

**Prof. Ing. FELICE CONTESSINI**  
PROFESSORE INCARICATO NEL POLITECNICO DI MILANO

# DIGHE E TRAVERSE

**PROGETTO E COSTRUZIONE**



**LIBRERIA EDITRICE POLITECNICA  
CESARE TAMBURINI - MILANO - 1953**

# INDICE GENERALE

## PARTE PRIMA

### CAP. I - TRAVERSE FISSE

	Pag.
1. - Distinzione fra traverse e dighe . . . . .	1
2. - Generalità sulle traverse fisse . . . . .	2
3. - Altezza di ritenuta . . . . .	4
4. - Profilo di tracimazione . . . . .	5
5. - Efflusso sulla traversa . . . . .	6
6. - Profilo di rigurgito . . . . .	7
7. - Traverse su terreni permeabili . . . . .	10
8. - Dimensioni e condizioni di stabilità delle traverse . . . . .	15
9. - Dissipatori di energia . . . . .	18
<i>Bibliografia</i> . . . . .	22

### CAP. II - PARATOIE

1. - Generalità . . . . .	23
2. - Paratoie piane . . . . .	24
3. - Paratoie a settore . . . . .	28
4. - Paratoie cilindriche . . . . .	35
5. - Paratoie a ventola . . . . .	37
6. - Paratoie a tetto . . . . .	43
7. - Paratoie composte . . . . .	45
8. - Efflusso attraverso le paratoie . . . . .	46
a) Paratoie piane verticali . . . . .	48
b) Paratoie piane inclinate, a settore e cilindriche . . . . .	48
c) Paratoie a ventola e a tetto . . . . .	50
<i>Bibliografia</i> . . . . .	51

### CAP. III - TRAVERSE MOBILI

1. - Generalità . . . . .	52
2. - Pile sulle traverse . . . . .	55
3. - Sbaramenti a panconcelli . . . . .	58
4. - Esempi di traverse mobili . . . . .	59
a) Castel Giubileo . . . . .	59
b) Rapperswil - Auenstein . . . . .	63
c) Scyssel . . . . .	64
d) Svir inferiore . . . . .	65
e) Sansading . . . . .	68
f) Bonneville . . . . .	69
g) Tennessee . . . . .	72
h) Altri esempi esteri . . . . .	76
i) Altri esempi italiani . . . . .	77
<i>Bibliografia</i> . . . . .	80

PARTE SECONDA

CAP. IV - DIGHE MASSICCE

	Pag.
1. - Generalità e classificazioni delle dighe . . . . .	81
2. - Profilo triangolare teorico e pratico . . . . .	85
3. - Forze agenti sulla struttura . . . . .	90
a) Peso del muro . . . . .	91
b) Spinta idrostatica . . . . .	91
c) Sottospinta idrostatica . . . . .	91
d) Spinta del ghiaccio . . . . .	93
e) Moti sismici . . . . .	95
f) Sforzi termici . . . . .	95
4. - Sollecitazioni e stabilità . . . . .	96
5. - Fenomeni termici . . . . .	102
6. - Particolari costruttivi . . . . .	107
a) Pianta rettilinea o arcuata . . . . .	107
b) Drenaggi . . . . .	109
c) Giunti trasversali . . . . .	113
d) Coprigiunti . . . . .	114
7. - Caratteristiche di dighe moderne . . . . .	115
<i>Bibliografia</i> . . . . .	117

CAP. V - DIGHE A SPERONI

1. - Classificazione e generalità . . . . .	119
2. - Dighe a gravità alleggerite . . . . .	123
a) Rassegna e progresso tecnico . . . . .	123
b) Forze agenti e condizioni di stabilità . . . . .	134
c) Aspetto economico . . . . .	140
3. - Dighe a volte multiple . . . . .	143
a) Esempi italiani ed esteri . . . . .	143
b) Criteri di calcolo . . . . .	150
4. - Dighe a lastre . . . . .	151
<i>Bibliografia</i> . . . . .	158

CAP. VI - DIGHE DI MATERIALI SCIOLTI

1. - Premesse . . . . .	160
2. - Dighe di pietrame a secco . . . . .	161
a) Caratteristiche statiche e dimensionali . . . . .	162
b) Corpo murario . . . . .	167
c) Manto di tenuta . . . . .	172
d) Assestamenti della massa muraria . . . . .	180
3. - Dighe di terra . . . . .	183
a) Profilo della sezione trasversale . . . . .	184
b) Materiali di rinterro e metodi di posa in opera . . . . .	185
c) Schemi tipici di costruzione . . . . .	189
d) Linea di saturazione . . . . .	192
e) Cause di disastri e norme di sicurezza . . . . .	194
f) Esempi di dighe in terra . . . . .	195
Nocelle. S. Valentino. Alcuni esempi di dighe estere.	
<i>Bibliografia</i> . . . . .	206

**CAP. VII - DIMENSIONAMENTO DELLE DIGHE A GRAVITA'**

	Pag.
1. - Impostazione del problema . . . . .	207
2. - Condizioni di stabilità di uno sperone . . . . .	208
3. - Formule per le scarpe dei paramenti . . . . .	212
4. - Considerazioni sugli sforzi negli speroni . . . . .	217
5. - Applicazioni . . . . .	219
Diga a gravità massiccia . . . . .	219
Diga a gravità di materiale sciolto . . . . .	222
Progettazione dello sperone tipo di una diga a gravità alleggerita . . . . .	223
Diga con parete di ritenuta a lastre sostenute da speroni . . . . .	226
<i>Bibliografia</i> . . . . .	228

PARTE TERZA

**CAP. VIII - DIGHE A VOLTA**

1. - Premessa . . . . .	229
2. - Nomenclatura e classificazione . . . . .	232
3. - Il problema statico . . . . .	234
a) Metodo dell'anello rigido . . . . .	235
b) Calcolo per anelli elastici indipendenti . . . . .	236
c) Calcolo come struttura solidale archi-mensole . . . . .	243
d) Metodo sperimentale . . . . .	247
4. - Evoluzione delle dighe a volta . . . . .	252
a) Notizie su dighe estere . . . . .	252
b) Le dighe italiane . . . . .	259
5. - Dighe ad arco-gravità . . . . .	274
6. - Tecnica progettistica . . . . .	285
a) Indirizzo alla progettazione . . . . .	285
b) Giunti. Drenaggi . . . . .	289
c) Progetto di una diga a volta sottile . . . . .	290
<i>Bibliografia</i> . . . . .	299

PARTE QUARTA

**CAP. IX - TECNICA DELLE FONDAZIONI**

1. - Caratteristiche tecniche dei terreni . . . . .	301
a) Depositi clastici . . . . .	302
b) Rocce clastiche cementate . . . . .	303
c) Rocce clastiche scistose . . . . .	304
d) Rocce calcaree . . . . .	304
e) Rocce stratiformi a facies cristallina . . . . .	305
f) Rocce massicce . . . . .	305
g) Rocce vulcaniche . . . . .	305
2. - Investigazioni geotecniche . . . . .	306
a) Esame preliminare . . . . .	306
b) Osservazioni dirette . . . . .	306
c) Sondaggi . . . . .	307
d) Metodi di prospezione sismico ed elettrico . . . . .	310
e) Sorprese nel sottosuolo . . . . .	313
f) Esperimenti su terreni compressibili . . . . .	316

	Pag.
3. Fondazioni in roccia . . . . .	319
4. Iniezioni di cemento . . . . .	324
a) Tecnica delle iniezioni . . . . .	324
b) Applicazione in sbarramenti moderni . . . . .	327
5. Fondazioni speciali . . . . .	336
a) Diga di Bou-Hanifa . . . . .	337
b) Diga di Gela . . . . .	339
6. Deviazione dei corsi d'acqua . . . . .	343
a) Tipi di ture . . . . .	343
b) Deviazione del Rodano . . . . .	345
c) Deviazione del Rio Negro . . . . .	347
d) Deviazione del Tennessee . . . . .	348
e) Deviazione dell'Isonzo . . . . .	349
<i>Bibliografia</i> . . . . .	352

### CAP. X - COSTRUZIONE DELLE DIGHE

1. Premessa . . . . .	353
2. Il calcestruzzo ed i suoi componenti . . . . .	355
a) Caratteristiche tecniche . . . . .	355
b) Granulometria. Modulo di finezza . . . . .	355
c) Acqua d'impasto . . . . .	361
d) Il cemento . . . . .	362
e) Resistenza dei calcestruzzi . . . . .	363
f) Influenza del gelo e del calore . . . . .	366
g) Studio di un calcestruzzo. Esempio . . . . .	367
h) Il controllo nei cantieri . . . . .	371
3. Modalità costruttive . . . . .	375
a) Costruzione a blocchi. Raffreddamento artificiale . . . . .	375
b) Protezione dei paramenti . . . . .	385
Calcestruzzo compatto. Intonachi. Rivestimenti in conci di pietra. Manti di calcestruzzo. Manti metallici. Sostanze impermeabili. Protezione del paramento di valle. . . . .	
c) Sopralzo delle dighe . . . . .	392
Dighe ai laghi del Bernina. Diga O'Shaughnessy. Diga Ross. Diga Lages. Diga dei Cheurfas. . . . .	
4. Organizzazione tecnica e logistica di un cantiere . . . . .	398
a) Considerazioni introduttive . . . . .	398
b) Trasporti e accesso al cantiere . . . . .	400
c) Abitazioni . . . . .	404
d) Energia elettrica . . . . .	405
e) Aria compressa . . . . .	406
f) Acqua . . . . .	409
g) Laboratorio. Officine. Magazzini . . . . .	410
5. Attrezzature e processo lavorativo nei grandi cantieri . . . . .	411
a) Approvvigionamento degli inerti . . . . .	411
b) Attrezzatura per gli scavi . . . . .	415
Scavi in roccia. Escavatori. . . . .	
c) Mezzi di trasporto . . . . .	422
d) Frantumazione del pietrame . . . . .	429
e) Vagliatura e lavatura degli inerti . . . . .	439
f) Confezione del calcestruzzo . . . . .	443

	Pag.
g) Disposizione delle installazioni per la preparazione degli inerti . . . . .	447
Cignana. Rossens. Suviana. Pian Telessio. Grande Dixence.	
h) Trasporto e posa del calcestruzzo . . . . .	463
Torri e canali. Gru teleferiche. Gru a ponte scorrevole. Gru a braccio girevole, mobili su rotaie. Gru fisse. Nastri e pompe. Casseforme. Vibratura del calcestruzzo.	
i) Dati statistici . . . . .	490
<i>Bibliografia</i> . . . . .	496

**CAP. XI – COMPORTAMENTO DELLE DIGHE**

1. - Introduzione . . . . .	499
2. - Permeazioni. Acque aggressive. Celo . . . . .	499
3. - Elasticità dei terreni rocciosi . . . . .	502
4. - Metodi e apparecchi di controllo e di misura . . . . .	506
a) Misure di allineamento . . . . .	506
b) Misure trigonometriche . . . . .	508
c) Misure con i pendoli . . . . .	509
d) Misure di inclinazione . . . . .	509
e) Misure di lunghezza . . . . .	510
f) Misura degli sforzi . . . . .	511
g) Installazione di apparecchi nelle dighe moderne . . . . .	512
5. - Deformazioni rilevate in alcune dighe . . . . .	514
<i>Bibliografia</i> . . . . .	526

PARTE QUINTA

**CAP. XII – OPERE DI SCARICO**

1. - Scarichi di superficie . . . . .	527
a) Introduzione . . . . .	527
b) Sforatori a stramazzo . . . . .	528
c) Sforatori a pozzo . . . . .	531
d) Scarichi con paratoie . . . . .	536
e) Sifoni autolivellatori . . . . .	556
2. - Scarichi in pressione . . . . .	561
a) Tipi di scarichi . . . . .	561
b) Organi di chiusura e di regolazione . . . . .	562
Paratoie piane. Saracinesche. Valvole a farfalla. Valvole a fuso.	
c) Esempi di scarichi in pressione . . . . .	566
d) Dimensionamento e calcolo idraulico . . . . .	577
<i>Bibliografia</i> . . . . .	582
Indice alfabetico delle materie . . . . .	587
Indice alfabetico nominativo delle dighe e delle traverse . . . . .	593