

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
Sezione A - Laurea Magistrale - Settore civile e ambientale
Prova pratica (IV PROVA)

ESERCITAZIONE DI INGEGNERIA SANITARIA - sistemi MBBR

E' richiesto il dimensionamento un impianto di trattamento delle acque reflue. L'impianto è a servizio di un centro urbano di 20 000 abitanti. I reflui sono prevalentemente di origine domestica, con ridotti quantitativi provenienti da attività artigianale ed industriale. I dati di input per il dimensionamento dell'impianto sono riportati nella tabella sottostante.

Numero di abitanti	N	[ab]	20000
Dotazione idrica	d	[l/ab*d]	200
		[m ³ /(ab d)]	0.200
Coeff. di afflusso in fognatura	ϕ	-	0.8
Coefficiente di punta nera		[m ³ /s]	2.5
Portata max in tempo di pioggia $Q_{p,max}$		[m ³ /s]	10 $Q_{m,n}$
Temperatura estiva del liquame		[°C]	20
Temperatura invernale del liquame		[°C]	10
Apporto di BOD ₅		[g/(ab*d)]	70
Apporto di SST		[g/(ab*d)]	90
Apporto di TKN		[g/(ab*d)]	10

Su specifica richiesta del committente, è richiesta l'adozione di un impianto di depurazione innovativo, del tipo MBBR (*Moving Bed Biofilm Reactor* o reattore a biomassa adesa a letto mobile) che permetta la rimozione sia della sostanza organica che la nitrificazione dell'ammoniaca (non è richiesta l'ulteriore trasformazione di nitrati in azoto molecolare).

Come portata di pioggia si assuma 10 volte la portata media nera e per tutte le informazioni non esplicitamente fornite si adottino le scelte ritenute più opportune, dandone breve motivazione.

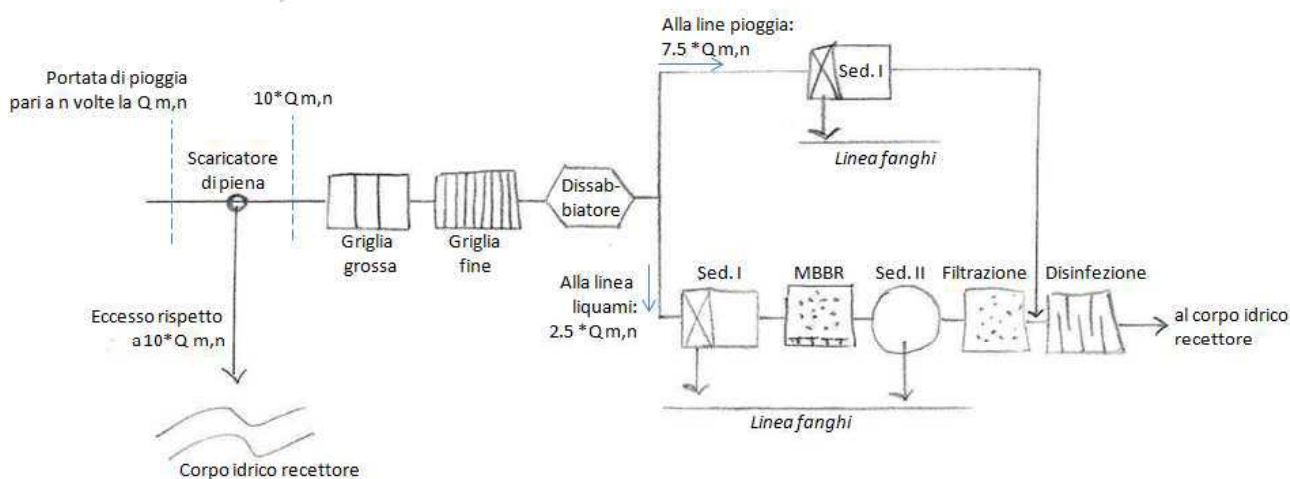
Alla luce di quanto esposto, il candidato progetti la linea liquami (comprensiva dei pretrattamenti) e la linea pioggia.

PREMESSA

Il presente elaborato riporta lo svolgimento di un esercizio di progettazione di un impianto di depurazione per acque reflue civili innovativo, del tipo MBBR (REATTORE A BIOMASSA ADESA A LETTO MOBILE). L'impianto in progetto è a servizio di un centro urbano con circa 20000 abitanti che non risente di fluttuazioni stagionali. Ciò che si richiede è il dimensionamento di tutte le fasi della linea liquami ossia: canale di adduzione, pretrattamenti (grigliatura grossolana, grigliatura fine e dissabbiatore) e fasi di trattamento vere e proprie (sedimentazione primaria, processo biologico di ossidazione con tecnologia MBBR, sedimentazione secondaria, filtrazione e disinfezione), più la linea pioggia.

Per una miglior comprensione dello svolgimento dell'esercizio, si premette che: in giallo sono evidenziati i dati di input dell'esercizio (es. numero di abitanti, dotazione idrica, temp. del liquame, apporto di BOD, SST, etc.); sono evidenziati ugualmente in giallo quei valori che vanno assegnati più o meno arbitrariamente (es. limiti di velocità del liquame nel canale adduttore, assegnazione del valore di primo tentativo per un'iterazione, numero di vasche da adottare, modello di dissabbiatore, velocità di filtrazione nell'omonima fase, etc...). In verde sono evidenziati i risultati più importanti ottenuti (es. dimensione delle vasche di ossidazione biologica, di sedimentazione e delle altre fasi). In grigio, infine, quei valori di riferimento generalmente tabellati (es. costanti che compaiono nelle formule; parametri tipici di dimensionamento, etc.).

Nell'elaborato sono riportati anche tutti quegli abachi/grafici utili in fase di dimensionamento (es. abaco per la scelta del dissabbiatore aerato e per il dimensionamento del sistema di aerazione per le fasi aerobiche; indicazione dei valori più comuni dei parametri di dimensionamento generalmente impiegati, etc.).



L'Autore declina ogni responsabilità per le eventuali inesattezze ed errori riportati nel presente elaborato, nonché per gli eventuali danni che dall'utilizzo dello stesso possono derivare.

SCelta del DISSABBIATORE

Portata ($C_p \cdot Q_{m,n}$)	333.33	[m ³ /h] *
Modello:	2 - 1.4	

* dimensiono con riferimento alla Qmax

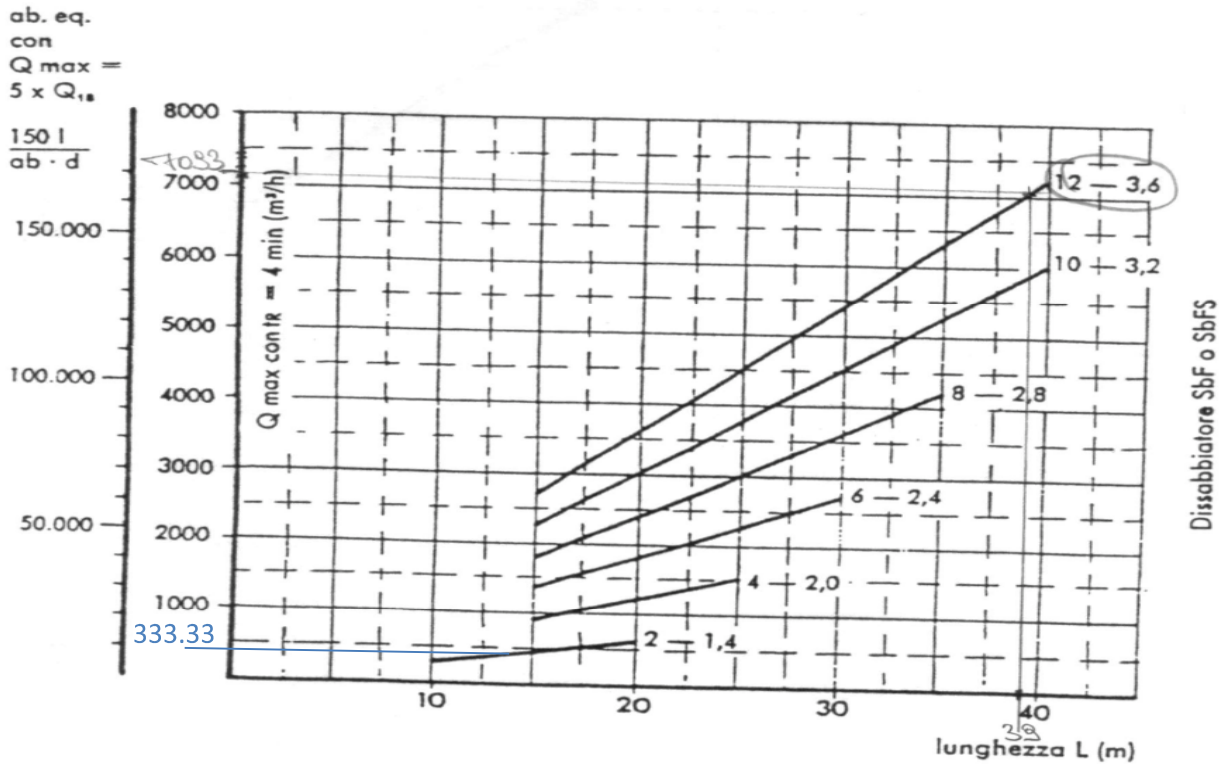


Fig. 2.6-1. Diagramma per la rapida determinazione del tipo di dissabbiatore aerato

Lunghezza dissabbiatore	L	12	[m]
-------------------------	---	----	-----

lo leggo dal grafico entrando con Q e modello

Tabelle con dimensioni dei vari modelli:

modello	F m ²	B m	H tab m
12-3.6	12	3.60	4.60
10-3.2	10	3.20	4.20
8-2.8	8	2.80	3.60
6-2.4	6	2.40	3.30
4-2.0	4	2.00	2.65
2-1.4	2	1.40	1.90

modello prescelto

Superficie	F	2	[m ²]
Volume bacino		24	[m ³]

dalle tabelle, entrando col modello scelto

$$V = L \cdot F$$

Assumendo una portata d'aria di ugello di:
 con una sommergenza (pari all'altezza della vasca calcolata prima) di:
 cui corrisponde una resa (in condizioni standard) del

50	Nm ³ /h
6.00	m
23	%

(vedi grafico)

Possiamo calcolare la capacità di ossigenazione in condizioni standard, appunto, di un ugello come prodotto tra:

- portata d'aria per ugello (normal metri cubi d'aria erogati all'ora)
- ossigeno contenuto in un metro cubo d'aria in condizioni std
- rendimento nel trasferimento d'ossigeno del diffusore

0.28 kgO₂/m³ aria

O.C std	3.22	kg O ₂ /h
---------	------	----------------------

capacità ossigenazione in condizioni operative standard

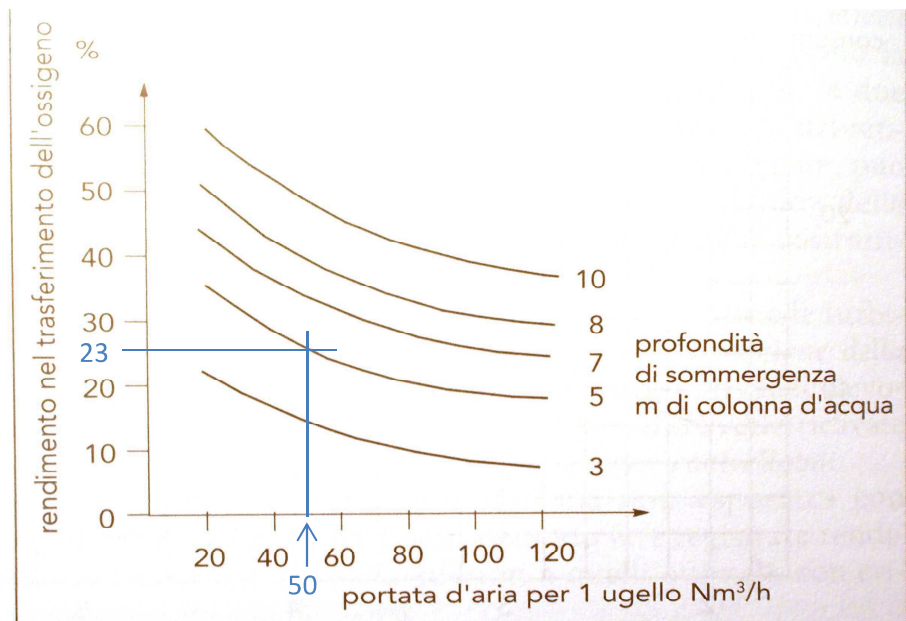


Grafico che esprime il rendimento dell'ugello in termini di trasferimento di ossigeno nel liquame in funzione della portata e dell'altezza della vasca (profondità di sommergenza) in condizioni standard.

In condizioni operative (CO) vale la formula: $O.C.* = OC_{std} \cdot \left(\alpha \cdot 1.024^{(T-20)} \cdot \frac{\beta \cdot O_2 sat(T) - O_2}{O_2 sat(20^\circ C)} \right)$

con:

α	0.8	
β	1	
O ₂ sat 20°	9.2	mg/l
O ₂ sat 0°	14	mg/l
O ₂ sat(T)	9.2	mg/l
O ₂	4.5	mg/l

ottenuto con l'interpolazione tra O₂ a 0 e 20° per la mia T concentrazione di ossigeno in vasca ossidazione (senza nitrificazione, basterebbe 2 mg/l)

O.C.*	1.31	kg O ₂ /h
-------	------	----------------------

capacità ossigenazione in condizioni operative reali

Questo valore è riferito al singolo ugello; poiché a me servivano in tutto: 71.10 kg O₂/h con una semplice divisione ricavo il numero di ugelli necessari.

n	54.37
	56

numero ugelli teorico

numero di ugelli adottati (meglio in numero uguale per ciascuna vasca)