53
  - 1.5 Massima precipitazione probabile p. 56
  - 1.6 Precipitazioni occulte p. 56

2. Osservazione delle precipitazioni	p. 57
2.1 Altezza e intensità di precipitazione	p. 57
2.2 Misura della pioggia	p. 57
2.3 Osservazioni da sensore remoto	p. 62
2.4 Misura delle precipitazioni nivali	p. 62
2.5 Presentazione dei dati	p. 64
2.6 Controllo dei dati	p. 64
2.7 Interpolazione spaziale	p. 66
3. Piovosità e regime pluviometrico	p. 72
3.1 Precipitazioni annuali	p. 72
3.2 Variabilità stagionale	p. 73
4. Deficit di precipitazione	p. 75
4.1 Aridità	p. 75
4.2 Siccità meteorologica	p. 76
5. Piogge intense	p. 81
5.1 Piogge estreme	p. 81
5.2 Relazioni intensità-durata dei massimi annuali	p. 82
5.3 Piogge di durata inferiore a un'ora	p. 86
5.4 Distribuzione probabilistica delle piogge intense	p. 87
5.5 Ietogrammi di progetto	p. 95
6. Afflusso pluviometrico su un bacino	p. 100
6.1 Distribuzione spaziale delle precipitazioni	p. 100
6.2 Ragguaglio spaziale delle piogge	p. 101
6.3 Determinazione degli afflussi con più di un pluviometro	p. 105
7. Modelli stocastici di pioggia	p. 107
7.1 Downscaling	p. 107
7.2 Processi di punto temporali	p. 108
7.3 Processi di punto spazio-temporali	p. 112
8. Preannuncio meteorologico di pioggia	p. 116
8.1 Modelli di circolazione generale (GCM)	p. 116
8.2 Modelli a area limitata (LAM)	p. 117
 Capitolo 4 - Evapotraspirazione	
1. Evaporazione	p. 119
1.1 Il fenomeno dell'evaporazione	p. 119
1.2 Misura dell'evaporazione	p. 120
1.3 Calcolo dell'evaporazione	p. 121
2. Evapotraspirazione	p. 127
2.1 Il fenomeno della traspirazione	p. 127
2.2 Misura dell'evapotraspirazione	p. 128
2.3 Evapotraspirazione potenziale e effettiva	p. 129
2.4 Calcolo dell'evapotraspirazione con metodi empirici	p. 129
 Capitolo 5 - Bacino	
1. Bacino imbrifero e bacino idrogeologico	p. 133
1.1 Circolazione superficiale e sotterranea	p. 133

1.2 Bacino imbrifero	p. 133
1.3 Bacino idrogeologico	p. 133
1.4 Caratteristiche del bacino imbrifero	p. 134
1.5 Reticolo idrografico	p. 136
2. Bilancio idrologico	p. 142
 Capitolo 6 - Acque sotterranee	
1. L'acqua nella zona d'aerazione	p. 145
1.1 Il suolo	p. 145
1.2 Legame tra acqua e terreno	p. 149
1.3 L'acqua nel terreno	p. 152
1.4 Carico capillare	p. 154
1.5 Moto nei mezzi filtranti non saturi	p. 155
1.6 Circolazione idrica nella zona aerata	p. 162
1.7 Soluzioni analitiche monodimensionali	p. 167
2. Acquiferi	p. 172
2.1 Equazione del moto filtrante	p. 172
2.2 Classificazione degli acquiferi	p. 180
2.3 Sorgenti	p. 184
2.4 Carte idrogeologiche	p. 186
 Capitolo 7 - Invasi superficiali	
1. Laghi	p. 187
1.1 Caratteri generali	p. 187
1.2 Formazione e evoluzione dei laghi naturali	p. 187
1.3 Potere moderatore dei laghi	p. 188
1.4 Termica dei laghi	p. 191
2. Ghiacciai	p. 193
3. Nevai	p. 193
 Capitolo 8 - Deflussi superficiali	
1. Formazione dei deflussi	p. 195
2. Osservazione dei deflussi	p. 197
2.1 Grandezze relative ai deflussi	p. 197
2.2 Misura dei deflussi	p. 198
2.3 Presentazione dei dati	p. 211
3. Regime dei corsi d'acqua	p. 211
3.1 Variabilità delle portate	p. 211
3.2 Regimi fluviali	p. 212
3.3 Curva di durata	p. 213
4. Serie temporali	p. 214
4.1 Processi stocastici	p. 214
4.2 Modelli autoregressivi (AR)	p. 219
4.3 Modelli a medie mobili (MA)	p. 222
4.4 Modelli autoregressivi a medie mobili (ARMA)	p. 225
4.5 Modelli autoregressivi integrati a medie mobili (ARIMA)	p. 227

4.6 Modelli stagionali	p. 228
4.7 Fenomeno di Hurst	p. 235
4.8 Identificazione del modello	p. 236
4.9 Stima dei parametri	p. 239
4.10 Modelli di trasferimento e disturbo	p. 239
4.11 Simulazione delle serie con metodi Montecarlo	p. 241
4.12 Scelta dei modelli in base al problema gestionale	p. 243
Capitolo 9 - Deflusso di base	
1. Portate naturali	p. 249
1.1 Influenza dei prelievi	p. 249
1.2 Ricostruzione delle portate naturali	p. 249
2. Portate di magra	p. 251
2.1 Portate minime	p. 251
2.2 Curve di esaurimento	p. 254
Capitolo 10 - Modelli probabilistici di piena	
1. Introduzione	p. 257
2. Distribuzione dei colmi di piena	p. 257
2.1 Portate giornaliere e colmi di piena	p. 257
2.2 Probabilità delle portate	p. 258
2.3 Selezione delle serie delle portate al colmo	p. 259
2.4 Metodo dei massimi annuali	p. 260
2.5 Metodo delle eccedenze	p. 266
2.6 Uso dell'informazione storica	p. 272
3. Scelta dei modelli probabilistici	p. 275
3.1 Adattamento e robustezza della stima	p. 275
3.2 Criteri di scelta dei modelli	p. 280
4. Volumi di piena	p. 283
4.1 Selezione dei volumi	p. 283
4.2 Curva di riduzione dei colmi di piena	p. 285
4.3 Distribuzione congiunta volumi-portate	p. 286
5. Trasferimento dell'informazione statistica	p. 301
5.1 Impostazione del problema	p. 301
5.2 Calcolo della "massima piena" con metodi regionali	p. 301
Capitolo 11 - Generazione dei deflussi	
1. Modelli afflussi-deflussi	p. 307
2. Perdite idrologiche	p. 309
2.1 Pioggia netta	p. 309
2.2 Intercettazione	p. 310
2.3 Invaso nelle depressioni	p. 312
3. Perdite per infiltrazione	p. 314
3.1 Infiltrazione	p. 314
3.2 Modelli concettuali per le perdite	p. 314
3.3 Metodi empirici	p. 320

Capitolo 12 - Modelli afflussi-deflussi	
1. Concentrazione dei deflussi	p. 327
2. Formule storiche	p. 327
2.1 Formula razionale	p. 327
2.2 Metodo di Giandotti	p. 329
3. Modelli concentrati	p. 331
3.1 Modello cinematico lineare	p. 331
3.2 Modelli concentrati lineari	p. 335
3.3 Idrogramma unitario istantaneo	p. 336
3.4 Metodo dell'idrogramma unitario	p. 339
3.5 Modelli concettuali	p. 343
3.6 Idrogramma unitario istantaneo geomorfologico	p. 352
3.7 Idrogramma unitario istantaneo della funzione di ampiezza	p. 356
3.8 Modelli non lineari	p. 358
4. Modelli distribuiti	p. 359
4.1 Struttura dei modelli	p. 359
4.2 Alimentazione dei corsi d'acqua	p. 361
4.3 Deflusso superficiale	p. 362
<i>Riferimenti</i>	p. 367

## **Parte 2 - Risorsa idrica**

Capitolo 13 - Usi dell'acqua	
1. La risora idrica	p. 379
2. Uso sostenibile	p. 380
2.1 Concetto di uso sostenibile	p. 380
2.2 Effetto dei prelievi idrici sul bilancio idrologico	p. 382
2.3 Prelievi sostenibili	p. 383
3. Uso potabile	p. 384
3.1 Caratteri quantitativi della domanda	p. 384
3.2 Caratteri qualitativi della richiesta	p. 390
4. Uso irriguo	p. 394
4.1 Caratteri quantitativi della richiesta	p. 394
4.2 Caratteri qualitativi della richiesta	p. 397
5. Uso industriale	p. 398
6. Produzione di energia	p. 400
6.1 Impianti idroelettrici	p. 400
6.2 Impianti termoelettrici e nucleari	p. 401
7. Navigazione interna	p. 402
8. ALtri usi	p. 402
Capitolo 14 - Captazione delle acque sotterranee	
1. Captazione delle falde	p. 403
1.1 Calcolo delle portate emungibili	p. 403

1.2 Cunicoli drenanti	p. 404
1.3 Pozzi	p. 407
2. Captazione delle sorgenti	p. 415
Capitolo 15 - Captazioni delle acque superficiali	
1. Opere di derivazione	p. 419
1.1 Piccole derivazioni	p. 419
1.2 Grandi derivazioni	p. 420
2. Traverse	p. 423
2.1 Funzione delle traverse	p. 423
2.2 Sifonamento	p. 423
2.3 Sottospinte	p. 427
2.4 Cavitazione	p. 428
2.5 Traverse fisse	p. 428
2.6 Traverse mobili	p. 433
3. Captazione da laghi naturali	p. 445
Capitolo 16 - Lagni artificiali	
1. Funzione ed effetti di un lago artificiale	p. 447
1.1 Introduzione	p. 447
1.2 Benefici	p. 447
1.3 Impatto ambientale	p. 448
1.4 Elementi costitutivi di un lago artificiale	p. 452
2. Invaso	p. 452
2.1 Caratteristiche fisiche dell'invaso	p. 452
2.2 Studi idrologici	p. 453
2.3 Dimensionamento dell'invaso	p. 456
3. Diga	p. 461
3.1 Classificazione delle dighe	p. 461
3.2 Dighe di materiale sciolto	p. 462
3.3 Dighe a gravità	p. 471
3.4 Dighe a volta	p. 481
4. Opere complementari	p. 488
4.1 Funzione delle opere complementari	p. 488
4.2 Scarichi superficiali	p. 488
4.3 Scarichi di vuotatura	p. 494
4.4 Opere di derivazione	p. 497
5. Calcestruzzo per opere idrauliche	p. 498
5.1 Degrado del calcestruzzo	p. 498
5.2 Caratteristiche del calcestruzzo	p. 500
6. Crolli e incidenti	p. 504
6.1 Classificazione	p. 504
6.2 Incidenti catastrofici	p. 505
6.3 Onda di piena in caso di crollo	p. 508

Capitolo 17 - Trasporto a superficie ibera	
1. Canali	p. 511
1.1 Caratteristiche generali	p. 511
1.2 Calcolo	p. 512
1.3 Materiale e sezione	p. 514
1.4 Canali rivestiti	p. 517
2. Gallerie	p. 518
Capitolo 18 - Trasporto in pressione	
1. Introduzione	p. 521
2. Acquedotti esterni	p. 522
2.1 Schema generale	p. 522
2.2 Acquedotto unicursale	p. 524
2.3 Sistemi di condotte	p. 527
2.4 Acquedotti consortili	p. 530
3. Reti di distribuzione	p. 534
3.1 Caratteristiche generali delle reti di distribuzione	p. 534
3.2 Articolazione della rete	p. 535
3.3 Reti semplici	p. 536
3.4 Reti multiple	p. 540
3.5 Verifica delle reti chiuse	p. 541
3.6 Simulazione del funzionamento delle reti	p. 546
3.7 Dimensionamento delle reti chiuse	p. 550
4. Tubazioni	p. 552
4.1 Normativa tecnica sulle tubazioni	p. 552
4.2 Materiali per condotte	p. 553
4.3 Tubazioni di ghisa	p. 554
4.4 Tubazioni di acciaio	p. 556
4.5 Tubazioni cementizie	p. 563
4.6 Tubazioni di materiale plastico	p. 564
4.7 Indici di scabrezza	p. 568
5. Apparecchiature e manufatti	p. 568
5.1 Valvole	p. 568
5.2 Scarichi	p. 570
5.3 Sfiati	p. 571
5.4 Blocchi di ancoraggio	p. 573
5.5 Partitori	p. 575
5.6 Attraversamenti	p. 577
6. Sollevamenti	p. 578
6.1 Prevalenza e potenza	p. 578
6.2 Pompe	p. 580
Capitolo 19 - Serbatoi per acquedotti	
1. Funzione dei serbatoi	p. 585
1.1 Compenso	p. 585
1.2 Riserva	p. 586

2. Tipi di serbatoio	p. 586
3. Camera di manovra	p. 589
Capitolo 20 - Impianti idroelettrici	
1. Schemi d'impianto	p. 593
1.1 Elementi costitutivi degli impianti	p. 593
1.2 Impianti con serbatoio	p. 593
1.3 Impianti reversibili	p. 595
1.4 Impianti ad acqua fluente	p. 597
2. Dimensionamento degli impianti	p. 599
2.1 Criteri generali	p. 599
2.2 Impianti con serbatoio	p. 599
2.3 Impianti ad acqua fluente	p. 599
3. Colpo d'ariete nelle condotte	p. 602
3.1 Il fenomeno del colpo d'ariete	p. 602
3.2 Calcolo moto vario elastico	p. 607
4. Dispositivi per la difesa dal colpo d'ariete	p. 617
4.1 Riduzione della velocità delle manovre	p. 617
4.2 Disconnessione idraulica della galleria	p. 617
4.3 Calcolo del moto vario d'insieme	p. 619
4.4 Pozzi piezometrici	p. 620
4.5 Impianti di sollevamento	p. 631
5. Centrali idroelettriche	p. 633
5.1 Turbine	p. 633
5.2 Disposizione della centrale	p. 642
5.3 Altri componenti della centrale	p. 645
<i>Riferimenti</i>	p. 647