
Indice

1	Equazioni fondamentali	1
1.1	Introduzione	1
1.2	Equazione di continuità	2
1.3	Principio di conservazione della quantità di moto	5
1.4	Principio di conservazione della energia	8
1.5	Considerazioni conclusive	11
1.5.1	Coefficienti di ragguaglio	11
1.5.2	Effetti della curvatura delle linee di corrente	12
	Bibliografia	16
2	Dissipazioni di energia nelle correnti idriche	17
2.1	Introduzione	17
2.2	Perdite distribuite	18
2.2.1	Equazione di Colebrook e White	18
2.2.2	Regime di transizione	21
2.2.3	Moto assolutamente turbolento	25
2.3	Perdite di carico localizzate	30
2.3.1	Descrizione	30
2.3.2	Curva	32
2.3.3	Allargamento di sezione	35
2.3.4	Restringimento di sezione	37
2.3.5	Confluenze	39
2.3.6	Biforcazione o suddivisione di corrente	41
2.3.7	Manufatto a Y	43
2.3.8	Griglie	44
2.3.9	Saracinesche	46
2.4	Considerazioni ai fini progettuali	47
2.4.1	Analogie tra correnti a superficie libera e moti in pressione	47
2.4.2	Principio di trasformazione	49
	Bibliografia	53

3	Il progetto del sistema fognario	55
3.1	Introduzione	55
3.2	Portata massima	56
3.2.1	Dimensionamento della sezione	56
3.2.2	Scabrezza effettiva	58
3.3	Portata minima	60
3.3.1	Considerazioni progettuali	60
3.3.2	La procedura di Yao	60
3.3.3	Procedura ATV	63
3.4	Specchi fognari	64
	Bibliografia	68
4	Sistemi di pompaggio e dispositivi di controllo	71
4.1	Introduzione	71
4.2	Tipologie di pompe	73
4.2.1	Pompe centrifughe	73
4.2.2	Coclee o viti di Archimede	75
4.2.3	Volume della vasca di carico	77
4.3	Dispositivi limitatori	80
4.3.1	Caratteristiche generali	80
4.3.2	Limitatore a vortice	81
4.3.3	Dispositivi di regolazione	82
4.4	Raccomandazioni dell'ATV	87
4.5	Paratoia basculante	89
4.5.1	Descrizione	89
4.5.2	Comportamento idraulico	90
4.5.3	Caratteristiche di funzionamento	92
4.6	Controllo degli scarichi	94
	Bibliografia	96
5	Moto uniforme	99
5.1	Introduzione	99
5.2	Descrizione del moto uniforme	100
5.3	Legge del moto uniforme	101
5.4	Le formule del moto uniforme	102
5.5	Correnti a pelo libero in canali a sezione chiusa	105
5.5.1	Diagrammi di parziale riempimento dei canali	105
5.5.2	Transizione da deflusso a pelo libero a moto in pressione	105
5.5.3	Parametri geometrici di un canale a sezione circolare	109
5.5.4	Parametri geometrici di canali a sezione non circolare	113
5.5.5	Carico specifico in moto uniforme	122
5.6	Collettori fognari a forte pendenza	124
5.6.1	Correnti aerate	124
5.6.2	Aerazione incipiente	124
5.6.3	Corrente aerata in moto uniforme	125

5.6.4	Procedura di progetto	127
5.7	Correnti bifase aria-acqua	128
5.7.1	Introduzione	128
5.7.2	Correlazioni empiriche	130
5.7.3	Corrente a tamponi	131
5.7.4	Instabilità della superficie di separazione	132
5.7.5	Bolla di Benjamin	134
5.8	Il dimensionamento idraulico dei collettori fognari	136
5.8.1	Nozioni generali	136
5.8.2	Procedura di progetto	137
5.9	Sezioni composte	141
	Bibliografia	145
6	Stato critico	149
6.1	Introduzione	149
6.2	Descrizione dello stato critico	150
6.3	Caratteristiche dello stato critico	151
6.3.1	Tirante critico	151
6.3.2	Influenza della geometria del fondo del canale	152
6.3.3	Influenza della geometria della sezione	153
6.3.4	Analisi dei risultati	155
6.3.5	Importanza del numero di Froude	159
6.4	Calcolo delle caratteristiche dello stato critico	160
6.4.1	Istruzioni per il calcolo	160
6.4.2	Sezione circolare	161
6.4.3	Sezione ovoidale	164
6.4.4	Sezione a ferro di cavallo	166
6.4.5	Pendenza critica	167
6.4.6	Sintesi dei risultati	170
6.5	Transizione in collettori da debole a forte pendenza	171
6.5.1	Ipotesi di calcolo	171
6.5.2	Punto di stato critico	173
6.5.3	Profilo di corrente	175
6.5.4	Verifiche sperimentali	178
6.6	Sezioni composte	180
	Bibliografia	182
7	Risalto idraulico e bacini di dissipazione	185
7.1	Introduzione	185
7.2	Il risalto idraulico	186
7.3	Equazioni del risalto idraulico	188
7.3.1	Equazione fondamentale	188
7.3.2	Sezione rettangolare	189
7.3.3	Sezione circolare	192
7.3.4	Sezioni ovoidale ed a ferro di cavallo	201

7.4	Funzionamento in pressione indotto da risalto idraulico	203
7.4.1	Introduzione	203
7.4.2	Altezze coniugate	205
7.4.3	Aerazione della corrente	207
7.4.4	Criterio di choking	207
7.5	Risalto idraulico in sezione a U	207
7.6	Manufatti di dissipazione	211
7.6.1	Introduzione	211
7.6.2	Meccanismo dissipativo	212
7.6.3	Il bacino di dissipazione di Smith	214
7.6.4	Bacino di dissipazione USBR	216
7.6.5	Bacino di dissipazione di Vollmer	218
7.7	Considerazioni sulla dissipazione di energia	219
	Bibliografia	225
8	Profili di corrente	227
8.1	Introduzione	227
8.2	Equazione dei profili di corrente	229
8.3	Profili di corrente nei canali prismatici	232
8.4	Profili di corrente in canali a sezione circolare	236
8.4.1	Soluzione particolare	236
8.4.2	Soluzione generale	237
8.4.3	Lunghezze caratteristiche dei profili di corrente	239
8.5	Classificazione dei profili di corrente	241
8.5.1	Procedura di calcolo dei profili di corrente	245
8.5.2	Profili di corrente in due tratti contigui	247
8.6	Profili di corrente in collettori a sezione ovoidale ed a ferro di cavallo	250
8.6.1	Introduzione	250
8.6.2	Metodo della sezione equivalente	251
8.7	Profili di corrente in canali rettangolari	252
8.7.1	Introduzione	252
8.7.2	Equazione del profilo di corrente	253
8.7.3	Soluzione approssimata	256
8.8	Considerazioni conclusive sui profili di corrente	259
	Bibliografia	261
9	Opere di attraversamento e condotte limitatrici di portata	263
9.1	Introduzione	263
9.2	Tombini	264
9.2.1	Descrizione	264
9.2.2	Condizioni di funzionamento	265
9.2.3	Diagramma di progetto	266
9.2.4	Equazioni di progetto	269
9.2.5	Tombino semplice	270

9.3	Condotte limitatrici di portata	276
9.3.1	Descrizione	276
9.3.2	Dimensionamento idraulico	278
9.3.3	Calcolo della portata	281
9.4	Sifone rovescio	285
9.4.1	Descrizione della struttura	285
9.4.2	Dimensionamento idraulico	286
	Bibliografia	290
10	Stramazzi	291
10.1	Introduzione	291
10.2	Stramazzi in parete sottile	293
10.2.1	Stramazzo rettangolare in parete sottile	293
10.2.2	Stramazzo triangolare in parete sottile	298
10.3	Stramazzi a larga soglia	301
10.4	Stramazzo cilindrico	307
10.5	Confronto tra gli stramazzi	308
	Bibliografia	311
11	Sbocco libero da canali e condotte	313
11.1	Introduzione	313
11.2	Canale rettangolare	314
11.2.1	Descrizione del moto	314
11.2.2	Profilo della superficie libera	317
11.2.3	Scala di deflusso	318
11.3	Canale a sezione circolare	320
11.3.1	Descrizione del moto	320
11.3.2	Effetto del numero di Froude della corrente in arrivo	322
11.3.3	Geometria del getto	323
11.3.4	Effetti di sommergenza	326
11.3.5	Canale a sezione ovoidale	327
11.4	Sbocco con cavità	328
11.4.1	Caratteristiche dello sbocco da canali circolari	328
11.4.2	Descrizione del fenomeno	330
11.4.3	Forma della cavità	332
11.4.4	Tirante relativo nella sezione terminale	334
11.4.5	Traiettorie della vena	336
11.4.6	Distribuzione della velocità	336
	Bibliografia	339
12	Venturimetri per canali	341
12.1	Introduzione	341
12.2	Venturimetro lungo	344
12.2.1	Scala di deflusso	344
12.2.2	Discussione dei risultati	347

12.2.3	Effetto della curvatura delle linee di corrente	348
12.2.4	Condizione di sommergenza	351
12.2.5	Confronto con le osservazioni di laboratorio	353
12.2.6	Canale Venturi mobile per pozzetti fognari	355
12.3	Venturimetro corto	356
12.4	Raccomandazioni per la progettazione	358
	Bibliografia	360
13	Misuratori mobili di portata	363
13.1	Introduzione	363
13.2	Canale Venturi mobile	364
13.2.1	Principio di funzionamento	364
13.2.2	Canale Venturi mobile in sezione rettangolare	365
13.2.3	Canale Venturi mobile con ostacolo conico	370
13.3	Canale Venturi mobile in canale circolare	374
13.3.1	Dispositivo base	374
13.3.2	Dispositivo ottimizzato	377
13.4	Misuratori mobili di portata con contrazione laterale	381
13.4.1	Piatto Venturi	381
13.4.2	Scala di deflusso	382
13.4.3	Aspetti pratici	384
13.5	Misura della portata con stramazzi mobili	386
	Bibliografia	388
14	Pozzetti di ispezione	391
14.1	Introduzione	391
14.2	Entrata in pressione dello sbocco del pozzetto	393
14.3	Moto in pressione nel pozzetto	395
14.3.1	Suggerimenti progettuali	395
14.3.2	Risultati di Liebmann	396
14.3.3	Risultati di Lindvall e Marsalek	399
14.3.4	Ulteriori risultati	399
	Bibliografia	400
15	Manufatti di salto	403
15.1	Introduzione	403
15.2	Pozzetti di salto	405
15.2.1	Schema del pozzetto	405
15.2.2	Condizioni della corrente di monte	406
15.2.3	Geometria del getto	407
15.2.4	Camera di caduta	409
15.2.5	Uscita del pozzetto	410
15.2.6	Dissipazione d'energia e choking	412
15.3	Pozzi a vortice	416
15.3.1	Ambiti di applicazione	416

15.3.2	Manufatto di imbocco	417
15.3.3	Progetto dell'imbocco	418
15.3.4	Pozzo verticale	424
15.3.5	Manufatto di sbocco	426
	Bibliografia	430
16	Pozzetti e manufatti ricorrenti	433
16.1	Introduzione	433
16.2	Corrente lenta	434
16.2.1	Modello teorico	434
16.2.2	Correnti subcritiche e transcritiche	438
16.2.3	Coefficienti di perdita di carico localizzata	443
16.2.4	Calcolo dei profili di corrente	446
16.2.5	Confluenza con gradino	447
16.3	Corrente veloce	451
16.3.1	Descrizione del fenomeno	451
16.3.2	Brusca deviazione planimetrica	454
16.3.3	Restringimento di sezione	462
16.3.4	Allargamento di sezione	466
16.3.5	Correnti veloci in curva	470
16.3.6	Manufatti di confluenza	482
16.3.7	Metodi per la attenuazione delle onde di shock	489
16.4	Pozzetti di curva in collettori circolari	495
16.4.1	Introduzione	495
16.4.2	Corrente lenta	495
16.4.3	Corrente veloce	499
16.4.4	Riduzione dell'onda di shock	508
16.5	Criteri di progetto dei pozzetti per fognatura	513
16.5.1	Introduzione	513
16.5.2	Pozzetto di linea o di ispezione	515
16.5.3	Pozzetto di curva	517
16.5.4	Pozzetto di confluenza	521
16.5.5	Pozzetti con salto di modesta ampiezza	524
16.5.6	Confronto tra le capacità idrovettrici dei pozzetti	527
16.5.7	Raccomandazioni costruttive	528
	Bibliografia	532
17	Manufatti di ripartizione	535
17.1	Introduzione	535
17.2	Equazioni del moto	537
17.3	Efflusso laterale	540
17.4	Moto pseudo-uniforme	542
17.4.1	Effetto della riduzione di larghezza	542
17.4.2	Effetto dell'innalzamento del fondo	545
17.5	Andamento del profilo della superficie idrica	546

17.5.1	Rappresentazione grafica della soluzione	546
17.5.2	Soluzioni similari	550
17.6	Canali ripartitori	554
17.6.1	Canale ripartitore equivalente	554
17.6.2	Effetto delle resistenze	556
17.6.3	Caratteristiche dell'efflusso laterale	558
17.6.4	Moto pseudo-uniforme	560
17.7	Manufatti di biforcazione	562
17.7.1	Caratteristiche della corrente	562
17.7.2	Biforcazione a T	565
	Bibliografia	570
18	Sfioratori laterali	573
18.1	Introduzione	573
18.2	Impostazione progettuale	575
18.2.1	Conoscenze di base	575
18.2.2	Descrizione del manufatto standard	576
18.3	Sfioratori laterali a soglia alta	577
18.3.1	Collettore di monte	577
18.3.2	Canale sfioratore	578
18.3.3	Condotta limitatrice di portata	588
18.4	Sfioratori a soglia bassa	588
18.4.1	Descrizione del comportamento idraulico	588
18.4.2	Sfioratore prismatico	590
18.4.3	Sfioratore convergente	594
18.4.4	Il risalto idraulico negli sfioratori	598
18.4.5	Procedura di calcolo per sfioratori convergenti	599
18.5	Sfioratori laterali di lunghezza limitata	603
18.5.1	Introduzione	603
18.5.2	Piatto terminale	604
18.5.3	Legge di variazione della portata sfiorata	607
18.5.4	Profilo della superficie idrica	608
18.5.5	Valutazione della portata sfiorata	610
18.5.6	Perdite localizzate dovute all'efflusso laterale	612
18.5.7	Prove di laboratorio	613
18.6	Sfioratori laterali con condotta limitatrice di portata	615
18.6.1	Introduzione	615
18.6.2	Efficienza della condotta limitatrice	617
18.6.3	Caratteristiche della portata derivata	619
18.6.4	Raccomandazioni progettuali	620
18.7	Considerazioni finali	621
	Bibliografia	624

19	Canali di gronda	627
19.1	Introduzione	627
19.2	Equazioni di base	628
19.3	Canali di gronda a sezione rettangolare	630
19.3.1	Equazione della superficie libera	630
19.3.2	Classificazione generale	633
19.3.3	Deflusso transcritico	637
19.3.4	Funzionamento in stato critico	639
19.3.5	Canale di gronda con sezione a U	641
19.4	Aspetti pratici del moto nei canali di gronda	642
	Bibliografia	646
20	Scaricatori a salto	649
20.1	Introduzione	649
20.2	Schema di calcolo	650
20.3	Tirante idrico allo sbocco	652
20.4	Calcolo della portata derivata e della lunghezza della luce	654
20.5	Escursione della portata derivata	656
20.6	Corrente a valle dello scaricatore	658
20.7	Profilo del pelo libero	660
20.8	Raccomandazioni progettuali	664
	Bibliografia	666
	Indice analitico	667