REGIONE PIEMONTE **PROVINCIA DI CUNEO**

COMUNE DI SANT' ALBANO STURA

COLLEGAMENTO E DISMISSIONE DELL' IMPIANTO DI DEPURAZIONE IN LOCALITA' LA FOSSA AL DEPURATORE COMUNALE IN LOCALITA' SAN DEFENDENTE

PROGETTO DEFINITIVO

Il Committente

ALPI acque S.p.A.

SEDE LEGALE
P.zza Dompé n° 3
12045 FOSSANO (CN)

SEDE OPERATIVA
Via Carello n° 5
12038 SAVIGLIANO (CN)

Progettazione

Ferrari, Giraudo e Associati s.r.l.
Società Tra Professionisti

FERRARI, GIRAUDO e Associati S.r.l. S.T.P.
Corso Nizza, 67/A - 12100 CUNEO
Tel. 0171/480247
e-mail: stefano@ferrariegiraudo.com

Revisione	Data	Motivo della modifica elaborato
2	13/01/2023	Adeguamento finale agli accordi bonari
1	17/11/2022	Adeguamento tracciato agli accordi bonari
0	28/06/2021	Emissione per approvazione

RELAZIONE DIMENSIONAMENTO IMPIANTO

scala

elaborato

1.a

REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI CUNEO
COMUNE DI SANT'ALBANO STURA

Committente:
ALPI acque S.p.a.
Piazza Dompè, n° 3
12045 – Fossano (CN)

PROGETTO DEFINITIVO:

COLLEGAMENTO E DISMISSIONE DELL' IMPIANTO DI DEPURAZIONE IN LOCALITA' LA FOSSA AL DEPURATORE COMUNALE IN LOCALITA' SAN DEFENDENTE

Relazione di verifica impianto

I N D I C E

PREMESSE **2**

DATI DI PROGETTO E LIMITI DI EMISSIONE **4**

POPOLAZIONE EQUIVALENTE 4

PARAMETRI DI VERIFICA 5

DIMENSIONAMENTI LINEA ESCLUSIONE IMPIANTO FOSSO DELLA VALLE **7**

POZZETTO DI BYPASS E SFIORO 7

VERIFICA DELLA CONDOTTA DI TRASPORTO 7

POZZO DI SOLLEVAMENTO 10

DIMENSIONAMENTI IMPIANTO DEPURAZIONE SAN DEFENDENTE **11**

SGRIGLIATURA 12

DISSABBIATURA 12

POZZETTO DI BY-PASS DELLA OLTRE $3Q_{MS}$ 14

OSSIDAZIONE-SEDIMENTAZIONE 16

Comparto biologico-ossidativo *16*

Impianto di aerazione *19*

Dotazione impiantistica per l'aerazione *20*

Sedimentazione secondaria *21*

Portata di fango di supero *24*

Portata di ricircolo del fango *24*

ISPESSIMENTO 25

PREMESSE

La presente relazione, allegata al progetto definitivo dei lavori di "*COLLEGAMENTO E DISMISSIONE DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE IN LOCALITA' LA FOSSA AL DEPURATORE COMUNALE IN LOCALITA' SAN DEFENDENTE*" previsti da ALPI Acque S.p.A. nel Comune di Sant'Albano Stura, illustrerà l'adeguamento del recente sistema di depurazione presente in località "San Defendente" alle acque provenienti dal depuratore in località "Fosso della valle", che verrà dismesso a seguito della vetustà delle opere di depurazione presenti.

Scopo della presente relazione è quello di illustrare il funzionamento del depuratore in località San Defendente, con le modifiche previste al fine di adeguarlo al recepimento degli scarichi di 1.900 abitanti equivalenti, e di verificare che nella nuova condizione vengano comunque rispettati i parametri presenti nelle vigenti norme in materia di impianti di trattamento delle acque reflue urbane.

Le acque attualmente dirette al depuratore in località "Fosso della valle" verranno intercettate a monte dell'impianto, tramite un nuovo pozzetto di collegamento dotato di sfioratore della portata oltre la 5Qm, ed inviate al depuratore in località "San Defendente" tramite una nuova condotta di diametro di 250 mm che fiancheggerà il bordo di monte della pista di servizio della cava di estrazione inerti della UNICAL S.p.a.

I vari elementi dell'impianto saranno verificati e dimensionati nei paragrafi successivi.

L'attuale depuratore in località "Fosso della Valle" ed i relativi sfioratori sono provvisti di Autorizzazione allo scarico di acque reflue, in capo alla Società ALPI ACQUE S.p.A., rilasciata dalla Provincia di Cuneo con Provvedimento prot. n. 2014/4985 del 20/01/2014. Si riportano nel seguito gli elementi principali dell'Autorizzazione in oggetto:

- la fognatura è classificabile alla 2ª categoria ai sensi della L.R. 13/90 e s.m.i.;
- la fognatura è al servizio di un agglomerato inferiore a 2.000 a.e.;
- la fognatura non convoglia acque reflue industriali;
- la fognatura è unitaria ed è presente uno sfioratore di piena, dimensionato a norma dell'art. 6 della L.R. 13/90 e s.m.i., ubicato in testa all'impianto di depurazione, con scarico congiunto a quello dell'impianto medesimo;
- la fognatura presenta due scaricatori di piena ubicati lungo la rete fognaria;
- potenzialità depuratore: 1.500 a.e.;

- tipologia di depurazione: trattamento secondario;
- corpo ricettore: Corso d'acqua superficiale – Rio Fosso della Valle;
- limiti accettabilità scarico impianto: All.2 – Tab. 2.IV ex L.R. 13/90 e s.m.i.

L'attuale depuratore in località "San Defendente" è provvisto di Autorizzazione allo scarico di acque reflue, in capo alla Società ALPI ACQUE S.p.A., rilasciata dalla Provincia di Cuneo con Provvedimento prot. n. 2014/2195 del 10/01/2014. Si riportano nel seguito gli elementi principali dell'Autorizzazione in oggetto:

- la fognatura è classificabile alla 2ª categoria ai sensi della L.R. 13/90 e s.m.i.;
- la fognatura è al servizio di un agglomerato inferiore a 2.000 a.e.;
- la fognatura convoglia acque reflue industriali;
- la fognatura è unitaria ed è presente uno sfioratore di piena, dimensionato a norma dell'art. 6 della L.R. 13/90 e s.m.i., ubicato in testa all'impianto di depurazione, con scarico congiunto a quello dell'impianto medesimo;
- potenzialità depuratore: 1.000 a.e.;
- tipologia di depurazione: trattamento secondario;
- corpo ricettore: Corso d'acqua superficiale – Fiume Stura di Demonte;
- limiti accettabilità scarico impianto: All.2 – Tab. 2.IV ex L.R. 13/90 e s.m.i.

DATI DI PROGETTO E LIMITI DI EMISSIONE

Popolazione equivalente

Nel Comune di Sant'Albano Stura sono residenti, al 01 gennaio 2020 (dati Istat), 2.367 abitanti. Oltre al concentrico, dove è presente il municipio, il territorio comunale comprende anche alcune frazioni, che si trovano a parecchi chilometri di distanza, come Dalmazzi (circa 185 persone), Ceriolo (circa 395 persone) e Consovero (circa 375 persone), quest'ultima condivisa in parte con il vicino Comune di Morozzo. Nei dati precedenti, si è tenuto conto che ognuna delle frazioni presenta, nel proprio territorio di riferimento, diverse case sparse dotate di proprio impianto di trattamento dei reflui fognari.

Le abitazioni della Frazione Dalmazzi e di una parte di Consovero sono dotate di piccoli impianti singoli, mentre la Frazione di Ceriolo è dotata di un proprio impianto comune gestito dal SII, a fossa Imhoff, al quale si aggiungono altri piccoli impianti privati.

Nel concentrico sono quindi presenti circa 1.412 persone che, in base alla rete fognaria presente, scaricano il 40% (circa 570 persone) dei reflui nell'impianto di Fosso della Valle ed il 60% al depuratore di San Defendente (circa 842 persone).

Dai dati forniti dal Gestore del Servizio Idrico Integrato, le attività industriali presenti (1 lavanderia ed un paio di autolavaggi), collegate alla rete fognaria diretta verso il depuratore in località San Defendente, inviano un quantitativo di acque pari a 22,3 m^3/d all'impianto, con un carico giornaliero medio pesato di 5,115 kg BOD5/d. L'inquinamento prodotto corrisponde, quindi, a quello di 85 abitanti equivalenti, che sommati agli 842 precedenti, portano ad un totale di 927 AE, ben al di sotto della potenzialità nominale dell'impianto, ad oggi pari a 1.000 AE.

Considerando la definizione di agglomerato riportata all'art. 74 – comma 1 – lettera n) del D.lgs. 152/06, si può pensare ad una potenzialità di abitazioni nel Comune di Sant'Albano Stura (tenendo conto anche delle previsioni urbanistiche dei prossimi anni), suddivisa sui depuratori in gestione all'ALPI Acque S.p.a., di circa 2.000 AE. Si può ipotizzare che le case presenti nella Frazione Ceriolo, che inviano le acque alla fossa Imhoff in gestione al SII siano circa 130, per cui il concentrico, attualmente servito dai depuratori di San Defendente e del Fosso della valle, presenta circa 2.000 – 130 = 1.870 abitanti equivalenti.

Tale dato viene anche confortato dal numero di utenze attualmente allacciate alla fognatura sul territorio comunale di Sant'Albano Stura, che, secondo i dati forniti dal gestore ALPI Acque S.p.a., risulta di 778. Ipotizzando 2,5 persone medie per ogni utenza (valore molto cautelativo in quanto nei piccoli centri come Sant'Albano Stura il valore medio è più vicino al 2,0) si individuano 778 * 2,5 = 1.945 abitanti equivalenti dai quali, dedotti i 130 abitanti serviti nella Frazione Ceriolo dall'impianto Imhoff, si ottengono 1.945 – 130 = 1.815 persone.

Il depuratore in località "San Defendente" verrà adeguato, quindi, a ricevere i reflui di 1.900 Abitanti equivalenti e, successivamente, si procederà alla dismissione del vetusto impianto di "Fosso della valle". La tipologia di impianto presente in località San Defendente è del tipo a fanghi attivi con aerazione prolungata (ossidazione totale). L'inquinamento afferente proviene da aree a destinazione residenziale, classificabili come refluo urbano, senza connessione di insediamenti industriali.

Parametri di verifica

Stante queste premesse, **il depuratore sarà verificato per 1.900 A.E.**, come riportato nella tabella seguente, con alcuni dati che sono stati forniti dal gestore ALPI Acque S.p.a., in funzione delle misurazioni che vengono eseguite periodicamente sui reflui dei due impianti.

Parametro		**Unità di Misura**	**Valore**
Abitanti equivalenti		A.E.	1900
Dotazione idrica		l · A.E./giorno	250
Coefficiente di afflusso		/	0,8
Carichi specifici	BOD5	g · A.E./giorno	50
	Solidi sospesi	g · A.E./giorno	-
	Azoto	g · A.E./giorno	-
	Fosforo	g · A.E./giorno	-
Carichi idraulici	Portata media giornaliera	m^3/giorno	380
	Portata media oraria	m^3/h	15,83
	Portata 5Qm	m^3/h	79,17
	Portata 3Qm	m^3/h	47,50
	Portata 2Qm	m^3/h	31,67
Carico ingresso	BOD5	kg/giorno	95
	Solidi sospesi	kg/giorno	-

	Azoto	kg/giorno	-
	Fosforo	kg/giorno	-
Concentrazione ingresso	BOD5	mg/l	250
	Solidi sospesi	mg/l	-
	Azoto	mg/l	-
	Fosforo	mg/l	-

CARATTERISTICHE E PARAMETRI DI PROGETTO

NUMERO UTENTI	N ab. equ.	=	**1.900**	ab	
Dotazione idrica	Di	=	**250**	l/ab x giorno	
Coefficiente di afflusso in fognatura	α	=	**80%**		
Portata unitaria	qu	=	200	l/ab x giorno	
Carico organico unitario	C ou	=	**50**	g BOD5/ab x giorno	
Inquinamento specifico	E	=	250	mg/l	
Depurazione richiesta allo scarico	D	=	**80**	mg/l	
Portata giornaliera	Qg	=	380,00	mc/giorno	
Portata media oraria	**Qm**	=	**15,83**	mc/h =>	4,40 l/s
Portata di punta di progetto	**Qg = 3 Qm**	=	**47,50**	mc/h =>	13,19 l/s
Portata di punta massima	**Qp = 5 Qm**	=	**79,17**	mc/h =>	21,99 l/s
Carico organico giornaliero	Co	=	95	kg BOD5/giorno	

L'effluente in uscita dall'impianto dovrà far riferimento ai parametri dettati dalla **Legge Regionale n. 13/90 – Tabella 2.IV**.

Parametro	**Unità di Misura**	**Valore L.R. 13/90 (All.2, colonna 2.IV)**
pH		5.5 – 9.5
Temperatura	°C	30-3°C
Colore (diluizione non percettibile su spessore 10 cm)		1/40
Odore		Non molesto
Materiali grossolani		Assenti
Materiali sedimentabili	ml/l	1
Materiali in sospensione totali	mg/l	200
BOD5	mg/l	80
COD	mg/l	300
Azoto ammoniacale come NH^{4+}	mg/l	60
Azoto nitroso come N	mg/l	-
Azoto nitrico come N	mg/l	-
Fosforo	mg/l	20
Coliformi totali	MPN/100 ml	-
Coliformi fecali	MPN/100 ml	-
Streptococchi fecali	MPN/100 ml	-

DIMENSIONAMENTI LINEA ESCLUSIONE IMPIANTO FOSSO DELLA VALLE

Come ricordato in precedenza, data la vetustà delle strutture di depurazione presenti al Fosso della Valle, si procederà all'installazione di una tubazione che trasporti le acque reflue ad esso indirizzate fino al depuratore di San Defendente, per poi procedere alla sua dismissione. Nella nuova condotta affluirà un refluo raccolto da rete di fognatura unitaria, ai sensi del D.P.G.R. 16 dicembre 2008 n. 17/R, che sarà verificata per convogliare le portate di 1.000 AE, anche se molto superiori ai dati valutati nel precedente paragrafo.

La tubazione partirà dalla quota di 338,17 m, in corrispondenza del nuovo pozzo di by-pass e di sfioro del depuratore Fosso della Valle, per scendere gradualmente, dopo una distanza di circa 1.105 m, fino alla quota di 315,78 m in corrispondenza dell'area del depuratore di San Defendente. In tal punto verrà posizionato un pozzo di sollevamento che invierà le acque in testa al depuratore di San Defendente, per poterle trattare. Le portate di riferimento sono individuate nella seguente tabella:

NUMERO UTENTI	N ab. equ.	=	**1.000**	ab
Dotazione idrica	Di	=	**250**	l/ab x giorno
Coefficiente di afflusso in fognatura	α	=	**80%**	
Portata giornaliera	Qg	=	200,00	mc/giorno
Portata media oraria	**Qm**	=	**8,33**	mc/h
Portata di punta massima	**Qp = 5 Qm**	=	**41,65**	mc/h

Pozzetto di bypass e sfioro

A monte del depuratore di Fosso della valle verrà posizionato un nuovo pozzetto di deviazione delle acque, che lo escluda dalla rete fognaria, e di sfioro della portata eccedente la $5Qm_s$, che verrà inviata, mediante collegamento alla tubazione già esistente, come scarico, all'interno dell'impluvio laterale. Lo sfioro sarà realizzato in funzione della portata inviata all'interno del tubo diretto al depuratore di San Defendente, che con un diametro di 25 cm, sarà riempito per un'altezza di 7,9 cm.

Verifica della condotta di trasporto

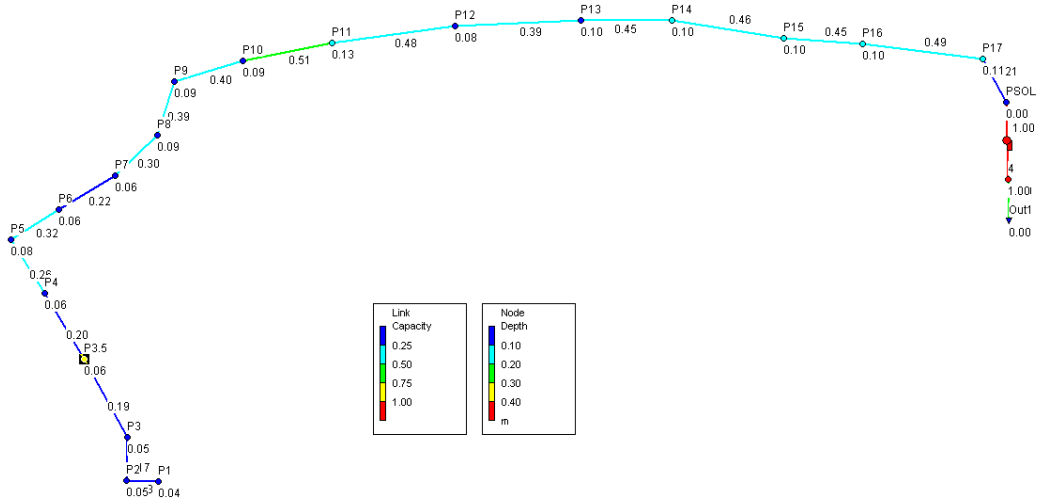
La rappresentazione del flusso si è fatta mediante un modello 1D per il mediante SWMM (Storm Water Management Model rel. 5.1.013, U.S. E.P.A. www.epa.gov/swmm). È un

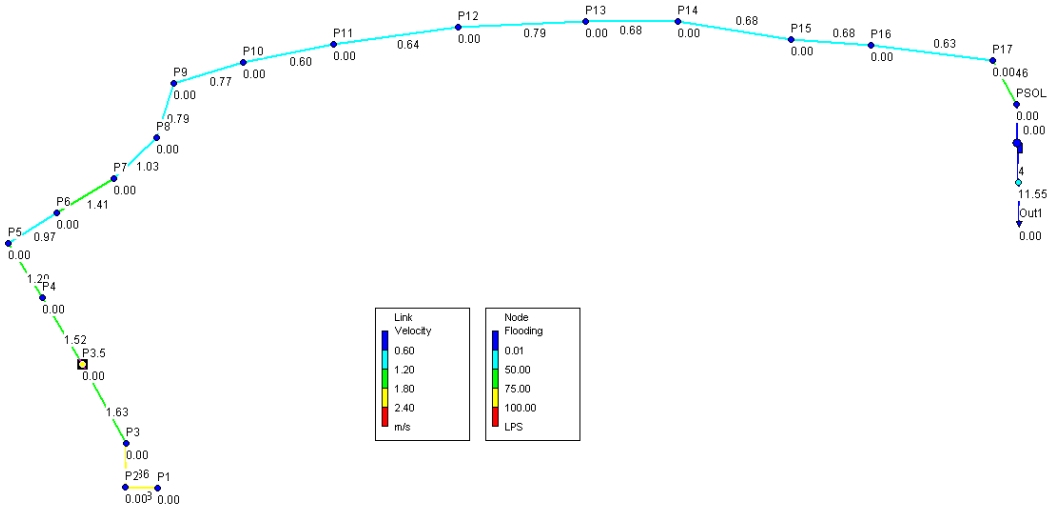
modello ampiamente utilizzato per il calcolo delle reti a pelo libero e di drenaggio urbano. SWMM risolve le equazioni dinamiche di St.Venant in moto vario lungo condotte o canali (link) che collegano tra loro pozzetti o nodi (nodes). Il programma tiene anche conto della capacità di invaso nei link e nei nodi. Il programma SWMM è considerato un riferimento standard tecnico nella modella zione delle reti di drenaggio urbano, sia per la capacità di trattare il moto vario, sia per la possibilità di evidenziare con semplicità la fuoriuscita di acqua dai pozzetti e l'insufficiente capacità di convogliamento delle condotte.

La portata di verifica è assunta variabile tra 2.31 a 11.56 l/s, ovvero tra Qm e 5Qm.

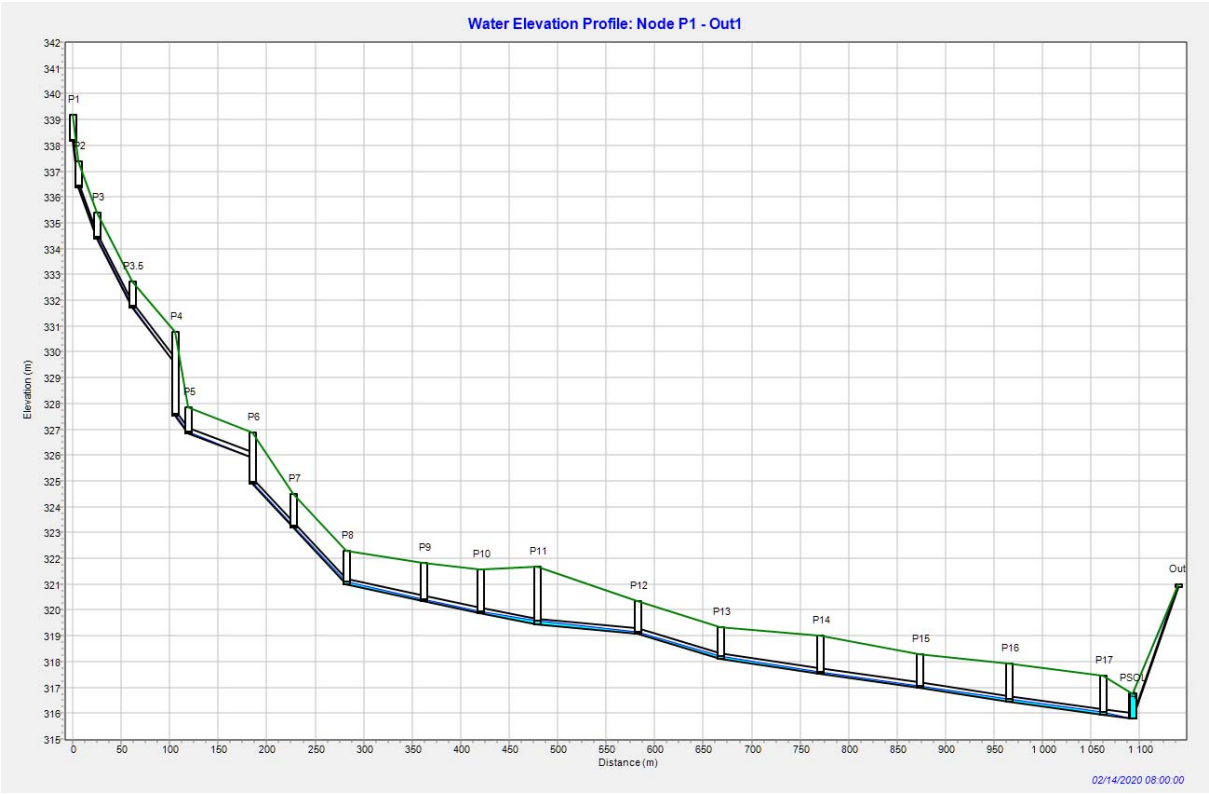
In SWMM il tratto in esame è rappresentato da pozzetti (nodes), caratterizzati da altitudine del fondo e profondità massima rispetto al piano stradale, legati da condotte (link), caratterizzate da forma e caratteristiche di resistenza al moto. Lungo il profilo è stato svolto un rilievo speditivo con GPS, sufficientemente affidabile per il livello

L'immissione della portata avviene nel nodo P1. Lungo il percorso, le perdite di energia sono stimate mediante coefficiente di Manning pari a 0.015 $m^{1/3}/s$. Il sollevamento è simulto da un link pompa con curva simile a quella scelta. Un nodo fittizio (Out1) rappresenta l'emissario della condotta. Le condotte in SWMM sono sezioni circolari chiuse, di diametro 235.4 mm.





Pianta output della condotta di adduzione, con portata 5Qm, pari a 11.56 l/s, nella immagine in alto sono indicati i gradi di riempimento lungo la condotta e le altezze d'acqua nei pozzetti. Nella immagine inferiore le velocità in m/s e le fuoriuscite dai pozzetti, tutte nulle.



Profilo della condotta di adduzione, con portata 5Qm.

La condotta è del tutto compatibile con la portata 5Qm.

Sarebbe possibile anche il collegamento diretto senza sollevamento ma, per evitare velocità troppo modeste si dovrebbe adottare un diametro di condotta piuttosto modesto, sconsigliabile a monte di una grigliatura. E' consigliato pertanto il sollevamento al fondo per evitare un eccessivo rallentamento.

Pozzo di sollevamento

Il pozzo di sollevamento, in corrispondenza dell'area del depuratore San Defendente, sarà dotato di un pozzetto iniziale di sghiaiatura grossolana, di sezione interna di 1,00x1,00 m, del vero e proprio pozzo di sollevamento, di sezione interna di 2,50x2,50 m, e di un successivo pozzetto di manovra, di sezione interna di 1,20x1,20 m, in cui saranno alloggiate le apparecchiature di regolazione e di controllo (saracinesche, valvole di ritegno, ecc.) delle acque reflue pompate. All'interno del pozzo, di altezza interna netta di 2,70 m e di altezza utile di 1,30 m (volume utile di 8,12 m^3) troveranno collocazione n° 2 elettropompe, con partenza comandata da sensori galleggianti, ognuna delle quali sarà in grado di pompare una portata di 20,83 m^3/h, pari a 5,78 l/s, con una prevalenza di 6,60 m (dislivello geodetico) + 2,78 m (perdita di carico tubo PEAD PN16 DN125) = 9,38 m.

Considerando la portata giornaliera complessiva di 200 m^3/d, le due elettropompe, disponibili in commercio con tali prestazioni, saranno in grado di inviarla in testa all'impianto in un tempo complessivo di: 200 m^3/d / (2 * 31,6 m^3/h) = 3,16 h/d. Nel caso vi fosse la portata 5Qms, il tempo di funzionamento salirebbe a 15,78 h/d. Considerando la potenza massima di 1,6 kW di ogni singola pompa, è ipotizzabile un consumo medio di 3.819 kWh e massimo di 19.097 kWh ogni anno.

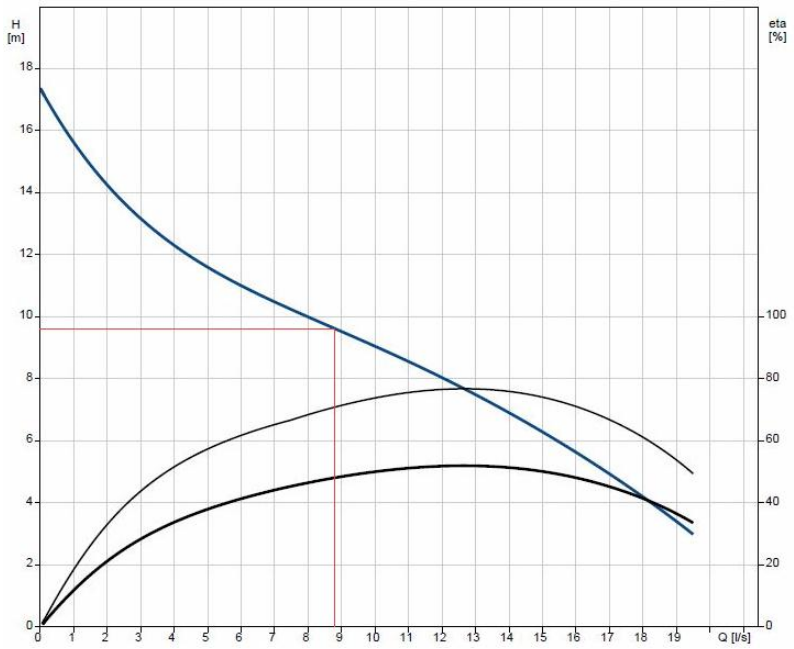


Grafico della curva portata-prevalenza dell'elettropompa scelta

DIMENSIONAMENTI IMPIANTO DEPURAZIONE SAN DEFENDENTE

Poiché all'impianto in località San Defendente affluirà un refluo raccolto da rete di fognatura unitaria, ai sensi del D.P.G.R. 16 dicembre 2008 n. 17/R (Allegato B), il depuratore è stato verificato per trattare le seguenti portate:

- una portata pari a 5 volte la portata media giornaliera in tempo secco, ossia $5Qm_s$ in corrispondenza del trattamento preliminare di dissabbiatura e sgrigliatura;
- una portata pari a 3 volte la portata media giornaliera in tempo secco, ossia $3Qm_s$, in corrispondenza dei trattamenti biologici (senza trattamento primario).

Trattandosi di impianto per piccole comunità, lo schema di impianto a fanghi attivi è del tipo semplificato ed a cosiddetta aerazione prolungata, avente le seguenti particolarità:

- ✓ assenza della fase di sedimentazione primaria;
- ✓ fase di aerazione a fanghi attivi dimensionata con tempi di ritenzione molto lunghi in modo da garantire un prolungato stazionamento della miscela aerata in vasca, permettendo anche la stabilizzazione del fango;
- ✓ la linea fango è assente, l'accumulo dello spesso avviene nella vasca di sedimentazione e da qui, il fango viene poi trasferito ad impianto di trattamento autorizzato.

Facendo riferimento alla Tavola grafica n. 5, le acque di fognatura in arrivo sia dalla parte nord-est del concentrico (già dirette al depuratore di San Defendente) che dalla porzione a sud-ovest (inizialmente dirette al depuratore di Fosso della Valle), dopo aver attraversato il pozzetto di prelievo e campionamento (1), passano alla sgrigliatura meccanica (4) ed al successivo dissabbiatore statico in pozzetto (2), che consente la trattenuta della sabbia e del terriccio presenti nel liquame. La sabbia raccolta mediante sistema air-lift viene depositata nell'adiacente vasca di raccolta (13), prevista in ampliamento rispetto alla situazione attuale, dalla quale sarà periodicamente allontanata manualmente. Quindi, le acque di fognatura passano al pozzetto scolmatore (14), avente la funzione di lasciar procedere al trattamento di ossidazione unicamente la portata $3Qm_s$. La portata eccedente viene inviata, mediante collegamento alla tubazione di scarico della portata oltre la $5Qm_s$ giunta dalla testa dell'impianto, al pozzetto finale di miscelazione del refluo in uscita.

Sgrigliatura

Il trattamento di sgrigliatura, presente su un canale di 50 cm di larghezza, si effettua mediante uno sgrigliatore meccanico in controcorrente, dotato di una griglia fine da 6 mm, con passo di 30 mm (4) che raccoglie il materiale sgrigliato in un cassone per la locale raccolta di R.S.U., con successivo svuotamento da parte del gestore. La zona di grigliatura è provvista di un canale di bypass, con paratoie di chiusura ed apertura per indirizzare il flusso in tale zona durante le operazioni di manutenzione. Tutta la zona è coperta da griglie carrabili per l'agevole spostamento dei cassoni di materiale raccolto.

<u>Dimensionamento/verifica</u>

Ricordando i valori di portata da assumere:

$Qm_s = 15{,}83\ m^3/h$ $\qquad$ $5Qm_s = 79{,}17\ m^3/h$

e partendo dal presupposto che la griglia attraversata dalla corrente del refluo subisce un rallentamento per effetto della diminuzione di sezione libera, come visibile dalla tabella successiva, si individuerà una velocità del refluo di 0,67 m/s nella parte anteriore alla griglia (altezza antegriglia 6,59 cm) e di 1,26 m/s nella parte posteriore (altezza postgriglia 3,49 cm).

GRIGLIATURA (5 Qm)					
Larghezza canale	L	=	**0,50**	m	
Pendenza canale	P	=	**1,47**	%	
Altezza battente post griglia	h	=	**0,034927**	m	
Scabrezza canale Kutter	m	=	**0,12**		
Controllo portata	Qp	=	79,17	mc/h	ok
Velocità postgriglia	V	=	1,26	m/s	
Velocità di calcolo antegriglia			0,67	m/s	ok
Barre spessore	Sbarre	=	**6,00**	mm	
Spaziatura barre	b	=	**30,00**	mm	
Altezza valle	**Hgr**	=	**3,49**	cm	
Area Utile	Au	=	328,23	cmq	
Efficienza Griglia	E	=	0,83		
Sezione griglia	S	=	395,46	cmq	
Perdita idraulica	h	=	3,10	cm	
Altezza monte griglia	**Hm**	=	**6,59**	cm	

Dissabbiatura

Le reti di fognatura mista, come quella in oggetto, hanno l'inconveniente di trasportare, in caso di pioggia, una grande quantità di sabbia e terriccio che, se proseguisse all'impianto, andrebbe a riempire le vasche molto rapidamente, obbligando il gestore a frequenti svuotamenti. Inoltre, l'azione abrasiva delle sabbie andrebbe a deteriorare le pompe e le altre macchine sommerse. Per questo motivo, è presente un dissabbiatore del tipo a flusso

orizzontale, detto anche a canale, che permette la caduta delle particelle all'interno del pozzetto di raccolta, per poi estrarle, mediante air-lift, ed indirizzarle nella vasca di deposito.

Dimensionamento/verifica

Ricordando i valori di portata da assumere:

Qm_s = 15,83 m^3/h $5Qm_s$ = 79,17 m^3/h

e partendo dal presupposto che la velocità del flusso all'interno del pozzetto di raccolta è determinata dalla velocità del fluido all'interno della tubazione di efflusso, che per un diametro di 20 cm (con $5Qm_s$), risulta di 1,45 m/s, con un'altezza di riempimento di 9,73 cm, si ottiene, con una larghezza di canale pari a L_a = 0,50 m, l'altezza minima del liquame nel canale pari a:

$H = 5Qm / v \cdot L = 0{,}02199\ m^3/s / (0{,}50 \cdot 1{,}45\ m/s) = 0{,}0303\ m = 3{,}03\ cm$.

In base ai modelli tecnici la deposizione delle sabbie avviene lungo una traiettoria lunga circa 25 volte l'altezza del liquame, per cui L_u = 25 x H = 75,75 cm. Nello specifico si ipotizza una lunghezza di canale pari a L_u = 2 m, ampiamente superiore a quanto richiesto.

Con le misure di cui sopra la sezione longitudinale del canale risulta pari a $S = L_a \times L_u = 1{,}0\ m^2$, e la velocità di caduta delle particelle risulta:

$v_c = (Qmax / 3600 / S) \times 100 = (0{,}02199 / 1{,}00) \cdot 100 = 2{,}20\ cm/s$.

La velocità di cui sopra porta alla sedimentazione delle particelle con diametro maggiore o uguale a 0,20 mm.

DISSABBIATORE (5 Qm)					
Velocità corrente	V	=	1,45	m/s	
Larghezza dissabbiatore	b	=	**0,50**	m	
Lunghezza dissabbiatore	L	=	**2,00**	m	
n svuotamento annui			**6**		
Altezza caduta	H	=	3,03	cm	
Lunghezza minima	L	=	75,75	cm	
Lunghezza assunta	L	=	200,00	cm	**Verificato**
Sezione	Sdis	=	1,00	mq	
Velocità di caduta	Vc	=	2,20	cm/s	

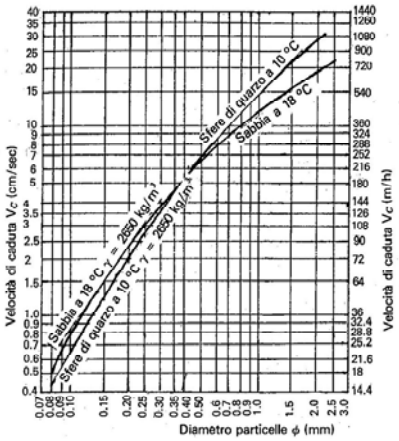


Fig. 3.7
Diagramma
Velocità di caduta
Diametro particelle

Dal diagramma risultano separate particelle con diametro >=			0,20	mm	
Produzione sabbia annua	V.tot. annuo	=	19000	l/anno	
Volume minimo raccolta sabbie	V min.	=	3167	litri	
Volume attuale raccolta sabbie	V.attuale	=	1862	litri	
Volume in progetto raccolta sabbie	V. progetto	=	3382	litri	Verificato

TUBO DI EFFLUSSO

Condotta di efflusso a pelo libero	Diametro tubo efflusso	D	=	**20,00**	cm	
	Altezza di riempimento	h	=	**9,729**	cm	
	Angolo di riempimento	a	=	3,087386		
	Area bagnata	A	=	151,66	cmq	
	Perimetro bagnato	P	=	30,87	cm	
	Raggio idraulico	R	=	4,91	cm	
	Velocità media	v	=	1,45	m/s	
	Portata eflusso tubo parziale	Q	=	79,17	mc/h	**Verificato**
Condotta di efflusso immersa	Diametro tubo efflusso	D	=	20,00	cm	
	Profondità scorrimento tubo	h2	=	**29,00**	cm	
	Portata di efflusso tubo	Q	=	179,05	mc/h	(Utilizzati valori a pelo libero)
	Velocità di efflusso	v	=	1,58	m/s	

Il sollevamento delle sabbie sarà effettuato mediante eiettore idrostatico, versante in vasca laterale. La vasca di raccolta delle sabbie viene drenata ed il liquido raccolto reimmesso nel canale di dissabbiatura e quindi ai trattamenti.

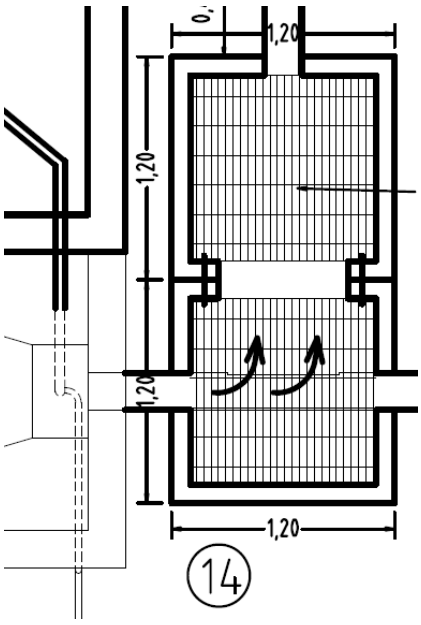
Per quanto riguarda il volume di sabbie raccolte, considerando una produzione annuale di sabbie per ciascun abitante equivalente pari a 10 l/anno, si avranno 19.000 l totali ogni anno. Ipotizzando di effettuare uno <u>svuotamento ogni due mesi (n° 6 totali)</u>, si rende necessario disporre di un volume in cui poterle accantonare pari a 3.167 l, cioè di 3,17 m^3.

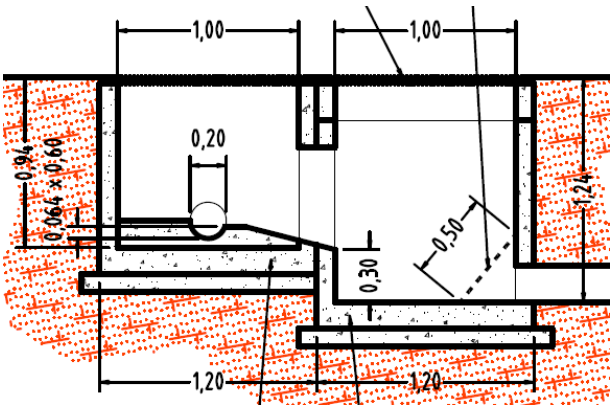
Il volume predisposto in adiacenza al dissabbiatore, per il deposito delle sabbie, verrà ampliato con l'innalzamento delle pareti laterali di 60 cm, e sarà in grado di contenere (0,83 m + 0,95 m) / 2 · 2,00 m · 1,90 m = 3,38 m^3.

Pozzetto di by-pass della oltre $3Qm_s$

Sulla base di quanto ravvisato durante i sopralluoghi e segnalato dal gestore ALPI Acque S.p.a., si ritiene che la rete fognaria esistente possa raccogliere anche acque di

infiltrazione/meteoriche e, pertanto, considerandola unitaria, in linea con quanto indicato dal Regolamento Regionale n. 17/R (Allegato B – Generalità dimensionamento – punto b), si prevede di inserire un manufatto sfioratore, subito dopo al comparto dissabbiatura-sgrigliatura, in modo che lo sfioro abbia inizio ad una portata pari a 3 volte la portata media giornaliera in tempo secco $3Qm_s$ (assenza trattamento primario), ossia la portata eccedente i 47,50 m^3/h. Il funzionamento idraulico di questo manufatto prevede che la portata in arrivo da monte sia in parte deviata verso una condotta di by-pass, non subendo quindi trattamenti. Si è comunque prevista una griglia grossolana a pulizia manuale. All'interno del pozzetto di sfioro (14), verso il pozzetto che collega la condotta di by-pass, sarà posato uno stramazzo che regolerà la portata in afflusso ai trattamenti, riducendo la sezione utile di passaggio. La portata eccedente la $3Qm_s$ sarà versata lateralmente e, prima di defluire verso i pozzetti terminali, attraverserà una griglia in acciaio in testa alla condotta.





POZZETTO DI SFIORO DELLA 2Qm						
Portata di punta massima giunta al pozzetto	Qp = 5 Qm	=	79,17	mc/h	=>	21,99 l/s
Portata di sfioro laterale dal pozzetto	Qs = 2 Qm	=	31,67	mc/h	=>	8,80 l/s
Diametro del tubo interno al pozzetto	D	=	20,00	cm		
Altezza stramazzo laterale	h	=	**6,3379**	cm		
Lunghezza stramazzo laterale	b	=	**60,00**	cm		
Coefficiente di efflusso	n	=	0,53			
Portata stramazzo laterale	Qsfioro lat.	=	**31,67**	mc/h	**Verificato**	
Portata verso l'ossidazione di punta	**Qg = 3 Qm**	=	**47,50**	mc/h		

Lo scolmatore sarà realizzato mediante stramazzo laterale da realizzarsi per taglio della condotta di diametro 20 cm ad altezza di 6,34 cm, con lunghezza di 60 cm.

Ossidazione-Sedimentazione

Subito a valle della sgrigliatura, dopo aver rimosso la portata eccedente la $3Qm_s$, il refluo passa alla sezione di ossidazione (3), in cui i liquami subiranno il trattamento di areazione artificiale, grazie alla somministrazione di aria mediante apposito impianto ad ossigenatori, e si formeranno i fiocchi di fango (fango attivo) in libera sospensione nella massa del liquame.

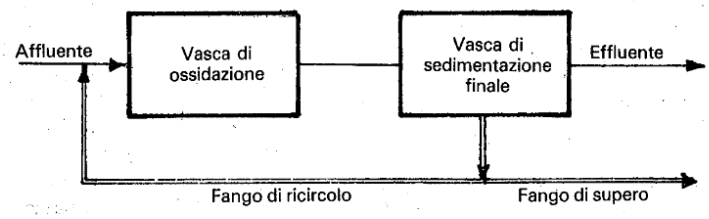


Fig. 1 - Schema di impianto biologico ossidativo a fanghi attivi

Nel sedimentatore secondario (5), i fanghi, in virtù dello stato di quiete in cui si vengono a trovare, si depositano sul fondo della vasca, di forma tronco piramidale rovesciata. Per incrementare la capacità di sedimentazione vengono installati dei pacchi lamellari in PVC. Da essa, a mezzo di air-lift, i fanghi vengono avviati, come fanghi di ricircolo, periodicamente nella vasca di ossidazione, in prossimità dell'ingresso liquami. Ad intervalli regolari, ed in base alla concentrazione riscontrata dal gestore in vasca, i fanghi che costituiscono supero vengono invece spillati ed inviati alla vasca di ispessimento (6), dalla quale saranno periodicamente raccolti ed indirizzati al trattamento finale presso impianto autorizzato.

Nel sedimentatore, il refluo ormai depurato, sfiora nella canaletta laterale e raggiunge la vasca di clorazione, il pozzetto di prelievo e di campionamento ed il successivo pozzetto di miscelazione del refluo in uscita. Il campionamento del refluo avverrà mediante campionatore per usi esterni.

Comparto biologico-ossidativo

Per il dimensionamento complessivo del comparto biologico, in linea con lo schema d'impianto di figura 1, si considera la portata giornaliera media e la portata giornaliera di punta, i cui valori risultano:

Qgm_s = 380,00 m^3/d $3Qgm_s$ = 1.140,00 m^3/d

e, considerando il volume disponibile della vasca di 198,80 m^3 (sezione di base di 7,00x7,10 m – altezza reflui 4,00 m), si ottiene un tempo di ritenzione minimo dei reflui nella vasca di 4,19 h e medio di 12,56 h.

VASCA DI OSSIDAZIONE ESISTENTE (Q1 = 3 Qm)

VASCA DI OSSIDAZIONE 1	B1	=	**7,00**	m
	B2	=	**7,10**	m
Altezza interna	Hoss	=	**4,50**	m

	Caratteristica del trattamento	*T Tempo di aerazione (senza fango di ritorno) ore*	*C_{ov} Carico organico volumetrico kg BOD_5 /m^3 × giorno*	*ε Contenuto di sostanza secca del fango kg SS/m^3*	*C_f Carico del fango kg BOD_5/kg SS × giorno*	*k Fattore di richiesta di ossigeno kg O_2/kg BOD_5 abbattuto*	*Θ Età del fango giorni*
1)	Depurazione spinta con stabilizzazione totale del fango. Ossidazione totale	72 ÷ 24	0,15 ÷ 0,30	3 ÷ 7	0,05 ÷ 0,08	2,3 ÷ 2,0	> 27,5
2)	Depurazione spinta con stabilizzazione parziale del fango. Sistema a debole carico	10 ÷ 5	0,15 ÷ 1,25	2 ÷ 5	0,08 ÷ 0,25	1,8 ÷ 1,5	27,5 ÷ 5
3)	Depurazione spinta con stabilizzazione parziale del fango. Sistema a forte carico	3 ÷ 1	0,25 ÷ 3,60	1 ÷ 5	0,25 ÷ 0,75	1,5 ÷ 1,2	5 ÷ 1,45
4)	Depurazione parziale	> 0,5	> 3,60	> 4,60	> 0,75	≤ 1	< 1,45

Portata in ingresso di punta	Q1 = 3 Qm	=	47,50	mc/h	
Portata in ingresso giornaliera di punta	Qgpunta	=	1140,00	mc/giorno	
Tempo di aerazione previsto	**Tmin**	=	**4**	ore	(da tabella sopra)
Volume minimo	Vmin	=	190,00	mc	
Altezza utile	h	=	4,00	m	
Area vasca minima	A	=	47,50	mq	
Area vasche effettive in progetto	A tot	=	49,70	mq	**Verificato**
Volume vasca di ossidazione	V oss	=	198,80	mc	**Verificato**
Tempo di stazionamento su 3Qm	t 3Qm	=	4,19	ore	**Verificato**
Ttempo di stazionamento su Qg	t Qg	=	12,56	ore	
Inquinamento specifico in arrivo alla vasca	E	=	250,00	mg/l	
Carico organico Volumetrico	Cov	=	1433,60	g BOD5/mc x giorno	
Contenuto di sostanza secca	ε	=	**5,0**	kg SS/mc	(da tabella)
Carico di fango attivo	Cf	=	0,29	g BOD5/ g SS x giorno	**Trattamento 3)**

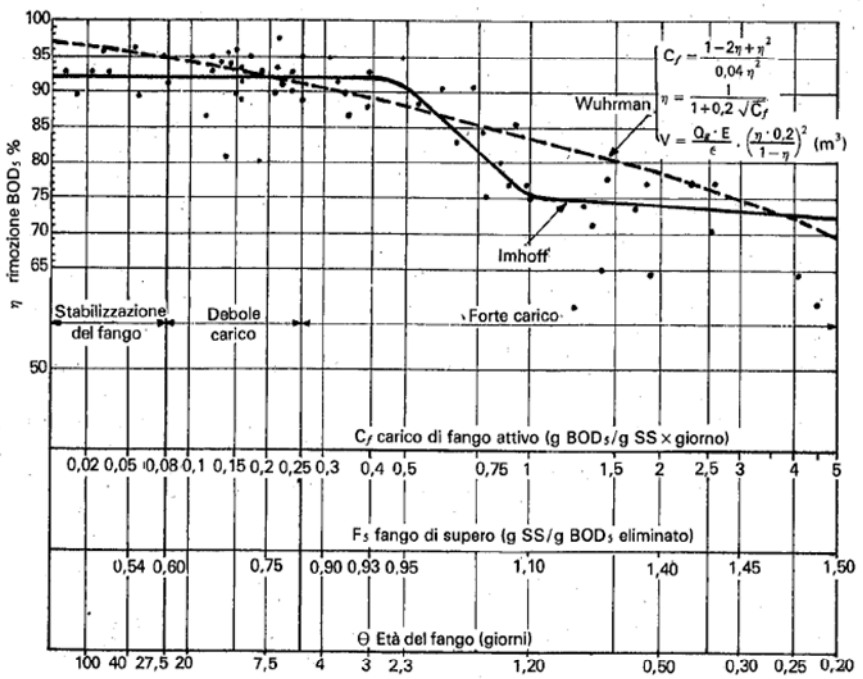


Fig. 6.29 Diagramma di Imhoff - Curva di Wuhrman.

Abbattimento	η	=	**0,920**	(Imhoff - da tabella 6.29)	
Abbattimento	η	=	0,903	(Wuhrman)	
Inquinamento liquame all'uscita	**D**	=	**24,25**	mg/l	**Verificato** minore di **80**
Carico BOD abbattuto	BOD	=	85,79	kg BOD5/giorno	

Visto il valore di inquinamento specifico in arrivo alla vasca di 250,00 mg/l (derivante dal carico organico unitario C_{ou} fornito dal Gestore ALPI Acque S.p.a. moltiplicato per la portata unitaria q_u), moltiplicandolo per la portata in ingresso giornaliera di punta di 1.140 m^3/d e dividendo per il volume della vasca, si ottiene il carico organico volumetrico C_{ov} = 1.433,60 g BOD5/m^3*d.

Considerando il contenuto di sostanza secca pari a 5,0 kg SS/m^3 (valore fornito dal Gestore ALPI Acque S.p.a.), dal carico organico volumetrico, uniformando le unità di misura, si ottiene un carico di fango attivo, o fattore di carico organico, pari a 0,29 g BOD5 / g SS d (valore ottenuto considerando la portata di punta di $3Qm_s$ agente per tutto il tempo). Se si fosse utilizzata la portata giornaliera media, valore normalmente utilizzato nel dimensionamento delle vasche di ossidazione in quanto riferito ad un inquinamento specifico non diluito dalle acque piovane, il valore sarebbe risultato di 0,09 g BOD5 / g SS d.

Tipo d'impianto	**Fattore di carico organico F_c [(g BOD_5 / (g SS d)]**
Aerazione prolungata	da 0,02 a 0,15
A basso carico	da 0,2 a 0,3
A medio carico	da 0,3 a 0,5

Fattore di carico organico e tipi di impianti a fanghi attivi *(da Masotti e Verlicchio - Depurazione delle acque di piccole comunità).*

In base alla tabella precedente ed a quanto indicato nell'elenco riportato in alto, la vasca di ossidazione presente consente di effettuare una "Depurazione spinta con stabilizzazione parziale del fango – Sistema a debole carico o a debole-forte carico" a seconda della portata giornaliera presa in considerazione. Nel caso di portata giornaliera riferita alla Qm_s il sistema sarà a debole carico (trattamento 2) e il tempo di stazionamento sarà di 12,56 ore (aerazione prolungata), mentre nel caso sia riferita a $3Qm_s$ il sistema sarà a debole-forte carico (trattamento 3) con un tempo di stazionamento di 4,19 ore (in questo caso, come ribadito in precedenza occorre ricordare che le portate inviate sono, in realtà, fortemente decurtate, per il dilavamento dalle acque piovane, di carico inquinante).

Utilizzando comunque quest'ultimo dato (cioè riferito alla $3Qm_s$), ed in particolare il fattore di carico organico pari a 0,29 g BOD5 / g SS d, con riferimento al diagramma di Imhoff – Wuhrman, si ottiene un rendimento minimo di depurazione del 90,3%, a cui corrisponde un **inquinamento del liquame in uscita di 24,25 mg/l**, con un abbattimento del carico

organico giornaliero di 85,79 kg BOD5 / d. Il carico organico giornaliero entrerà con un valore di 95,00 kg BOD5 / d ed uscirà dalla vasca di ossidazione con un valore di 9,21 kg BOD5 / d (3Qms) o di 7,60 kg BOD5 / d (Qms).

Impianto di aerazione

Per un dimensionamento prudenziale degli aeratori, si assume un abbattimento del BOD5, visti i rendimenti molto vicini all'unità, pari al 100%. Sulla base di questo assunto, la portata giornaliera di BOD5 da rimuovere giornalmente (dall'intera linea acque) risulta:

$Q_{BOD5_{abb}} = \eta \times Q_{BOD5} = 1 \times 95$ kg BOD5 / d = 95 kg BOD5 / d

Il fabbisogno di ossigeno necessario per la sola frazione carboniosa è computabile come:

$(Q_{O2})_{CARB} = F_o \times Q_{BOD5abb}$

Tabella 2.5 – Valori dei fattori di richiesta di ossigeno per sola frazione carboniosa in liquami urbani (in funzione del fattore di carico organico e per una temperatura di 20 °C e per impianti a fanghi attivi).

Fattore di carico organico ($kg\ BOD_5/kg\ SS \times d$)	F_0 (medio) ($kg\ O_2/kg\ BOD_5\ abb$)	F_0 (max) ($kg\ O_2/kg\ BOD_5\ abb$)
≤ 0,10	1,6	2,4
0,15	1,4	2,2
0,20	1,2	2,1
0,25	1,1	1,9
0,30	1,0	1,9
0,40	0,9	1,7
0,60	0,8	1,6
0,80	0,7	1,6
1,00	0,7	1,6

(Fonte) Dati ricavati dal testo: Vosloo P.B.B., *Some factors relating to the design of activated sludge plants*, Water Pollution Control, 1970, pagg. 485 - 495).

In particolare, dalla tabella precedente, in funzione del valore scelto per il fattore di carico organico pari a 0,29 g BOD5 / g SS d, si hanno:

$F_{o\ medio}$ = 1,0 kgO_2/ kg $BOD_{5\ abb}$

$F_{o\ max}$ = 1,9 kgO_2/ kg $BOD_{5\ abb}$

Nel caso si fosse scelto il valore del fattore di carico organico pari a 0,09 g BOD5 / g SS d, dalla tabella precedente, in funzione del valore, si sarebbe considerato:

$F_{o\ medio}$ = 1,6 kgO_2/ kg $BOD_{5\ abb}$

$F_{o\ max}$ = 2,4 kgO_2/ kg $BOD_{5\ abb}$

Considerando i precedenti valori estremi, ne deriva che il fabbisogno medio e di punta per l'ossidazione della sola frazione carboniosa, si calcolano rispettivamente:

$(Q_{O2})_{carb\ medio} = F_{o\ medio} \times Q_{BOD5abb}$ = 1,0 kgO_2/ kg $BOD_{5\ abb}$ x 95,0 kg BOD5 / d = 95,0 kg O_2/d = 3.960 g O_2/ h

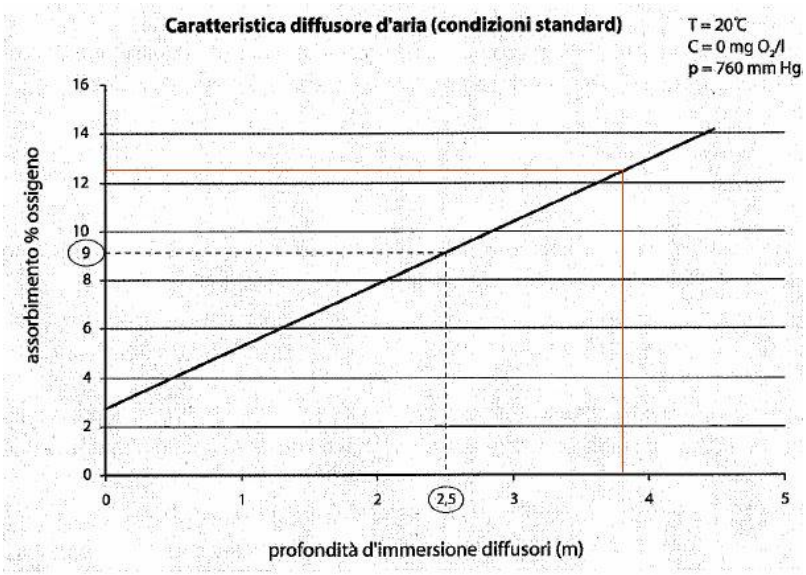
$(Q_{O2})_{carb\ max} = F_{o\ max} \times Q_{BOD5abb}$ = 2,4 kgO_2/ kg $BOD_{5\ abb}$ x 95,0 kg BOD5 / d = 228,0 kg O_2/d = 9.500 g O_2/h

Dotazione impiantistica per l'aerazione

La tipologia di ossidazione presente è a bolle fini realizzata con diffusori a disco da 9'' a membrana. Il sistema è costituito da una rete di tubazioni con diametro esterno di 110 mm su cui sono montati, per incollaggio, i n° 60 diffusori a disco. Le tubazioni sono fissate sul fondo delle vasche a mezzo di appositi supporti regolabili in altezza.

I diffusori sono composti da un corpo diffusore, da un piatto di supporto della membrana, dalla membrana in EPDM speciale e da una ghiera di serraggio della membrana stessa. La membrana microforata è il cuore del sistema, la particolare forma dei fori e la loro collocazione devono garantire un flusso uniforme e un conseguente trasferimento di ossigeno estremamente efficiente. La membrana stessa funziona da valvola di ritegno, incorporando una piccola zona cieca centrale che va a combaciare con un anello di tenuta sul piatto di supporto.

I diffusori sono posizionati alla profondità di circa 3,80 m sotto al livello delle acque reflue, per cui, in base al grafico successivo, la percentuale di assorbimento di ossigeno risulta del 12,3%.



In condizioni ambientali standard, 1 m^3 di aria contiene circa 280 g di O_2, per cui, alla profondità di 3,80 m ogni m^3 di aria insufflata avrà un quantitativo di ossigeno di:

$$O_2 = 280 \text{ g } O_2 / m^3 * 12{,}3\% = 34{,}44 \text{ g } O_2 / m^3$$

da cui deriva, considerato i valori massimi richiesti riportati in precedenza, una portata totale di aria di 275,84 m^3/h. Se alla stessa si assommano anche i contributi assorbiti dagli air-lift necessari per l'estrazione delle sabbie e dei fanghi, per un totale di circa 40 m^3/h, è sufficiente utilizzare il compressore già presente, che presenta una portata di 316 m^3/h.

RICHIESTA OSSIGENO						
fattore di richiesta O2	k	=	2,40	kg O2/kg BOD5		(da tabella sopra)
richiesta O2	Sg	=	228,00	kg O2/giorno		
richiesta O2 all'ora	Sh	=	9500	g/ora O2		
richiesta O2 all'ora per mc di vasca	Sk	=	48	g/ora O2 /mc		
Tipo impianto	Areazione dall'intero fondo					
	Distanza dal fondo	=	**20**	cm		
	Profondità ossigenatori	=	380	cm		
portata di ossigenazione		=	**5,00**	mc/h		(da tipo aeratori)
resa di ossigeno		=	**34,44**	g O2 /mc aria		(da grafici aeratori)
Portata d'aria		=	**275,84**	mc/h =>	4,60	mc/min
n ossidatori di calcolo		=	55,17			
N ossidatori assunti		=	**60**			
Prevalenza occorrente		=	4,00	m		
Modello		=	**Robuschi Robox ES 25**			
Portata		=	**320,00**	mc/h		
Potenza		=	**11,00**	Kw		
Energia annua assorbita		=	**96360**	Kwh		

Considerando che gli ossigenatori a membrana presenti nella vasca hanno alle spalle qualche anno di funzionamento, si può considerare una portata di ossigenazione cautelativa di 5,0 m^3/h per ogni ossigenatore. La presenza di n° 60 elementi garantisce la portata di 300 mc/h, superiore a quella richiesta.

Sedimentazione secondaria

A valle della vasca di ossidazione è presente l'unità di sedimentazione secondaria, preposta alla separazione tra il fango attivo e l'effluente ormai depurato. Essa è realizzata mediante una vasca a pianta quadrata di lato di 5,00 m. Dalla vasca di decantazione i fanghi vengono inviati come fanghi di ricircolo all'inizio della vasca di ossidazione, per ritornare in circolo. I fanghi di supero, invece, vengono estratti ed inviati alla vasca di ispessimento, dove saranno periodicamente prelevati con autobotte ed inviati a trattamento.

La verifica e il dimensionamento del comparto sono effettuati sulla base dei seguenti parametri:

- il carico idraulico superficiale (C_{id}) viene calcolato sia in corrispondenza della portata massima $3Qm_s$ = 47,50 m^3/h, che della portata media di calcolo Qm_s = 15,83 m^3/h;

- il tempo di permanenza calcolato in corrispondenza della portata di calcolo e massima;
- il flusso solido limite (Fsl) che rappresenta il massimo carico di solidi sospesi che può attraversare un'unità di superficie.

Si riportano nel seguito le funzioni che permettono di verificare il comparto.

Carico idraulico superficiale:

$$C_{id} = \frac{Q}{A}$$

dove:

C_{id} = è il carico idraulico superficiale, da calcolare sia in corrispondenza della portata di calcolo che in corrispondenza della portata massima (m/h);

Q = portata di volta in volta utilizzata (m^3/h);

A = superficie del comparto (m^2).

Il carico idraulico a portata media risulta di: 15,83 m^3/h / (5,00 m x 5,00 m) = 0,63 m/h

Il carico idraulico a portata massima risulta di: 47,50 m^3/h / (5,00 m x 5,00 m) = 1,90 m/h

Il carico idraulico applicato al sedimentatore è troppo elevato per garantire il corretto funzionamento dello stesso, dato che i valori tipici da rispettare variano generalmente nel range 0,45 – 0,6 m/h sulla portata media e 0,8 – 1,0 m/h sulla portata massima.

Per questo si è previsto il potenziamento della sezione tramite l'installazione di pacchi lamellari (chiarificatori a lamelle) che aumentano la superficie utile di sedimentazione per unità di volume della vasca, nel rapporto tra l'area efficace totale delle lamelle rispetto alla superficie del sedimentatore stesso.

Il principio di funzionamento della sedimentazione a lamelle con flusso longitudinale, si bassa sul noto principio teorico che la profondità di una vasca non influisce sull'efficienza di sedimentazione, che è invece proporzionale al carico idraulico per unità di superficie orizzontale di sedimentazione. Per area efficace di ogni lamella si intende la proiezione sull'orizzontale dell'area geometrica della lamella stessa.

Utilizzando un pacco lamellare in PVC di altezza utile di 60 cm, con inclinazione delle lamelle di 60°, con spaziatura delle lamelle di 62 x 50 mm, si ottiene un'area efficace del

pacco lamellare di 5,20 mq/mq e, di conseguenza, i nuovi valori del carico idraulico superficiale, compatibili con il buon funzionamento del sedimentatore, risultano:

Il carico idraulico a portata media risulta di: 15,83 m^3/h / (5,2 x 5,00 m x 5,00 m) = 0,12 m/h

Il carico idraulico a portata massima risulta di: 47,50 m^3/h / (5,2 x 5,00 m x 5,00 m) = 0,36 m/h

Tempo di permanenza del comparto:

$$T_p = \frac{V}{Q_c}$$

dove:

T_p = è il tempo di permanenza nel comparto (h);

V = Volume del comparto (m^3);

Qc = portata di calcolo (m^3/h).

La vasca di sedimentazione è costituita da una parte parallelepipeda superiore di sezione di 5,00 x 5,00 m, con altezza di 1,60 m (zona fino alla canaletta), e da una parte inferiore troncoconica con sezione inferiore di 0,80 x 0,80 m ed altezza di 2,40 m. Il volume del comparto superiore risulta di 40,00 m^3, mentre quello inferiore di 30,77 m^3, per un totale di 70,77 m^3.

Il tempo di permanenza a portata media risulta di: 70,77 m^3 / 15,83 m^3/h = 4,47 h

Il tempo di permanenza a portata massima risulta di: 70,77 m^3 / 47,50 m^3/h = 1,49 h

Il tempo di ritenzione è sufficiente per garantire il corretto funzionamento, dato che i valori tipici da rispettare sono di 2,0 h sulla portata media e di 1,5 h sulla portata massima.

Flusso solido limite (F_{SL}):

$$F_{SL} = \frac{(Q_c + Q_r) \cdot X_{SS}}{A}$$

dove:

Fsl = flusso solido limite (Kg SS/m^2 h);

Qc =portata di calcolo (m^3/h);

Qr =portata di ricircolo dei fanghi (m^3/h);

Xss = concentrazione di solidi nel mixed liquor (kg/m^3);

A = superficie del comparto (m^2).

Il valore della portata di ricircolo inserito nella formula è valutato nel paragrafo successivo.

Il flusso solido limite a portata media risulta di: (15,83 m^3/h + 10,55 m^3/h) x 5,0 kg SS/m^3 /(5,2 x 5,00 m x 5,00 m) = 1,01 kg SS/m^2h

*Il flusso solido limite a portata massima risulta di: (47,50 m^3/h + 31,67 m^3/h) x 5,0 kg SS/m^3 /(5,2 x 5,00 m x 5,00 m) = 3,04 k*g SS/m^2h.

Il flusso solido limite è sufficiente per garantire il corretto funzionamento, dato che i valori tipici da rispettare sono < 5-6 kg SS/m^2h.

Portata di fango di supero

Con riferimento al diagramma di Imhoff – Wuhrman riportato nel precedente paragrafo "Comparto biologico-ossidativo", nel caso di portata giornaliera riferita alla Qm_s si potrà considerare un'età del fango di 20 giorni ed un fango di supero di 0,65 g BOD5/ g SS * d, mentre nel caso in cui la portata giornaliera sia riferita alla $3Qm_s$ si dovrà considerare un'età del fango di 4 giorni ed un fango di supero di 0,90 g BOD5/ g SS * d.

Considerando l'inquinamento specifico in arrivo alla vasca di 250 mg/l, nel caso di portata giornaliera di punta pari alla $3Qm_s$ = 1.140,00 m^3/d (rendimento di ossidazione 90,3%), si ottiene un fango di supero di sostanze secche di 232 kg SS/d e, considerando un contenuto medio di sostanze secche dell'1,25%, una *portata di fango di supero di 18,56 m^3/d.*

Nel caso di portata giornaliera media pari alla Qm_s = 380,00 m^3/d (rendimento di ossidazione 92,0%), si ottiene un fango di supero di sostanze secche di 57 kg SS/d ed una *portata di fango di supero di 4,56 m^3/d.*

Portata di ricircolo del fango

Le portate di ricircolo (dei fanghi e della miscela aerata) sono parametri modificabili in fase di gestione dell'impianto, e costituiscono uno degli strumenti principali di elasticità a disposizione del gestore. Le indicazioni seguenti, pertanto, risultano indicative e tali da verificarsi in fase di avviamento dell'impianto.

La portata di ricircolo è la parte di liquame che viene avviata dalla vasca di decantazione alla vasca di ossidazione, funzione della quantità di fango della vasca di ossidazione e del contenuto di sostanze secche del fango.

La percentuale di fango di ricircolo viene calcolata come:

ρ = 100 x ε / (10.000 x *f* – ε) = 100 x 5 kg SS/m^3 / (10.000 x 1,25% - 5 kg SS/m^3) = 66,67%

La portata di ricircolo, valutata sulla portata media, risulta: Qr = ρ x Qn = 0,6667 x 380 m^3/d = 253 m^3/d.

La portata di ricircolo, valutata sulla portata di punta, risulta: Qr = ρ x Qn = 0,6667 x 1.140 m^3/d = 760 m^3/d.

Ne deriva che la concentrazione che deve garantire il sedimentatore secondario durante l'ispessimento è calcolabile come:

Cisp= (1+ρ)/ρ x Ca $_{nit}$ = (1+0,6667)/0,6667 x 5,0 kg SS/m^3 = 12,5 kg SS/m^3

valore che si ritiene possa essere ben ottenuto in un sedimentatore secondario correttamente funzionante.

Ispessimento

Come calcolato al paragrafo precedente, la portata da scaricare dal sedimentatore all'ispessimento risulta essere di 4,56 m^3/d, valutato sulla portata media, e di 18,56 m^3/d, valutato sulla portata di punta.

La vasca di ispessimento è presente a fianco della vasca di sedimentazione. Le dimensioni in pianta sono di 5,0 m x 1,8 m = 9,0 m^2. Le pareti della vasca di ispessimento sono verticali, ed il fondo è leggermente inclinato a tramoggia. L'altezza delle pareti complessiva è di 4,50 m, ed è prevedibile mantenere un franco di 0,35 m (per permettere la reimmissione del flusso liquido superficiale nella vasca di ossidazione), mentre la tramoggia presenta un'altezza di 200 cm sulle pareti laterali. Il volume della parte superiore risulta di 19,35 m^3, mentre quello della parte troncoconica inferiore risulta di 10,80 m^3. Il volume complessivo risulta di 30,15 m^3. Se si considera la portata media, si prevede uno svuotamento ogni 6,6 giorni, mentre nel caso si considerasse la portata di punta lo svuotamento dovrà avvenire in tempi più brevi, cioè ogni 1,6 giorni.

Il Progettista

Dott. Ing. Stefano Ferrari