

Renato Morbidelli, Corrado Corradini

**METODI QUANTITATIVI
PER LA GESTIONE OTTIMALE
DELLE ACQUE**

Morlacchi Editore *U.P.*

Prima edizione: Margiacchi Galeno Editrice 2011
Seconda edizione rivista e ampliata: Morlacchi Editore 2015

“Qualunque tipo di ricavo ottenuto dagli autori per la vendita di questo libro verrà devoluto al Comitato Umbria dell’AIRC (Associazione Italiana per la Ricerca sul Cancro)”

Isbn/Ean: 978-88-6074-700-6

Copyright © 2015 by Morlacchi Editore, Perugia. Tutti i diritti riservati.

È vietata la riproduzione, anche parziale, con qualsiasi mezzo effettuata, compresa la copia fotostatica, non autorizzata. Finito di stampare nel mese di agosto 2015 presso la tipografia “Digital Print - Service”, Segrate (MI).

Mail to: redazione@morlacchilibri.com | www.morlacchilibri.com/universitypress

a Fabrizio

INDICE

PREMESSA	9
----------	---

1. IDROSISTEMI

1.1 Generalità	11
1.2 Stato di un idrosistema e sua trasformazione	11
1.3 Problemi da risolvere nella ingegneria degli idrosistemi	12
1.4 Alcuni esempi di idrosistema	14
1.5 Modello matematico da risolvere	19
1.6 Ottimizzazione e non-inferiorità	21
Problemi	22
Bibliografia	23

2. PROGRAMMAZIONE LINEARE

2.1 Forma standard	25
2.2 Forma canonica	27
2.3 Operazioni elementari per la riduzione di un modello LP a forma standard o a forma canonica	28
2.4 Soluzioni fattibili	29
2.5 Soluzioni ottimali	29
2.6 Combinazioni convesse nello spazio euclideo	30
2.7 Soluzioni fattibili di modelli LP nello spazio euclideo	31
2.8 Vertici di un poliedro convesso e punti interni	32
2.9 Soluzione ottimale di un modello LP e vertici	34
2.10 Individuazione dei vertici del poliedro convesso	35
2.11 Metodo del Pivot (o metodo Jordan) per la soluzione di sistemi lineari algebrici	36
2.12 Algoritmo del simplesso	38

2.13 Proprietà ulteriori usate nell'algoritmo del simplesso	40
2.14 Tabella del simplesso	41
2.15 Un semplice problema risolto con l'algoritmo del simplesso	42
2.15.1 Formulazione del problema	42
2.15.2 Definizione del modello matematico	43
2.15.3 Riduzione del modello a forma standard	44
2.15.4 Ricerca della soluzione di partenza	44
2.15.5 Algoritmo del simplesso in forma tabellare	45
2.16 Determinazione di una soluzione di base ammissibile del problema dei vincoli associato al modello LP	47
2.17 Strumenti pratici per risolvere problemi di LP	50
Problemi	51
Bibliografia	58
3. PROGRAMMAZIONE DINAMICA	
<hr/>	
3.1 Premesse	59
3.2 La scomposizione di un problema in sottoproblemi	60
3.3 Determinazione della soluzione in forma tabellare	65
3.4 Ottimizzazione dei ricavi con gestione adattiva	73
3.5 Ottimizzazione dei ricavi con gestione stocastica	73
3.6 Modelli di ottimizzazione per riserva singola a scopi multipli	78
Problemi	83
Bibliografia	85
4. DERIVAZIONE DELLE ACQUE	
<hr/>	
4.1 Premesse	87
4.2 Serbatoi di regolazione	87
4.2.1 Regolazione su base deterministica e su base stocastica	90
4.2.2 Regolazione dei serbatoi con approccio deterministico	91
4.2.2.1 Criteri di base per la regolazione dei serbatoi artificiali e soluzione richiesta	91
4.2.2.2 I Parametri fondamentali del regime dei serbatoi	92
4.2.3 Capacità di regolazione totale con portata di deflusso costante come obiettivo	94
4.2.4 Capacità di regolazione totale con portata di deflusso variabile con andamento prestabilito come obiettivo	96

4.2.5 Regolazione parziale con portata di deflusso costante come obiettivo	98
4.2.6 Regolazione parziale con portata di deflusso variabile con andamento prestabilito come obiettivo	101
4.3 Impianti ad acqua fluente	104
4.3.1 La configurazione ottimale delle turbine	105
Problemi	109
Bibliografia	113

5. PROCESSI STOCASTICI E GENERAZIONE DEI DATI

5.1 Premesse	115
5.2 Processi stocastici	116
5.2.1 Stazionarietà	120
5.2.2 Ergodicità	121
5.2.3 Indipendenza	122
5.2.4 Invertibilità	122
5.3 Modelli idrologici e generazione dei dati	123
5.4 Esame degli autocorrelogrammi empirici	125
5.5 La classe dei processi <i>ARIMA</i>	127
5.5.1 Il processo lineare autoregressivo $AR(p)$	127
5.5.2 Il processo di media mobile $MA(q)$	129
5.5.3 Il processo misto autoregressivo e di media mobile $ARMA(p,q)$	130
5.6 La costruzione di un modello <i>ARIMA</i>	130
5.6.1 Analisi preliminari	130
5.6.2 L'identificazione del modello	131
5.6.3 La stima dei parametri	133
5.6.4 La verifica del modello	134
Problemi	135
Bibliografia	139

PREMESSA

Questo volume contiene una sintesi delle principali problematiche affrontate nel corso di Gestione delle Risorse Idriche tenuto presso l'Università degli Studi di Perugia.

Tale disciplina è stata strutturata e si è poi sviluppata con l'obiettivo di fornire strumenti e conoscenze che consentano di gestire adeguatamente la risorsa acqua, bene primario che si rinnova grazie ad un ciclo naturale mantenuto attivo dal sole.

Come noto, la disponibilità di acqua si dimostra sempre più inadeguata se confrontata con i crescenti fabbisogni dell'umanità. A causa di ciò la risorsa idrica sta acquistando un valore economico in continua ascesa e sembra che in un futuro non troppo lontano possa divenire la principale causa di pericolosi conflitti bellici.

In tale contesto assumono grande importanza le attività di programmazione, volte ad individuare nuove fonti di attingimento ma soprattutto a disciplinarne l'uso, cui sono dedicati gli argomenti trattati in questo testo.