



GRAN SASSO ACQUA S.p.A.

Via Ettore Moschino 23/B

67100 – L'Aquila

P.IVA e Cod. Fisc. 00083520668



Ente d

Ambito
Aquilano

**RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO IMPIANTO
DEPURATIVO PONTE ROSAROLO ASSERVITO ALLA CITTA'
DI L'AQUILA FINANZIAMENTO MINISTRO DELL'AMBIENTE**

VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA'

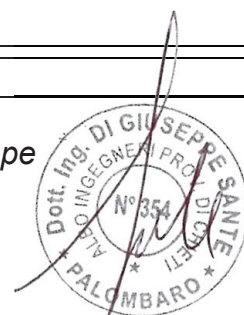
APPROVAZIONI

Il Coordinatore Area Tecnica

Dott. Ing. Mario Di Gregorio


Il Tecnico

Dott. Ing. Sante Di Giuseppe




Relazione Tecnica

Elaborato n°		Codice elaborato	Numero Facciate			
1.1		VA01010000	26			
0	PRIMA EMISSIONE		Dic. 2021	E.S.	B.G.	A.M.
Rev	Motivo		Data	Redatto	Verificato	Approvato

		
	Rev.	Data
	00	Dic. 2021
Pag.3 di 26 totali		

<p>GRAN SASSO ACQUA S.p.A.</p> <p><i>Ristrutturazione ed adeguamento impianto depurativo Ponte Rosarolo asservito alla citta' di L'Aquila finanziamento Ministro Dell'Ambiente</i></p> <p>VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA'</p> <p>Relazione Tecnica</p>

1	PREMESSA	4
2	INTRODUZIONE	5
3	IMPIANTO DI DEPURAZIONE	7
3.1	PREMESSA	7
3.2	GRIGLIATURA GROSSOLANA E FINE (ESISTENTE)	8
3.3	PROCESSO A FANGHI ATTIVI CON RIMOZIONE BIOLOGICA DELL'AZOTO.....	8
3.3.1	Calcolo del BOD ₅ e dell'Azoto rimossi.....	8
3.3.2	Vasca di denitrificazione.....	10
3.3.3	Vasche di nitrificazione-ossidazione.....	12
3.3.4	Fabbisogno di ossigeno	15
3.4	RICIRCOLO FANGHI E RICIRCOLO DELLA MISCELA AERATA	16
3.5	DEFOSFATAZIONE CHIMICA	17
3.6	SEDIMENTAZIONE SECONDARIA	18
3.7	PRODUZIONE FANGHI DI SUPERO – ETÀ DEL FANGO.....	19
3.8	FILTRAZIONE SU TELI	20
3.9	DISINFEZIONE UV	21
3.10	LINEA FANGHI	22
3.11	PRE-ISPESSIMENTO DINAMICO DEI FANGHI	22
3.12	DIGESTIONE AEROBICA	23
3.13	POST-ISPESSITORE	25
3.14	DISIDRATAZIONE FANGHI.....	26
3.14.1	Caratteristiche centrifuga.....	26
3.15	INTERVENTI VARI	26

	GRAN SASSO ACQUA S.p.A.		Rev.	Data
	<i>Ristrutturazione ed adeguamento impianto depurativo Ponte Rosarolo asservito alla città' di L'Aquila finanziamento Ministro Dell'Ambiente</i>			
	VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA'			
	Relazione Tecnica		00	Dic. 2021
			Pag.4 di 26 totali	

1 PREMESSA

L'impianto esistente di Ponte Rosarolo è formato da due sezioni: la prima realizzata negli anni Ottanta dalla società Castagnetti che ha una capacità depurativa pari a 38.500 abitanti ed una seconda, ancora in fase di costruzione, avente una capacità depurativa pari a 10.000 abitanti.

L'impianto più vetusto presenta quattro vasche di aerazione attigue e due vasche di digestione aerobica. Durante il sisma la parete longitudinale di separazione delle due fasi è crollata.

Inoltre, le varie vasche presentano chiari segni di degrado per quanto riguarda le opere civili, questo fatto abbinato alla bassa altezza del liquame nella fase ossidativa (\cong 3 m di liquame), che comporta un rendimento estremamente ridotto della fase ossidativa, ha consigliato la demolizione integrale dell'esistente ciclo di aerazione e di digestione aerobica.

Nel proseguo verrà descritto l'impianto esistente onde evidenziare l'intervento proposto.


		
	Rev.	Data
	00	Dic. 2021
Pag.5 di 26 totali		

<p>GRAN SASSO ACQUA S.p.A.</p> <p><i>Ristrutturazione ed adeguamento impianto depurativo Ponte Rosarolo asservito alla citta' di L'Aquila finanziamento Ministro Dell'Ambiente</i></p> <p>VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA'</p> <p>Relazione Tecnica</p>


2 INTRODUZIONE

L'impianto di Ponte Rosarolo della città di L'Aquila è stato costruito nella prima parte, con una capacità depurativa di 38.500 A.E., negli anni Ottanta, mentre la seconda parte, con una potenzialità di 10.000 A.E., era ancora in fase di costruzione nell'anno 2009, quando l'impianto fu in parte danneggiato dal terremoto che ha colpito la città.

Il liquame, dopo aver subito i trattamenti primari (grigliatura grossolana, grigliatura fine, dissabbiatura e disoleatura) viene convogliato tutto nella fase di denitrificazione mentre a valle di detta fase tutto il liquame viene convogliato nella fase di nitrificazione che si compone di due vasche una con volume di circa 3.800 m³ ed una con volume di 670 m³. In particolare, a seguito dell'evento sismico l'impianto ha subito degli interventi che miravano a portare le caratteristiche del liquame effluente ai parametri di riutilizzo in agricoltura e per raggiungere detto scopo si prevede la demolizione delle vasche di aerazione e di digestione aerobica già compromesse dal sisma e sostituzione con una vasca di denitrificazione e nitrificazione. La vasca prevista ha un battente idrico pari a 5.0 m ed un volume di denitrificazione pari a circa 2.300 m³ ed un volume di nitrificazione pari a circa 4.400 m³ comprensivi dei 670 m³ nuovi in fase di realizzazione. La fornitura della quantità di ossigeno necessario pari a circa 15.300 Kg/d avviene tramite conferimento di circa 7.000 Nm³/h. Sono state a tal proposito installate tre soffianti ed una di riserva. Poiché la profondità di una vasca risulta minore dell'altra si è voluto separare i due flussi d'aria ed una soffiante, di per sé potenzialmente sovrabbondante, viene asservita solo a detta funzione mentre le altre due sono asservite alla vasca di nitrificazione, la quarta rimane di riserva ed in caso di fuori servizio di una soffiante un collegamento permette di usufruire della riserva per alimentare le due vasche e sopperire così al problema. La distribuzione della portata in sedimentazione secondaria è riequilibrata inviando la stessa quantità nelle due vasche. A valle delle sedimentazioni secondarie l'intervento prevedeva che il liquame venisse convogliato alla fase di filtrazione costituita da n° 2 filtri a telo che assicurano una drastica riduzione dei solidi sospesi fino a raggiungere il limite di 10 ppm richiesto dalla 152/06 per il riutilizzo in agricoltura. Tuttavia, ad oggi i filtri non sono funzionanti. La fase di disinfezione viene effettuata tramite l'adozione di lampade ad ultravioletti che garantiscono il raggiungimento delle caratteristiche richieste nell'effluente finale. È inoltre presente un sistema di dosaggio di acido peracetico. Per la fase di trattamento fanghi non si è ritenuto necessario intervenire salvo che inserire a monte della digestione aerobica un ispessimento dinamico dei fanghi che permette di ridurre l'umidità in entrata alla digestione aerobica dal 99,8% al 96 - 97% con una drastica riduzione del volume entrante e conseguentemente ottenere un tempo di sosta in digestione del fango ottimale per la sua mineralizzazione. Altro intervento importante è inerente all'impianto elettrico dato che la cabina di trasformazione era ormai obsoleta e risultava insufficiente. Ulteriori interventi riguardano tubazioni di collegamento, manufatti di ripartizione ed altre opere. Infine, per quanto concerne la linea fanghi sono stati previsti i seguenti processi:

	<p>GRAN SASSO ACQUA S.p.A.</p> <p><i>Ristrutturazione ed adeguamento impianto depurativo Ponte Rosarolo asservito alla città di L'Aquila finanziamento Ministro Dell'Ambiente</i></p> <p>VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA'</p> <p>Relazione Tecnica</p>			
			Rev.	Data
	00	Dic. 2021		
		Pag.6 di 26 totali		

- Digestione aerobica eseguita in due vasche con insufflazione d'aria tramite diffusori e soffianti. I fanghi inviati alla digestione aerobica vengono direttamente dalla vasca di aerazione e sono al 99,2% di umidità;
- Post ispessimento dei fanghi digeriti tramite ispessitore statico;
- Disidratazione tramite centrifuga e dosaggio di polielettrolita.

	<p>GRAN SASSO ACQUA S.p.A.</p> <p><i>Ristrutturazione ed adeguamento impianto depurativo Ponte Rosarolo asservito alla città di L'Aquila finanziamento Ministro Dell'Ambiente</i></p> <p>VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA'</p> <p>Relazione Tecnica</p>			
			Rev.	Data
	00	Dic. 2021		
		Pag.7 di 26 totali		

3 IMPIANTO DI DEPURAZIONE

3.1 Premessa


I dati in ingresso sono stati evinti dal progetto originale e sono riassunti nella seguente tabella:

DATI DI INGRESSO ALL'IMPIANTO			
Popolazione	[ab]	P	48500
Dotazione idrica	[l ab-1 d-1]	d	300
Coefficiente di restituzione	-	f	0.9
Portata media giornaliera	[l/s]	Qmedia	152
Coefficiente portata massima ammessa all'impianto Qmax imp	-	-	3
Portata massima ammessa all'impianto	[l/s]	Qmax imp	455
Coefficiente portata massima ammessa al reattore Qmax reat	-	-	3
Portata massima ammessa al reattore	[l/s]	Qmax reat	455
Temperatura massima	[°C]	Tmax	25
Temperatura minima	[°C]	Tmin	15
Contributo specifico BOD5	[g ab-1 d-1]	FBOD	60
Contributo specifico SS	[g ab-1 d-1]	FSS	90
Contributo specifico N (TKN)	[g ab-1 d-1]	FN	12
Contributo specifico P	[g ab-1 d-1]	FP	2
Quantità BOD5 entrante	[kg/d]	DBOD	2910
Quantità SS entrante	[kg/d]	DSS	4365
Quantità Ntot entrante	[kg/d]	DN	582
Quantità P entrante	[kg/d]	DP	97
Concentrazione BOD5	[mg/l]	CBOD	222
Concentrazione SS	[mg/l]	CSS	333
Concentrazione Ntot	[mg/l]	CN	44
Concentrazione P	[mg/l]	CP	7

Per i limiti in uscita si fa riferimento al D.M. 185/2003 relativo al riutilizzo in agricoltura dei reflui depurati con la finalità di utilizzarli per l'innaffiamento delle numerose aree a coltivazione agricola.

Nel seguito si riportano i parametri di maggior interesse

<i>BOD₅</i> [mg/l]	20
Solidi sospesi totali [mg/l]	10
Fosforo totale [mg/l]	2
Azoto totale [mg/l]	15
Azoto ammoniacale [mg/l]	2
Escherichia coli [UFC/100 ml]	10 (80 % campioni)
	100 (Valore massimo puntuale)

		
	Rev.	Data
	00	Dic. 2021
Pag.8 di 26 totali		

<p>GRAN SASSO ACQUA S.p.A.</p> <p><i>Ristrutturazione ed adeguamento impianto depurativo Ponte Rosarolo asservito alla città ' di L'Aquila finanziamento Ministro Dell'Ambiente</i></p> <p>VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA'</p> <p>Relazione Tecnica</p>
--

3.2 GRIGLIATURA GROSSOLANA E FINE (ESISTENTE)

I reflui afferenti a gravità vengono sottoposti ad una fase di grigliatura grossolana e successivamente ad una grigliatura fine realizzata tramite una griglia rotativa avente luce libera pari a 5 mm ed aventi le seguenti caratteristiche:

Larghezza canale:	1,8 m
Altezza canale:	1,15 m
Luce di filtrazione grigliatura:	5 mm
Portata max ammissibile:	1600 m ³ /h
Grado di intasamento assunto nel calcolo:	20 %
Diametro dell'impianto di filtrazione:	1750 mm
Altezza scarico materiale grigliato:	2.5 m dal fondo del canale
Livello con portata 1600 m ³ /h	700 mm
Inclinazione griglia rispetto asse orizzontale:	35°
Diametro della coclea:	273 mm
Numero di giri della coclea:	5 rpm
Grado di compattazione:	35% s.s.
Potenza motoriduttore:	2.2 kW - trifase - 4 poli
Tensione/Frequenza motoriduttore:	380V - 50 Hz
Grado di protezione:	IP 55 classe F
Materiali:	Acciaio inox AISI 304
Materiale spirale:	Acciaio al carbonio STS52
Consumo acqua di lavaggio:	100 l/min a 5 bar

Il grigliato viene quindi inviato ad un cassonetto mediante una coclea.

La fase di grigliatura e la successiva fase di disoleatura sono alimentate, in caso di mancanza di energia elettrica dalla rete, mediante gruppo elettrogeno dimensionato in modo tale da poter assicurare il normale funzionamento di tutto l'impianto escluso il trattamento terziario.

3.3 Processo a fanghi attivi con rimozione biologica dell'azoto

3.3.1 Calcolo del BOD₅ e dell'Azoto rimossi

Il processo depurativo a fanghi attivi con rimozione biologica dell'azoto ha lo scopo di abbattere la materia organica e l'azoto presente nel liquame. Il processo si sviluppa in due fasi distinte: nel reattore anossico i nitrati vengono ridotti ad azoto gassoso mediante la materia organica del liquame, utilizzata come fonte di carbonio. Nel successivo reattore aerato si svolge l'ossidazione della sostanza organica

	<p>GRAN SASSO ACQUA S.p.A.</p> <p><i>Ristrutturazione ed adeguamento impianto depurativo Ponte Rosarolo asservito alla città di L'Aquila finanziamento Ministro Dell'Ambiente</i></p> <p>VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA'</p> <p>Relazione Tecnica</p>		Rev.	Data
			00	Dic. 2021
Pag.9 di 26 totali				

e dell'ammoniaca. Mediante le portate di ricircolo dei fanghi e liquami si rimanda in testa al reattore anossico i nitrati necessari alla denitrificazione. Tale metodo assicura sia un elevatissimo rendimento in termini di abbattimento di BOD₅ e azoto sia un'elevata resistenza agli eventuali sovraccarichi.

Il calcolo del volume delle vasche di denitrificazione e di aerazione avviene rispettivamente sull'azoto nitrico e sul BOD₅ da rimuovere nelle stesse. Inoltre, nella vasca di aerazione occorre verificare che vi siano le condizioni affinché avvenga correttamente il processo di nitrificazione dell'azoto ammoniacale.

Il calcolo è stato effettuato risolvendo il sistema costituito dalle due seguenti equazioni di bilancio di massa:

$$\begin{cases} N_{r,D} = N_{e,D} - N_{u,N} - N_{r,N} \\ BOD_{r,N} = BOD_{e,D} - BOD_{u,N} - BOD_{r,D} \end{cases}$$

$N_{r,D}$	Azoto da rimuovere in denitrificazione
$BOD_{r,N}$	BOD ₅ da rimuovere in nitrificazione
$N_{e,D}$	Azoto entrante nella vasca di denitrificazione
$BOD_{e,D}$	BOD ₅ entrante nella vasca di denitrificazione
$N_{u,N}$	Azoto uscente dalla vasca di nitrificazione
$BOD_{u,N}$	uscente dalla vasca di nitrificazione
$N_{r,N} = 0.05 BOD_{r,N}$	Azoto rimosso in nitrificazione
$BOD_{r,D} = 3.5 N_{r,D}$	BOD ₅ rimosso in denitrificazione


Le portate afferenti al reattore sono indicate nella seguente tabella:

	m ³ /d	m ³ /h	l/s
Q_{media}	13085	546	152
$Q_{massima}$	39285	1637	455

I valori di BOD₅ e N entranti sono riportati nella seguente tabella:

	In entrata	
	Quantità [kg/d]	Concentrazione [mg/l]
BOD_5	2910	222
N	582	44.5

I valori di BOD₅ e N ammessi in uscita sono riportati nella seguente tabella:

	GRAN SASSO ACQUA S.p.A.		Rev.	Data
	<i>Ristrutturazione ed adeguamento impianto depurativo Ponte Rosarolo asservito alla città di L'Aquila finanziamento Ministro Dell'Ambiente</i>			
	VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA'			
	Relazione Tecnica		00	Dic. 2021
			Pag.10 di 26 totali	

	In uscita	
	Quantità [kg/d]	Concentrazione [mg/l]
BOD_5	262	20
N_{tot}	196,5	15

L'azoto da rimuovere nella vasca di denitrificazione è ricavato sottraendo all'azoto entrante nella denitro sia l'azoto ammesso in uscita sia quello rimosso in nitrificazione:

$$N \text{ rimosso in denitro} = 582 - 196,5 - N \text{ rimosso in nitro [kg/d]}.$$

Poiché risulta: N rimosso in nitro = 0,05 BOD_5 rimosso in nitro, si ricava:

$$N \text{ rimosso in denitro} = 582 - 196,5 - 0,05 \text{ } BOD_5 \text{ rimosso in nitro [kg/d]}.$$

In modo analogo il BOD_5 rimosso in nitro è ricavato sottraendo al BOD_5 entrante in nitro sia quello ammesso in uscita sia quello rimosso in denitro:

$$BOD_5 \text{ rimosso in nitro} = 2910 - 262 - 3,5 \text{ } N \text{ rimosso in denitro [kg/d]}.$$

Sostituendo si ottiene:

$$BOD_5 \text{ rimosso in nitro} = 2910 - 262 - 3,5 \cdot (582 - 196,5 - 0,05 \text{ } BOD_5 \text{ rimosso in nitro}) = 1298,75 + 0,175 \text{ } BOD_5 \text{ rimosso in nitro [kg/d]}.$$

$$\text{Esplicitando l'espressione si ricava il } BOD_5 \text{ rimosso in nitro} = 1298,75 / (1 - 0,175) = 1574 \text{ kg/d}.$$

Sostituendo il valore di BOD_5 nella seguente espressione si ottiene l'azoto rimosso in denitro:

$$N \text{ rimosso in denitro} = 582 - 196,5 - 0,05 \text{ } BOD_5 \text{ rimosso in nitro [kg/d]} = 582 - 196,5 - 0,05 \cdot 1574 = 307 \text{ kg/d}.$$

In conclusione, sono stati ricavati, per l'azoto da rimuovere in denitro e per il BOD_5 da rimuovere in nitro, i seguenti valori:

BOD_5 da rimuovere giornalmente in nitro	1574 kg/d
N da rimuovere giornalmente in denitro	307 kg/d

3.3.2 Vasca di denitrificazione

La verifica della vasca di denitrificazione viene effettuato sulla base dell'azoto da rimuovere nella stessa, parametro che, dai calcoli riportati nel precedente paragrafo, è risultato pari a circa 165,3 kg/d.

Prima di procedere al calcolo occorre verificare che sia soddisfatto il fabbisogno stechiometrico FS di sostanza organica, necessario per il processo di denitrificazione, pari a 4,5 mgBOD₅ per ogni mg/l di NO₃⁻ da rimuovere. Poiché il liquame in entrata all'impianto ha una concentrazione di BOD₅ = 222 mg/l e la concentrazione di azoto da denitrificare è pari a 23,4 mg/l, la verifica risulta soddisfatta:

	GRAN SASSO ACQUA S.p.A.		Rev.	Data
	<i>Ristrutturazione ed adeguamento impianto depurativo Ponte Rosarolo asservito alla città di L'Aquila finanziamento Ministro Dell'Ambiente</i> VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA' Relazione Tecnica			
			00	Dic. 2021
Pag.11 di 26 totali				

$$F_s = \frac{222}{23,4} = 9.5$$

Il valore di temperatura adottato nel dimensionamento dell'unità è pari a $T = 15^\circ \text{C}$. La velocità di denitrificazione v_{T° è funzione della temperatura ed è espressa dalla seguente relazione:

$$v_{T^\circ} = v_{20^\circ} \cdot 10^{k \cdot (T - 20^\circ)}$$

ove:

$$v_{20^\circ} = 4.0 \text{ } g_{\text{NO}_3-\text{N}} K g_{\text{SSV}}^{-1} h^{-1}$$

Velocità di denitrificazione alla $T = 20^\circ \text{C}$

$$K = 0,06 \text{ gradi } ^\circ \text{C}^{-1}$$

Coefficiente di temperatura

Nel caso in esame, essendo $T = 15^\circ \text{C}$, si ha:

$$v_{15^\circ} = v_{20^\circ} \cdot 10^{k(7^\circ)} = 0,0481 \text{ } kg_{\text{NO}_3-\text{N}} \cdot kg_{\text{SSV}}^{-1} \cdot d^{-1}$$

Assumendo una concentrazione di Solidi Sospesi della biomassa $C_{\text{SS}} = 4,00 \text{ kg}_{\text{SS}}/\text{m}^3$ e una percentuale di Solidi Sospesi Volatili pari al 70 % si ricava una concentrazione di SSV pari a $C_{\text{SSV}} = 2,8 \text{ t}_{\text{SSV}}/\text{m}^3$.


Il volume della vasca di denitrificazione deve essere pari ad almeno:

$$V_{\text{vasca}} = \frac{N_{\text{rimossoDenitro}}}{C_{\text{SSV}} \cdot v_{15^\circ}} = \frac{307}{2,8 \cdot 0,0481} = 2278 \text{ m}^3$$

La vasca di denitrificazione è separata da quella destinata alla fase di aerazione tramite un setto divisorio fornito di asole e la sommità del setto è posta circa 0,50 m al di sotto del TWL per evitare l'accumulo di schiume.

Nella vasca di denitrificazione sono presenti quattro miscelatori sommersi che hanno la funzione di mantenere in sospensione le particelle del fango della miscela, evitandone la sedimentazione.

Il tempo di detenzione è pari a circa 4,24 h a portata media e 1,41 h a portata massima.

		
	Rev.	Data
	00	Dic. 2021
Pag.12 di 26 totali		

<p>GRAN SASSO ACQUA S.p.A.</p> <p><i>Ristrutturazione ed adeguamento impianto depurativo Ponte Rosarolo asservito alla citta' di L'Aquila finanziamento Ministro Dell'Ambiente</i></p> <p>VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA'</p> <p>Relazione Tecnica</p>

L'impianto è quindi dotato di una vasca avente le seguenti caratteristiche:

N° vasche	1
Altezza utile [m]	5,00
Larghezza utile [m]	26,00
Lunghezza utile [m]	17,80
Volume totale [m³]	2314
Tempo di detenzione a Q_{media} [h]	4,24
Tempo di detenzione a Q_{max} [h]	1,41
N° agitatori per vasca	4
Potenza installata kw	16,8

3.3.3 Vasche di nitrificazione-ossidazione

I parametri utilizzati per la verifica della vasca di aerazione sono i seguenti:

	[m ³ /d]	[m ³ /h]
<i>Q_{media}</i>	13085	546


	[kg/d]	[mg/l]
<i>BOD₅ in entrata</i>	1836	140,2
<i>BOD₅ in uscita</i>	262	20,0
<i>BOD₅ da abbattere</i>	1574	120,2
<i>N in ingresso</i>	582	44,4
<i>N rimosso in aerazione</i>	79	6,0
<i>N ammoniacale in uscita</i>	26	2,0
<i>N da nitrificare</i>	477	36,4

Il liquame, dopo la fase di denitrificazione, è convogliato nella fase di aerazione in cui è realizzata l'ossidazione della sostanza organica e la nitrificazione dell'azoto ammoniacale. Il dimensionamento della vasca di aerazione viene effettuato sulla base del BOD₅ da rimuovere nella stessa, pari a BOD₅ = 1.574 kg/d e ricavato dal calcolo esposto nei paragrafi precedenti. Si assume un carico di fango CF = 0,1 kgBOD₅rimosso · kgSS⁻¹ d⁻¹ e una concentrazione di fanghi attivi pari a C fanghi attivi = 4,00 kgSS/m³.

$$V_{vasca} = \frac{BOD_5}{C_{fanghi\ attivi} \cdot CF} = \frac{1.574}{4,00 \cdot 0,1} = 3.935\ m^3$$

Occorre inoltre controllare che la capacità delle vasche di aerazione sia sufficiente affinché avvenga il processo di nitrificazione dell'azoto ammoniacale.

Il tasso di crescita dei microrganismi nitrificanti (μ_n) è funzione della temperatura T minima di progetto, assunta cautelativamente pari a T = 15 °C, della concentrazione di ossigeno disciolto in vasca e dell'azoto ammoniacale. Per la stima di (μ_n) si utilizza la seguente espressione:

	<p>GRAN SASSO ACQUA S.p.A.</p> <p><i>Ristrutturazione ed adeguamento impianto depurativo Ponte Rosarolo asservito alla città di L'Aquila finanziamento Ministro Dell'Ambiente</i></p> <p>VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA'</p> <p>Relazione Tecnica</p>			
			Rev.	Data
	00	Dic. 2021		
		Pag.13 di 26 totali		

$$(\mu_n)_{T^{\circ}C} = (\mu_{n,m})_{T^{\circ}C} \cdot \frac{N}{(K_N)_{T^{\circ}C} + N} \cdot \frac{DO}{K_0 + DO} - (k_{dn})_{T^{\circ}C}$$

Ove:

$(\mu_{n,m})_{T^{\circ}C}$	Tasso di crescita massimo dei batteri nitrificanti a $T^{\circ}C$ e in assenza di inibitori;
$N=2,0 \text{ mg/l}$	Concentrazione di azoto ammoniacale ammessa in uscita;
(K_N)	Coefficiente di semisaturazione dell'azoto ammoniacale a $T^{\circ}C$
$DO = 2,0 \text{ mg/l}$	Concentrazione di ossigeno disciolto in vasca
$K_0 = 0,50 \text{ mg/l}$	Coefficiente di semisaturazione dell'ossigeno disciolto a $T^{\circ}C$
k_{dn}	Coefficiente per il decadimento endogeno dei batteri nitrificanti a $T^{\circ}C$

Nel seguito sono riportate i valori, alla temperatura di $20^{\circ}C$, delle grandezze funzione della temperatura:

$(\mu_{n,m})_{20^{\circ}C} = 0,75 \text{ g}_{SSV} \cdot \text{g}_{SSV}^{-1} \cdot d^{-1}$	Tasso di crescita massimo dei batteri nitrificanti a $20^{\circ}C$
$(K_N)_{20^{\circ}C} = 0,74 \text{ mg/l}$	Coefficiente di semisaturazione dell'azoto ammoniacale a $20^{\circ}C$
$(k_{dn})_{20^{\circ}C} = 0,08 \text{ mg/l}$	Coefficiente per il decadimento endogeno dei batteri nitrificanti a $20^{\circ}C$

La dipendenza dalla temperatura delle grandezze sovra esposte può essere espressa mediante la seguente relazione:


$$K_T = (K)_{20^{\circ}} \cdot \theta^{(T-20)}$$

Ove:

$(\theta)_{\mu_{n,m}} = 1,07$	Coefficiente correttivo in funzione della temperatura di $\mu_{n,m}$
$(\theta)_{K_N} = 1,053$	Coefficiente correttivo in funzione della temperatura di K_N
$(\theta)_{k_{dn}} = 1,04$	Coefficiente correttivo in funzione della temperatura di k_{dn}

dalla quale si evincono i seguenti valori alla temperatura minima di progetto T :

$$(\mu_{n,m})_T = 0,53 \text{ g}_{SSV} \cdot \text{g}_{SSV}^{-1} \cdot d^{-1}; (K_N)_T = 0,57 \text{ mg/l}; (k_{dn})_T = 0,066 \text{ mg/l}$$

	<p>GRAN SASSO ACQUA S.p.A.</p> <p><i>Ristrutturazione ed adeguamento impianto depurativo Ponte Rosarolo asservito alla città di L'Aquila finanziamento Ministro Dell'Ambiente</i></p> <p>VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA'</p> <p>Relazione Tecnica</p>			
			Rev.	Data
	00	Dic. 2021		
		Pag.14 di 26 totali		

Il tasso di crescita dei microrganismi nitrificanti alla temperatura minima di progetto T risulta quindi pari a $(\mu_{n,m})_{T^{\circ}C} = 0,267 g_{SSV} \cdot g_{SSV}^{-1} \cdot d^{-1}$.

Il tempo di detenzione del fango nitrificante SRT è correlato al tasso di crescita dei batteri nitrificanti $(\mu_n)_{T^{\circ}C}$ mediante la seguente relazione:

$$SRT = \frac{1}{(\mu_n)_{T^{\circ}C}} = 3,75 d$$

Incrementando tale valore con un coefficiente di sicurezza $F_c = 2,00$ si ricava il tempo di detenzione di progetto $SRT_{progetto}$:

$$SRT_{progetto} = F_c \cdot SRT = 7,50 d.$$

Non essendo presente una sedimentazione primaria, si assume cautelativamente un coefficiente di produzione del fango Y, espresso in termini di solidi sospesi volatili (SSV), pari ad 1,0. Poiché la quantità di BOD₅ abbattuto in aerazione è pari a 1.574 kg/d si ricava la seguente produzione P giornaliera di fango relativa alla sola vasca di aerazione:

$$P = Y (BOD_5) = 1,0 \cdot 1574 = 1.574 \text{ kgssv/d.}$$

La massa totale di SSV M_{SSV} nella vasca di aerazione deve essere quindi pari ad almeno:


$$M_{SSV} = P \cdot SRT_{progetto} = 11.793 \text{ kgssv.}$$

Avendo assunto una concentrazione di SSV di progetto pari a $C_{SSV} = 2.800 \text{ mg/l}$ si ottiene il seguente volume minimo V per la vasca di aerazione affinché possa avvenire il processo di nitrificazione richiesto:

$$V = (M_{SSV} \cdot 10^3) / C_{SSV} = 4212 \text{ m}^3.$$

La fase aerobica presenta quindi le seguenti caratteristiche:

	Di progetto	Esistente
N° vasche	1	1
Altezza utile [m]	5,00	4.60
Larghezza utile [m]	26	8,30
Lunghezza utile [m]	28	16
Volume vasca [m³]	3640	610
Volume totale [m³]	4250	
Tempo di detenzione a Q_{media} [h]	7,77	
Tempo di detenzione a Q_{max} [h]	2,59	

	<p>GRAN SASSO ACQUA S.p.A.</p> <p><i>Ristrutturazione ed adeguamento impianto depurativo Ponte Rosarolo asservito alla città di L'Aquila finanziamento Ministro Dell'Ambiente</i></p> <p>VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA'</p> <p>Relazione Tecnica</p>			
			Rev.	Data
	00	Dic. 2021		
		Pag.15 di 26 totali		

Il ricircolo della miscela aerata viene effettuato tramite due pompe, le caratteristiche delle pompe installate sono riportate nella seguente tabella:

N° pompe riciclo liquami	2
Portata singola pompa [l/s]	93,3
Prevalenza [m]	1,6
Potenza installata totale [kW]	5,0

3.3.4 Fabbisogno di ossigeno

L'attività biologica aerobica su cui si basa la fase di ossidazione-nitrificazione del processo a fanghi attivi comporta un consumo di ossigeno esprimibile come:

$$FO = a_1 \cdot BOD_{rimosso\ aerazione} + b_1 \cdot V_{aerazione} \cdot C + c_1 \cdot N'$$

Il primo addendo, proporzionale alla quantità di sostanza organica rimossa, rappresenta il consumo dei batteri nelle reazioni di sintesi, a seguito delle quali viene prodotto nuovo materiale cellulare (respirazione attiva). Il secondo addendo, proporzionale alla biomassa presente nel sistema, tiene invece conto della respirazione endogena. Il terzo addendo è legato al processo di nitrificazione e porta in conto l'ossigeno necessario al metabolismo dei batteri nitrificanti.


In mancanza di determinazioni sperimentali, a_1 può essere assunto pari a 0,50 kgO₂/kgBOD mentre b_1 risulta fortemente influenzato dalla temperatura secondo la relazione:

$$b_{1-T} = b_{1-20^\circ} \cdot 1,084^{(T^\circ-20^\circ)}$$

Ove b_{1-T} indica il valore della costante alla temperatura generica T e $b_{1-20^\circ} = 0,10 \text{ kgO}_2/\text{kgSST}$ alla temperatura di 20° C. Le variazioni di a_1 con la temperatura sono invece trascurabili.

Nel caso in esame, assunta una temperatura di T = 25° C, sono stati utilizzati i seguenti valori:

a_1	= 0,50 kgO ₂ /kgBOD	Coefficiente di respirazione attiva
b_{1-25°	= 0,15 kgO ₂ /kgSST	Coefficiente di respirazione endogena
c_1	=4,57 kgO ₂ /kgN	Coefficiente di nitrificazione
$BOD_{rimosso\ aerazione}$	=1574 kg/d	BOD_5 da rimuovere in una vasca di aerazione
$V_{aerazione}$	=4237 m ³	Volume di una vasca di aerazione
C	= 4,0 kgSST/m ³	Concentrazione di SST in vasca
N' = NentranteDenitro – N rimossoNitro = 503 kg/d N da nitrificare		

	<p>GRAN SASSO ACQUA S.p.A.</p> <p><i>Ristrutturazione ed adeguamento impianto depurativo Ponte Rosarolo asservito alla città di L'Aquila finanziamento Ministro Dell'Ambiente</i></p> <p>VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA'</p> <p>Relazione Tecnica</p>			
			Rev.	Data
	00	Dic. 2021		
		Pag.16 di 26 totali		

Si sottolinea che, operando a favore di sicurezza, è stata fatta l'ipotesi di nitrificare tutto l'azoto ammoniacale in entrata sottraendo solamente quella parte di azoto rimossa in denitro.

Si ottiene una quantità operativa di ossigeno (AOR) richiesta al giorno pari a $AOR = 7250 \text{ kg O}_2/\text{d} = 302 \text{ kg O}_2/\text{h}$, avendo utilizzato cautelativamente un coefficiente di sicurezza pari a 1,30 per tener conto di eventuali sovraccarichi del sistema.

Riportando il calcolo alle condizioni standard (SOR) attraverso un coefficiente correttivo pari a 1.9, si ottiene la seguente quantità di ossigeno da fornire ad entrambe le vasche:

$$(SOR)_{totale} = (FO \ 1,3) \ 1,9 = 13775 \text{ kgO}_2/\text{d} = 574 \text{ kgO}_2/\text{h}.$$

Assunto un rendimento di trasferimento dell'ossigeno pari al 29 % e considerato che il contenuto in peso di ossigeno per metro cubo di aria è pari a $0,28 \text{ kgO}_2/\text{m}_{aria}^3$, si ottiene una portata di aria Q_{aria} :

$$Q_{aria} = 574 / (0,29 \ 0,28) = 7000 \text{ Nm}^3/\text{h}.$$

I diffusori sono stati montati in numero di 144 nella vasca di ossidazione nuova per una portata d'aria pari a $1.200 \text{ Nm}^3/\text{h}$ con una portata singola pari a $7.8 \text{ Nm}^3/\text{h}$ nella vasca di nitrificazione si conferiscono $5.800 \text{ Nm}^3/\text{h}$ con 760 diffusori già in possesso dell'Amministrazione con una portata singola pari a $7.6 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

Per l'insufflazione dell'aria a servizio della vasca sono previsti quattro compressori di cui uno di riserva. Al fine di ottimizzare il funzionamento del compressore, si dispone un misuratore di ossigeno disciolto, che tramite una centralina piloterà l'attacco e lo stacco dello stesso. Le caratteristiche del sistema di insufflazione aria sono le seguenti:

Fabbisogno di aria totale [Nm³/h]	7.000
N°diffusori totali	904
N° compressori	3 + 1R
Potenza installata compr. [kW]	75
Capacità compressore Nmc/h	2.500


3.4 Ricircolo fanghi e ricircolod della miscela aerata

Per mantenere, nel reattore, costante e pari a $C_a = 4,0 \text{ kg}_{\text{SST}}/\text{m}^3$ la concentrazione di fanghi attivi, occorre ricircolare parte dei fanghi depositatosi nel sedimentatore secondario.

Nel seguito è fatta l'ipotesi, cautelativa, che la concentrazione di fanghi attivi nel sedimentatore secondario sia all'incirca doppia rispetto a quella del reattore ovvero $C_r = 8,0 \text{ kg}_{\text{SST}}/\text{m}^3$.

Dalla seguente equazione di bilancio di massa si ricava la portata di fanghi da ricircolare $Q_{r-fanghi}$:

$$(Q_{r-fanghi} + Q_m) \cdot C_a = Q_{r-fanghi} \cdot C_r$$

	GRAN SASSO ACQUA S.p.A.			
	<i>Ristrutturazione ed adeguamento impianto depurativo Ponte Rosarolo asservito alla città di L'Aquila finanziamento Ministro Dell'Ambiente</i>		Rev.	Data
			00	Dic. 2021
VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA'				
Relazione Tecnica				
		Pag.17 di 26 totali		

Poiché la portata entrante Q_m è pari a $13.095 \text{ m}^3/\text{d}$ risulta: $(Q_{r-fanghi} + 13.095) \cdot 4,0 = Q_{r-fanghi} \cdot 8,0$

$$Q_{r-fanghi} = 13.095 \text{ m}^3/\text{d}$$

Subito a valle del reattore occorre ricircolare anche parte del liquame per essere addotto in testa all'impianto e quindi subire il processo di denitrificazione. La portata di liquame da ricircolare deve essere tale da fornire la quantità di azoto, sotto forma di nitrati, precedentemente stimata in $306,9 \text{ Kg/d}$. Supposto un rendimento della denitrificazione $\eta = 85 \%$ la quantità di azoto da ricircolare è $N_{\text{riciclo}} = 306,9 / 0,85 = 361 \text{ Kg/d}$.

Avendo posto come concentrazione di NO_3 uscente dal reattore $13 \text{ mg/l} = 0,013 \text{ Kg/m}^3$ per ricircolare 361 Kg/d di azoto occorre rimandare in testa alla vasca di denitrificazione una portata pari a:

$$\Rightarrow 361 \text{ Kg/d} = 0,013 \cdot x \cdot Q_m \quad x \approx 2,12$$

Poiché una volta la portata media è già ricircolata dal sedimentatore secondario la portata di liquami da addurre a monte della denitrificazione è pari $Q_{r-liquami} = 1,12 \cdot Q_m = 14676 \text{ m}^3/\text{d}$.

Nella tabella seguente è riportato un riepilogo delle portate ricircolate:

	m^3 / d	m^3 / h	l / s
<i>Q riciclo fanghi</i>	13095	546	151,6
<i>Q riciclo liquami</i>	14676	612	167
<i>Q riciclo totale</i>	27771	1157	321,5


3.5 Defosfatazione chimica

L'abbattimento del fosforo in eccesso rispetto al valore massimo consentito avviene tramite l'immissione di cloruro ferrico FeCl_3 nella vasca di aerazione.

Nell'ipotesi che il fosforo eliminato in aerazione per sintesi batterica sia pari all'1 % del BOD_5 rimosso nella vasca di ossidazione - nitrificazione si ricava la quantità di fosforo da abbattere chimicamente. Considerando infatti che il fosforo entrante è pari a 97 kg/d e che in uscita è ammessa una quantità di $26,2 \text{ kg/d}$, sottraendo il fosforo rimosso dalla massa batterica pari $15,7 \text{ kg/d}$ ($0,01 \cdot \text{BOD}_5$ rimosso in nitro = $0,01 \cdot 1574 \text{ kg/d} = 15,7 \text{ kg/d}$), si ricavano $55,1 \text{ kg/d}$ da abbattere per via chimica.

Poiché occorrono $3,0 \text{ kg}$ di Fe per ogni kg di P da rimuovere e ad 1 kg di Fe corrispondono $2,90 \text{ kg}$ di FeCl_3 si ricava che necessitano circa 480 kg/d di FeCl_3 . Utilizzando una soluzione commerciale al 40 % in peso di FeCl_3 , avente una densità di $1,4 \text{ kg/l}$, si ricava un consumo quotidiano di circa 856 l/d di soluzione commerciale.

La soluzione di cloruro ferrico verrà stoccata in un serbatoio in PRFV da $10,0 \text{ m}^3$ in modo tale da garantire un'autonomia di circa 12 giorni. Il dosaggio avviene mediante due pompe dosatrici, di cui

	<p>GRAN SASSO ACQUA S.p.A.</p> <p><i>Ristrutturazione ed adeguamento impianto depurativo Ponte Rosarolo asservito alla città di L'Aquila finanziamento Ministro Dell'Ambiente</i></p> <p>VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA'</p> <p>Relazione Tecnica</p>			
			Rev.	Data
	00	Dic. 2021		
		Pag.18 di 26 totali		

una di riserva, a portata variabile in grado di garantire la massima flessibilità durante la fase di esercizio.

In relazione alla formazione di fanghi chimici legati al processo di defosfatazione si può assumere cautelativamente una produzione di 7 kg di fango per ogni kg di P abbattuto, ricavando quindi una quantità di $(7 \cdot 55,1) \approx 385,5$ kg/d, cui corrisponde, assumendo una concentrazione in secco di 0,70 %, una portata giornaliera di fango pari a 42,8 m³/d.

Nel seguito sono riportate le caratteristiche della fase di defosfatazione:

Reagente chimico previsto	FeCl ₃
Fosforo entrante [kg_P/d]	97
Fosforo abbattuto dalla massa batterica [kg_P/d]	15,7
Fosforo abbattuto chimicamente [kg_P/d]	55,1
Fosforo ammesso in uscita [kg_P/d]	26,2
Portata soluzione commerciale [l/h]	35
Quantità di fanghi chimici prodotti [kg_{SST}/d]	385,5
Concentrazione fango in uscita [%]	0,70
Portata di fanghi chimici prodotti [m³/d]	42,8

3.6 Sedimentazione secondaria

Il sedimentatore secondario ha lo scopo di permettere la deposizione dei fanghi attivi e chimici provenienti dal reattore biologico consentendone il ricircolo e lo spurgo.


La sedimentazione secondaria esistente, composta da due vasche di diametro pari a 30 m e una profondità utile di 3,60 m, ha una velocità ascensionale v' alla portata media per vasca $Q_{media} = 273$ m³/h risulta pari a $v' = 0,38$ m/h mentre a portata massima $Q_{max} = 819$ m³/h è pari a $v' = 1,15$ m/h.

Per ottenere un fango ben concentrato ed ispessito, in modo tale da avere un efficace ricircolo e una buona chiarificazione del liquame, occorre verificare che il Carico Superficiale di Solidi Sospesi C_{ss} sia inferiore a 5,0 kg_{SST} m⁻² h⁻¹. Nel caso in esame risulta:

$$C_{ss} = \frac{C_{fanghiattivi} \cdot (Q_{media} + Q_{r-fanghi})}{A} = 3,09 \text{ kg}_{SST} \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$$

Ove:

$Q_{media} =$	273 m ³ /h	portata media entrante
$Q_{r-fanghi} =$	273 m ³ /h	portata di ricircolo fanghi
$C_{fanghiattivi} =$	4 kg _{SST} /m ³	concentrazione fanghi attivi
$A =$	706,5 m ²	area singolo sedimentatore

	GRAN SASSO ACQUA S.p.A.			
	<i>Ristrutturazione ed adeguamento impianto depurativo Ponte Rosarolo asservito alla città di L'Aquila finanziamento Ministro Dell'Ambiente</i>		Rev.	Data
			00	Dic. 2021
VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA'				
Relazione Tecnica				
		Pag.19 di 26 totali		

Supponendo di disporre di una soglia sfiorante per una lunghezza complessiva a vasca di $L = 94$ m, si ricava un carico idraulico CI_{max} a portata massima per vasca $Q_{max} = 19.642,5 \text{ m}^3/\text{d}$, inferiore al valore massimo $CI_{max} = 250 \text{ m}^3 \text{ m}^{-1} \text{ d}^{-1}$, pari a:

$$CI_{max} = \frac{Q_{max}}{L} = \frac{19.642,5}{94} = 208,9 \text{ m}^3 \text{ m}^{-1} \text{ d}^{-1}$$

Mentre a portata media per vasca, $Q_{media} = 6.547,5 \text{ m}^3/\text{d}$, si ha un carico idraulico pari a $CI = 69,65 \text{ m}^3 \text{ m}^{-1} \text{ d}^{-1}$ inferiore al valore massimo ammesso $CI_{max} = 125 \text{ m}^3 \text{ m}^{-1} \text{ d}^{-1}$.

Il tempo di residenza, rispettivamente a Q_{media} e Q_{max} , è pari a 9,33 h e 3,11 h. Le caratteristiche della vasca di sedimentazione secondaria sono:

N° vasche	2
Altezza d'acqua [m]	3,6
Diametro [m]	30
Volume totale [m³]	1413
Tempo di residenza a Q_{media} [h]	9,33
Tempo di residenza a $Q_{massima}$ [h]	3,11

Il ricircolo del fango viene effettuato tramite un apposito pozzetto nel quale sono installate due pompe, ciascuna a servizio di una linea, che sono utilizzate anche per lo spurgo del fango all'ispessimento.

3.7 Produzione fanghi di supero – età del fango

Parte dei fanghi prodotti nel sedimentatore secondario è ricircolata mentre la restante parte viene spurgata. La frazione di fanghi da spurgare è pari alla quantità di fanghi prodotti nel reattore biologico per sintesi batterica e nel processo di defosfatazione per via chimica.


Il fango prodotto può essere assunto pari a una frazione del BOD_5 abbattuto nel reattore biologico.

Come illustrato nei paragrafi precedenti, il BOD_5 e l' N_{tot} abbattuti risultano pari a:

BOD_5 abbattuto in nitro	1574 kg/d
N abbattuto in denitro	307 kg/d

E poiché BOD_5 rimosso in denitro = $3,5 \cdot N$ rimosso in denitro, ne consegue:

BOD_5 abbattuto in nitro	1574 kg/d
BOD_5 abbattuto in denitro	1074,5 kg/d
BOD_5 totale abbattuto nel reattore	2648,5 kg/d

	GRAN SASSO ACQUA S.p.A.			
	<i>Ristrutturazione ed adeguamento impianto depurativo Ponte Rosarolo asservito alla città di L'Aquila finanziamento Ministro Dell'Ambiente</i>		Rev.	Data
			00	Dic. 2021
VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA'				
Relazione Tecnica				
		Pag.20 di 26 totali		

Poiché non è prevista una fase di sedimentazione primaria si assume cautelativamente un rendimento della crescita y , ovvero la quantità di massa microbica prodotta con un'unità di massa di BOD_5 , pari a $y = 1,0$ ne consegue che la quantità di materie secche da spurgare giornalmente è:

$$\text{Quantità di materie secche da spurgare} = BOD_5 \cdot y = 2648,5 \cdot 1,0 = 700 \text{ kg/d}$$

Si assume una concentrazione in secco $C_{secco} = 0,80 \%$ cui corrisponde una portata giornaliera da spurgare pari a $Q = 330 \text{ m}^3/\text{d}$.

I fanghi chimici prodotti dal processo di defosfatazione sono stati stimati nei paragrafi precedenti e sono pari a $385,5 \text{ kgSS/d}$ e ad una portata pari a $Q = 55 \text{ m}^3/\text{d}$.

Dal calcolo si evincono le seguenti quantità:

	$SST \text{ [kg}_{SST}/\text{d}]$	$C_{secco} [\%]$	$Q_{fango} \text{ [m}^3/\text{d}]$	$Età \text{ del fango [d]}$
Fango secondario	2648	0,80	330	9,9
Fango chimico	385,5	0,70	55	---
TOTALE	3034	0,80	385	9,9

L'età del fango secondario η è stata calcolata dividendo la quantità di fanghi presente nel reattore biologico per la quantità di fanghi attivi spurgati dal sedimentatore secondario:

$$\eta = \frac{Fanghi_{reattore}}{Fanghi_{spurgati}} = \frac{(V_{Nitro} + V_{Denitro}) \cdot C_{fanghi}}{Fanghi_{spurgati}}$$

Con:

$$V_{Nitro} = 4250 \text{ m}^3$$

$$V_{Denitro} = 2314 \text{ m}^3$$

$$C_{fanghi} = 4 \text{ kg}_{SS}/\text{m}^3$$


$$Fanghi_{spurgati} = 2348,5 \text{ kg/d}$$

ottenendo $\eta = 9,9$ giorni di permanenza nella vasca denitro e nitro.

3.8 Filtrazione su teli

Per raggiungere i limiti previsti dal D.M. 185/2003 sul riutilizzo in agricoltura, a valle della sedimentazione secondaria è prevista una filtrazione su teli la quale ha lo scopo di eliminare parte dei solidi sospesi presenti, garantendo inoltre al liquame una trasmittanza sufficiente a consentire il previsto grado di disinfezione mediante radiazione ultravioletta.

Il filtro proposto si basa sull'utilizzo di dischi multipli ognuno costituito da una serie di pannelli filtranti. L'acqua da trattare fluisce per gravità all'interno del tamburo centrale e filtra attraverso i

	<p>GRAN SASSO ACQUA S.p.A.</p> <p><i>Ristrutturazione ed adeguamento impianto depurativo Ponte Rosarolo asservito alla città di L'Aquila finanziamento Ministro Dell'Ambiente</i></p> <p>VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA'</p> <p>Relazione Tecnica</p>			
			Rev.	Data
	00	Dic. 2021		
		Pag.21 di 26 totali		

pannelli. I solidi sono separati dall'acqua per mezzo dei pannelli filtranti montati su ambo i lati dei segmenti del disco. I solidi sono trattenuti all'interno dei dischi filtranti mentre l'acqua depurata fluisce all'esterno del disco in un serbatoio di raccolta. Durante il normale funzionamento, i dischi rimangono fermi fino a che, a causa dell'intasamento dei filtri per l'accumulo di solidi, il livello dell'acqua nel canale interno raggiunge un valore prefissato; a questo punto, il ciclo di controlavaggio è avviato automaticamente ed i solidi sono controlavati all'interno della tramoggia di raccolta mentre il disco è posto in rotazione. A causa dell'elevato tasso di inquinamento il liquido di controlavaggio viene rimandato tramite la fognatura interna in testa all'impianto.

Nel seguito sono riportate le caratteristiche più significative del gruppo di filtrazione:


n° macchinari	2
Portata media trattata [m³/h]	546
Portata massima trattata [m³/h]	1637
Concentrazione SST in entrata [mg/l]	35
Concentrazione di SST in uscita [mg/l]	10
Area efficace filtrante [m²]	280,80
Velocità filtrazione a \bar{Q} [mc/mxh]	1,95
Velocità filtrazione a \bar{Q}_{max} [mc/mxh]	5,85

Si è inoltre previsto un by-pass totale o parziale della singola macchina.

3.9 Disinfezione UV

Per abbattere la carica batterica secondo i limiti previsti dal D.M. 185/2003 sul riutilizzo in agricoltura è necessaria una fase di disinfezione mediante radiazione ultravioletta.

L'applicazione dei raggi ultravioletti avverrà tramite l'adozione di lampade del tipo ad amalgama di mercurio a bassa pressione ed alta intensità. I moduli contenenti le lampade saranno installate all'interno di un'unica canalizzazione per una potenzialità pari a quella massima dell'impianto $Q = 1.637 \text{ m}^3/\text{h}$.

	<p>GRAN SASSO ACQUA S.p.A.</p> <p><i>Ristrutturazione ed adeguamento impianto depurativo Ponte Rosarolo asservito alla città di L'Aquila finanziamento Ministro Dell'Ambiente</i></p> <p>VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA'</p> <p>Relazione Tecnica</p>			
			Rev.	Data
	00	Dic. 2021		
		Pag.22 di 26 totali		

Portata media trattata [m ³ /h]	546
Portata massima trattata [m ³ /h]	1637
Solidi sospesi totali in ingresso [mg/l]	10
Trasparenza refluo in ingresso [%] min	65
n° lampade	120
n° banchi / n° moduli	2 / 2
Dose UV-C [mJ/cm ²]	72,4
Tempo di ritenzione [sec]	5,3
Potenza totale alle lampade [kw]	43,2
Numero di lampade	120
Grado di disinfezione	10 UFC/100 ml su 80% campioni giornalieri
	100 UFC/100 ml massimo puntuale

Il sistema è dotato di un sensore UV, che permetterà la misura e la relativa regolazione della intensità UV irradiata dalle lampade in funzione della portata.

3.10 Linea fanghi

La linea fanghi ha lo scopo di rendere stabili e palabili i fanghi attivi e chimici provenienti dal sedimentatore secondario. Essa si compone di una prima fase di mescolamento e ispessimento dei fanghi secondari al fine sia di aumentare la concentrazione in secco, riducendo quindi le dimensioni della successiva unità, sia di consentire lo stoccaggio del fango. La seconda fase comporta la stabilizzazione del fango mediante la permanenza dello stesso in una vasca in cui vengono mantenute le condizioni aerobiche tramite insufflazione di aria. Il tempo di residenza sarà tale da determinare un opportuno abbattimento della parte volatile dei fanghi e consentirne la stabilizzazione. Infine, la fase di disidratazione permetterà una notevole diminuzione di volume e quindi un più agevole trasporto in discarica.


Tutte le acque provenienti dalla linea fanghi sono ovviamente contaminate e verranno quindi rimandate in testa all'impianto.

3.11 Pre-ispessimento dinamico dei fanghi

I parametri di dimensionamento della fase di ispessimento fanghi sono i seguenti:

Q_{fango} [m ³ /d]	Peso SST (kgSST/d)	C_{secco} [%]
385	3034	0,80

L'ispessitore dinamico è un macchinario composto da un tamburo in grado di addensare un fango liquido mediante il drenaggio dell'acqua libera attraverso un telo filtrante mantenuto in rotazione continua. Il fango liquido viene previamente condizionato in un miscelatore di flocculazione mediante l'aggiunta di reattivi chimici (polielettroliti) ottenendo una netta separazione tra la fase liquida e la fase

	GRAN SASSO ACQUA S.p.A.		Rev.	Data
	<i>Ristrutturazione ed adeguamento impianto depurativo Ponte Rosarolo asservito alla città di L'Aquila finanziamento Ministro Dell'Ambiente</i>			
	VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA'		00	Dic. 2021
Relazione Tecnica				
		Pag.23 di 26 totali		

solida (flocculazione). Il condizionamento chimico del fango da trattare è normalmente necessario per poter separare in modo ottimale la fase solida (sotto forma di fiocchi) dall'acqua libera. Il miscelatore, costituito da una camera di mescolazione completamente chiusa ed indipendente, alimenta una cassa di distribuzione del fango posta all'interno di una testata del tamburo. Detta cassa favorisce la distribuzione del fango su un telo filtrante avvolto sulla parte cilindrica esterna del tamburo stesso; in questa zona il fango cede, per gravità, la maggior parte dell'acqua libera. Il tamburo è mantenuto in rotazione da un gruppo motovariore.

All'interno del tamburo filtrante una serie di spirali conformate a coclea costringono il fango ad un percorso obbligato in modo da aumentare il tempo di ritenzione. Le stesse favoriscono il drenaggio dell'acqua che altrimenti potrebbe passare superiormente al fango verso lo scarico.

L'acqua libera filtrata dal telo viene raccolta in una tramoggia sottostante ed allontanata tramite una tubazione flangiata di scarico. Il fango addensato viene invece convogliato alla fine del percorso creato dalle spirali interne e scaricato in una apposita tramoggia.

La pulizia del telo viene assicurata da un sistema di lavaggio che, mediante un tubo dotato di ugelli, irrori acqua in pressione sulla superficie filtrante mantenendone costante la capacità drenante.

Il trasferimento dei fanghi ispessiti alla fase di digestione avverrà mediante due pompe monovite, di cui una di riserva. Le caratteristiche dell'ispessitore dinamico sono riportate nella seguente tabella:

Diametro tamburo[mm]	900
Area filtrante[m²]	7
Potenza installata [kw]	3,3
Tempo di funzionamento [h]	12
Secco conseguibile [%]	≥3
Portata trattabile [KgSS/h]	270


Le caratteristiche del fango sono:

	Q_{fango} [m ³ /d]	Peso SST [kgSST/d]	C_{secco} [%]
Fango entrante	385	3034	0,80
Fango uscente	101,1	3034	3,00

La portata $Q \approx 285 \text{ m}^3/\text{d}$ di acqua surnatante è rimandata in testa all'impianto.

3.12 Digestione aerobica

La fase di digestione aerobica consiste nell'immissione del fango in una vasca, mantenuta in ambiente aerobico mediante insufflazione di aria, in cui viene proseguito il processo di degradazione delle sostanze organiche già iniziato nel reattore biologico.

	<p>GRAN SASSO ACQUA S.p.A.</p> <p><i>Ristrutturazione ed adeguamento impianto depurativo Ponte Rosarolo asservito alla città di L'Aquila finanziamento Ministro Dell'Ambiente</i></p> <p>VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA'</p> <p>Relazione Tecnica</p>			
			Rev.	Data
	00	Dic. 2021		
		Pag.24 di 26 totali		

I parametri di dimensionamento della fase di digestione aerobica sono i seguenti:

Q_{fango} [m ³ /d]	C_{secco} [%]	Peso SST [kgSST/d]	Percentuale SSV [%]	Peso SSV [kgSSV/d]	Età del fango [d]
101,1	3,0	3034	70	2124	9,9

Per ottenere un adeguato grado di stabilizzazione del fango si prevede un dimensionamento del digestore tale da incrementare l'età del fango ad almeno 20 giorni. Poiché il fango entrante presenta un'età di 9,9 giorni, i fanghi dovranno sostare nella vasca per un periodo di 10,1 giorni.

Il processo di digestione aerobica comporta una riduzione dei SSV pari al 40 %, ne consegue che il peso dei SSV si riduce a:

$$P_{SSV} = (2124 \cdot 0,6) = 1274 \text{ kg}_{SSV}/d$$

Conseguentemente il peso dei SST risulta pari a:

$$P_{SST} = 3034 \cdot 0,3 + 1274 = 2184 \text{ kg}_{SST}/d$$

La concentrazione in secco del fango, a seguito della rimozione dei SSV, risulta $C_{secco} = (2184/1000)/1,011 = 2.16 \%$.

Per diminuire il tasso di umidità del fango in uscita è prevista l'adozione di un calice per il prelievo del supernatante. L'immissione di aria nel digestore verrà periodicamente interrotta per il tempo necessario all'ispessimento del fango e al conseguente prelievo del liquido surnatante. Si assume, cautelativamente, una concentrazione in secco del fango ispessito pari al 3,0 %.

Una stima del volume della vasca di digestione aerobica può essere effettuata sulla base del tempo di sosta prevista e della portata di fango uscente mediante la seguente relazione:

$$V = \frac{\theta_{dig} P_{SST}}{\gamma_{fango} C_{secco}} = 736 \text{ m}^3$$

Ove:

$$\theta_{dig} = 10,1 \text{ d}$$

Età del fango da ottenere nel digestore aerobico

$$P_{SST} = 2184 \text{ kg}_{SST}/m^3$$

Peso di SST uscenti dal digestore aerobico

$$\gamma_{fango} = 1000 \text{ kg}_{SST}/m^3$$


Peso specifico del fango

$$C_{secco} = 3,0\%$$

Concentrazione di secco del fango uscente

Una verifica del volume ricavato può essere effettuata mediante il calcolo del Fattore di Carico Volumetrico F_{cvss} pari al rapporto tra il peso dei SST entranti giornalmente nella vasca ed il volume della stessa:

$$F_{cvss} = \frac{3034}{736} = 4,2 \text{ kg}_{SST} m^{-3} d^{-1}$$

	GRAN SASSO ACQUA S.p.A.		Rev.	Data
	<i>Ristrutturazione ed adeguamento impianto depurativo Ponte Rosarolo asservito alla città di L'Aquila finanziamento Ministro Dell'Ambiente</i>			
	VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA'			
	Relazione Tecnica		00	Dic. 2021
		Pag.25 di 26 totali		

Sulla base dei dati disponibili in letteratura si fissa in $3,20 \text{ kg}_{\text{SST}} \text{ m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ il valore massimo del F_{cvss} , ne consegue un volume della vasca pari a:

$$V = \frac{3034}{3,20} = 948 \text{ m}^3$$

Le vasche esistenti sono due e hanno una larghezza pari a 11,0 m, una lunghezza di 11,0 ed un'altezza utile di 4 m. A tali dimensioni corrisponde un volume utile $V = 968 \text{ m}^3$.

Il calcolo dell'aria da immettere nel digestore può essere effettuato ipotizzando una quantità di ossigeno operativo (AOR) pari a 2,3 kg di ossigeno per kg di SSV rimosso ($850 \text{ kg}_{\text{SSV}}$):

$$AOR = 2,3 \cdot 850 = 1955 \frac{\text{kgO}_2}{\text{d}} = 81,5 \text{ KgO}_2/\text{h}$$

Per l'insufflazione dell'aria a servizio della vasca è stato installato un compressore titolare e uno di riserva con trasferimento massimo di ossigeno di $281 \text{ KgO}_2/\text{h}$ ed un numero totale di 480 diffusori con un punto di lavoro pari a $8,3 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

Il fango in uscita dalla digestione aerobica presenta le seguenti caratteristiche:

Q_{fango} [m ³ /d]	C_{secco} [%]	Peso SST [kgSST/d]	Percentuale SSV [%]	Peso SSV [kgSSV/d]	Eta del fango [d]
72,8	3,0	2184	58,3	1274	20

Nel seguito sono riportate le caratteristiche della vasca di digestione:

N° vasche	2
Altezza massima d'acqua [m]	4
Larghezza utile [m]	11
Lunghezza utile [m]	11
Volume vasca [m³]	968


La portata di acqua surnatante è rimandata in testa all'impianto.

3.13 Post-ispessitore

È stato realizzato un post-ispessimento che esplica anche la funzione di stoccaggio fanghi per la fase di disidratazione.

Le caratteristiche sono:

Altezza utile [m]	4
Diametro [m]	7,5
Volume vasca [m³]	176

	<p>GRAN SASSO ACQUA S.p.A.</p> <p><i>Ristrutturazione ed adeguamento impianto depurativo Ponte Rosarolo asservito alla città di L'Aquila finanziamento Ministro Dell'Ambiente</i></p> <p>VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA'</p> <p>Relazione Tecnica</p>			
			Rev.	Data
	00	Dic. 2021		
		Pag.26 di 26 totali		

3.14 Disidratazione fanghi

Le caratteristiche del fango in entrata sono riportate nella tabella seguente:

	$Q_{fango} [m^3/d]$	Peso SST (kgSST/d)	$C_{secco} [\%]$
Fango entrante	72,8	2184	3,0

3.14.1 Caratteristiche centrifuga

Per far funzionare 5 giorni alla settimana la fase di disidratazione occorre concentrare in cinque giorni il fango prodotto settimanalmente, cioè considerare una produzione giornaliera pari a $73 m \cdot (7/5) = 102 m^3/d$. Avendo un estrattore centrifugo con capacità di disidratazione pari a circa $15 m^3/h$ si hanno circa 7 h di lavoro al dì per 5 giorni alla settimana.

Le caratteristiche della centrifuga saranno le seguenti:

N° giorni di funz. a settimana [d]	5
N° ore di funz. al giorno [h]	7
Diametro tamburo [mm]	470
Lunghezza tamburo [mm]	1580

3.15 Interventi vari

In aggiunta alle vasche di trattamento descritte nei paragrafi precedenti sono presenti le seguenti opere:

- Edificio cabina energia elettrica. Si compone di un locale a servizio dell'utente.
- Edificio adibito alla preparazione del polielettrolita. Si compone di un unico locale dove vengono posizionati la stazione di preparazione polielettrolita e il quadro elettrico a servizio dell'ispessitore dinamico.