

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



**POLINEX**



## 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

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Caratteristiche delle Acque Reflue</b>	<b>3</b>
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
<b>3</b>	<b>Schemi e Processi di Trattamento</b>	<b>5</b>
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
<b>4</b>	<b>Portate di Progetto e Carichi Inquinanti</b>	<b>7</b>
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
<b>5</b>	<b>Trattamenti Primari Meccanici</b>	<b>9</b>
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
<b>6</b>	<b>Trattamenti Secondari Biologici</b>	<b>11</b>
6.1	Principi dei processi biologici . . . . .	11
6.2	Cinetica della crescita micrubbica . . . . .	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
<b>7</b>	<b>Trattamenti Terziari di Affinamento</b>	<b>15</b>
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
<b>8</b>	<b>Caratteristiche dei Fanghi di Depurazione</b>	<b>17</b>
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
<b>9</b>	<b>Ispessimento e Disidratazione</b>	<b>19</b>
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
<b>10</b>	<b>Stabilizzazione e Digestione</b>	<b>21</b>
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
<b>11</b>	<b>Smaltimento e Recupero</b>	<b>23</b>
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
<b>12</b>	<b>Esercizi Svolti</b>	<b>25</b>
	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

---