

Ing. Andrea Granara

INGEGNERIA DELLE ACQUE REFLUE

Principi teorici e criteri di dimensionamento
con esercizi svolti



POLINEX

Ing. Andrea Granara

INGEGNERIA DELLE ACQUE REFLUE

Principi teorici e criteri di dimensionamento
con esercizi svolti



Nota dell'autore

L'autore ha dedicato particolare attenzione alla verifica dei contenuti tecnici, dei dati numerici, delle formulazioni teoriche e delle illustrazioni presenti in questo volume, con l'obiettivo di garantire la massima accuratezza e coerenza con le conoscenze e le normative disponibili al momento della redazione.

Tuttavia, data la natura complessa e in continua evoluzione della materia trattata, non è possibile escludere completamente la presenza di imprecisioni, errori materiali o interpretazioni suscettibili di revisione. L'autore declina pertanto ogni responsabilità per eventuali conseguenze derivanti dall'uso delle informazioni contenute nel presente volume, che restano comunque destinate a supportare l'attività di studio e di progettazione tecnica.



Copyright © 2026 **Polinex Srl**

Tutti i diritti riservati. Nessuna parte di questo volume può essere riprodotta, memorizzata o trasmessa in alcuna forma o con alcun mezzo, elettronico, meccanico o altro, senza la preventiva autorizzazione scritta del titolare dei diritti.

Polinex Srl

Tutti i marchi citati nel testo appartengono ai rispettivi proprietari.

Indice

1	Introduzione	1
2	Caratteristiche delle Acque Reflue	3
2.1	Origine e tipologia delle acque reflue	3
2.2	Parametri fisici	3
2.3	Parametri chimici	3
2.4	Parametri biologici e microbiologici	4
2.5	Indicatori globali di inquinamento	4
2.6	Variabilità temporale delle caratteristiche	4
3	Schemi e Processi di Trattamento	5
3.1	Concetto di linea acque e linea fanghi	5
3.2	Schemi di trattamento convenzionali	5
3.3	Schemi di trattamento avanzati	5
3.4	Criteri generali di scelta dello schema di processo	6
3.5	Layout impiantistico e vincoli progettuali	6
4	Portate di Progetto e Carichi Inquinanti	7
4.1	Definizione delle portate caratteristiche	7
4.2	Andamento temporale delle portate	7
4.3	Carichi inquinanti medi e di punta	7
4.4	Abitanti equivalenti	8
4.5	Afflussi parassiti e acque di infiltrazione	8
4.6	Criteri di progetto idraulico	8
5	Trattamenti Primari Meccanici	9
5.1	Finalità dei trattamenti meccanici	9
5.2	Grigliatura	9
5.3	Dissabbiatura	9
5.4	Disoleatura	10
5.5	Sedimentazione primaria	10
5.6	Rendimenti di rimozione e prestazioni	10
6	Trattamenti Secondari Biologici	11
6.1	Principi dei processi biologici	11
6.2	Cinetica della crescita microbica	11
6.3	Processi a biomassa sospesa	11
6.3.1	Fanghi attivi	11
6.3.2	Reattori a batch (SBR)	12
6.4	Processi a biomassa adesa	12

6.4.1	Filtri percolatori	12
6.4.2	MBBR e IFAS	12
6.5	Parametri di controllo e gestione	12
7	Trattamenti Terziari di Affinamento	15
7.1	Obiettivi del trattamento terziario	15
7.2	Rimozione dell'azoto	15
7.3	Rimozione del fosforo	15
7.4	Filtrazione	15
7.5	Disinfezione	16
7.6	Affinamento per il riuso delle acque	16
8	Caratteristiche dei Fanghi di Depurazione	17
8.1	Origine dei fanghi	17
8.2	Produzione quantitativa dei fanghi	17
8.3	Caratteristiche fisiche dei fanghi	17
8.4	Caratteristiche chimiche e biologiche	18
8.5	Classificazione dei fanghi	18
9	Ispessimento e Disidratazione	19
9.1	Obiettivi della riduzione volumetrica	19
9.2	Ispessimento dei fanghi	19
9.2.1	Ispessimento gravitativo	19
9.2.2	Ispessimento meccanico	19
9.3	Disidratazione dei fanghi	20
9.3.1	Filtri a nastro	20
9.3.2	Centrifughe	20
9.3.3	Filtropresse	20
9.4	Prestazioni e criteri di scelta	20
10	Stabilizzazione e Digestione	21
10.1	Obiettivi della stabilizzazione	21
10.2	Stabilizzazione aerobica	21
10.3	Digestione anaerobica	21
10.4	Produzione e utilizzo del biogas	21
10.5	Aspetti gestionali e di sicurezza	22
11	Smaltimento e Recupero	23
11.1	Quadro normativo di riferimento	23
11.2	Smaltimento in discarica	23
11.3	Utilizzo agronomico	23
11.4	Compostaggio	24
11.5	Trattamenti termici	24
11.6	Recupero di materia ed energia	24
12	Esercizi Svolti	25
	Politecnico di Milano – Anno YYYY – Sessione I	26
	Università di Bologna – Anno YYYY – Sessione I	26
12.1	Errori tipici nelle prove di progettazione	27
12.2	Schemi riassuntivi e checklist	27