MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

REGIONE PIEMONTE

AUTORITÀ D'AMBITO n° 4 CUNEESE

COGESI S.C.R.L. consorzio gestori servizi idrici

PROVINCIA DI CUNEO

COMUNE DI GOVONE

Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU

PNRR – AVVISO M2C1.1.I1.1- LINEA DI INTERVENTO C – ID PROPOSTA MTE11C 00000732

Realizzazione Nuovo Digestore secondario presso Linea Fanghi dell'impianto di Depurazione di Govone

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE

SISI SOCIETA' INTERCOMUNALE SERVIZI IDRICI S.r.l.

SOCIETA' INTERCOMUNALE SERVIZI IDRICI S.r.l.
P.zza Risorgimento, 1 - 12051 ALBA (CN)
tel. +39 0173.440366 - fax: +39 0173.293467
http: www.sisiacque.it

IL PROGETTISTA

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l
Corso Giolitti, 36 – 12100 CUNEO (CN)
Tel. +39 0171.698381 – fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it

Dott. Ing. Fabrizio Saglietto

DESCRIZIONE

RELAZIONE BIOLOGICA - IDRAULICA

DATA	**SCALA**				**ALLEGATO**
13/04/2023	/				**2.2**
COMMESSA	livello	categoria	tipologia	revisione	
2021_038	PD	RS	TXT	01	

REV.	**DATA**	**DESCRIZIONE**	**REDATTO**	**CONTROLLATO**	**APPROVATO**
01	13/04/2023	CORREZIONE INTESTAZIONE COME DA RICHIESTA SISI S.R.L.	VI.MA.	BH.FR.	SA.FA.
00	24/01/2022	EMISSIONE PER CONSEGNA	VI.MA.	BH.FR.	SA.FA.

A TERMINI DI LEGGE CI RISERVIAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO ELABORATO CON DIVIETO DI RIPRODURLO O RENDERLO NOTO A TERZI SENZA LA NOSTRA AUTORIZZAZIONE

SAGLIETTO ENGINEERING S.R.L. CON SISTEMA CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT310186, N° IT250310/UK-1 E IT300072

SOMMARIO

PREMESSA 2

STATO DI PROGETTO 2

ISPESSIMENTO DINAMICO, SCAMBIATORI DI CALORE E CARICAMENTO DIGESTORI PRIMARI 2

..... 4

DIGESTIONE ANAEROBICA PRIMARIA 5

DIGESTIONE ANAEROBICA SECONDARIA 5

DISIDRATAZIONE 6

CABINA ELETTRICA 6

VERIFICHE DI PROCESSO 6

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT310186, N° IT250310/UK E IT276027/UK

PREMESSA

Nel quadro delle proprie competenze, SISI S.r.l. ha affidato alla Società di Ingegneria Saglietto Engineering S.r.l., nella persona del sottoscritto Ing. Fabrizio Saglietto, il compito di redigere il Progetto Definitivo per appalto integrato del progetto *"Realizzazione presso l'impianto di Canove di Govone del 4°digestore anaerobico con funzioni di digestore secondario, completo di tutti i collegamenti alla linea fanghi e biogas esistente, adeguamento piping del digestore secondario esistente di cui al progetto definitivo 4p-22."* consistente, principalmente, nella costruzione di un nuovo digestore secondario per ottimizzare la gestione dei fanghi ed il recupero energetico mediante incremento della produzione di biogas e cogenerazione.

STATO DI PROGETTO

La presente progettazione consiste principalmente nella costruzione di un nuovo digestore anaerobico secondario e nell'adeguamento dell'attuale digestore secondario a digestore primario. Perciò, la linea fanghi nella sua nuova configurazione, sarà composta da n.3 digestori anaerobici primari e n.1 digestore anaerobico secondario.

Ispessimento dinamico, scambiatori di calore e caricamento digestori primari

Il potenziamento del comparto di ispessimento dinamico, già previsto nella pianificazione del Gestore con macchine di nuova generazione, andrà ad alimentare in serie i tre digestori primari.

La nuova configurazione di caricamento del vecchio digestore secondario, ora primario, avverrà utilizzando l'attuale sistema impiantistico in uscita dalla sezione di preispessimento mediante una nuova tubazione in acciaio coibentato AISI 304 diametro 150 mm. posata lungo il traliccio esistente, andrà ad alimentare il terzo digestore esistente. Quindi, lo scambiatore di calore non viene modificato nella sua attuale configurazione. Verrà intercettata l'attuale tubazione di invio dei fanghi dai due primari esistenti al terzo digestore in prossimità dello stesso e deviata, tramite nuova tubazione, al nuovo digestore. Quest'ultimo sarà anche alimentato dal terzo digestore andando ad intercettare la tubazione attuale di ricircolo fanghi agli esistenti primari.

Il nuovo digestore secondario sarà dotato di due pompe booster, una per il ricircolo dei fanghi ai primari ed una per inviare i fanghi alla disidratazione. Sarà inoltre fornito di filtro a ghiaia e compressore per il biogas di agitazione, mentre sarà collegato all'attuale locale biogas per inviare il biogas prodotto e non utilizzato al cogeneratore ed eventualmente all'attuale gasometro.

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT310186, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Fig. 1 Rack esistente

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT310186, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Fig. 2 Posizionamento nuova tubazione su Rack esistente

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT310186, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Digestione anaerobica primaria

Attraverso l'adeguamento del piping esistente, l'attuale digestore secondario verrà adibito alla digestione primaria insieme agli altri due digestori primari esistenti.

Digestione anaerobica secondaria

Il nuovo digestore secondario avrà le seguenti caratteristiche dimensionali:

- volume utile: 3.500 mc;
- diametro: 20,00 m;
- altezza parte cilindrica: 8,90 m;
- inclinazione del fondo: 18,00°;
- inclinazione del tetto: 20,00°.

E sarà attrezzato con:

- nuovo locale adiacente con pompe booster di ricircolo del nuovo digestore secondario e verso digestori primari, filtri di trattamento biogas e compressore di agitazione;
- relativi collegamenti.

Il biogas prodotto verrà inviato all'attuale gasometro.

Il nuovo digestore anaerobico secondario verrà disposto, planimetricamente, in adiacenza all'attuale digestore secondario e sarà alimentato con una condotta a gravità dai n.3 digestori primari disposti idraulicamente a monte.

I parametri di funzionamento del comparto di digestione saranno, quindi, i seguenti:

- Quantità di fango da digerire: 22459,12 kg/d;
- Volume di fango da digerire: 499,09 mc/d;
- Concentrazione di fango da digerire: 4,50 %;
- Tempo di permanenza in digestione: 23 d;
- Numero di digestori primari: 3;
- Volumi unitari digestori primari: 2400 mc, 2400 mc e 3094 mc;
- Volume totale digestori primari: 7894 mc;
- Numero di digestori secondari: 1;
- Volume unitario digestore secondario: 3500 mc;
- Volume totale digestori secondari: 3500 mc.

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT310186, N° IT250310/UK E IT276027/UK

Disidratazione

I fanghi digeriti verranno avviati verso il comparto di disidratazione nel quale non si prevedono interventi di adeguamento.

Cabina elettrica

Verrà ampliato l'impianto elettrico con nuova cabina di trasformazione MT/BT con trasformatore da 1000 kVA disposta sotto la copertura dell'attuale capannone esistente delle centrifughe.

La linea verrà portata tramite cavidotto interrato e cavidotto aereo sopra l'attuale metanodotto dall'esistente cabina di smistamento.

VERIFICHE DI PROCESSO

In seguito, si riportano, in allegato, le verifiche biologiche-idrauliche condotte:

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E OHSAS 18001:2007 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT310186, N° IT250310/UK E IT276027/UK

	VERIFICA BIOLOGICA IMPIANTO	ALLEGATO N°
		2.1

Descrizione	Unità M.		Valore
1 DATI DI PROGETTO			
Abitanti equivalenti	n°		240.000
Dotazione idrica	l/ab/d		250,00
Coefficiente di afflusso (0.7-1)			1,00
Tipo di fognatura (nera/mista)	(N/M)	M	
BOD specifico (54-70 g/ab/d)	g/ab/d		60,00
STS (60-90 g/ab/d)	g/ab/d		107,14
N (12-13 g/ab/d)	g/ab/d		12,00
P (3-3.5 g/ab/d)	g/ab/d		1,00
Portata media giornaliera	m^3/d		60.000,00
Portata media oraria	m^3/h		2.500,00
Portata max or. t.a.	m^3/h		3.333,33
Portata max or. t. p.	m^3/h		5.000,00
Portata max or. ammessa al biologico	m^3/h		5.000,00
BOD specifico	g/ab/d		60,00
BOD totale	(kg/d)		14.400,00
Concentrazione BOD	(mg/l)		240,00
STS specifici	(g/ab/d)		107,14
STS totali	(kg/d)		25.714,29
Concentrazione STS	(mg/l)		428,57
N specifico	(g/ab/d)		12,00
N totale	(kg/d)		2.880,00
Concentrazione N	(mg/l)		48,00
P specifico	(g/ab/d)		1,00
P totale	(kg/d)		240,00
Concentrazione P	(mg/l)		4,00
Concentrazioni medie influenti riferite agli anni 99 e 00			
BOD_5	kg/d		8.057,00
N-NH4	kg/d		458,00
SST	kg/d		11.892,00
Temperatura minima dei liquami	Gradi °C		12,00
Temperatura massima dei liquami	Gradi °C		20,00
1.1 Caratteristiche che deve avere l'effluente allo scarico:			
BOD	mg/l		**25,00**
STS	mg/l		**35,00**
N	mg/l		**10,00**
P	mg/l		**1,00**

	VERIFICA BIOLOGICA IMPIANTO	ALLEGATO N° 2.1

Descrizione	Unità M.	Valore
2 SEDIMENTAZIONE PRIMARIA		
Tipo di sedimentatori (circ/rett)	C/R	R
Sedimentatore primario rettangolare linee A e B		
Superficie	m^2	732,35
Profondita' media	m	2,70
Volume di sedimentazione	m^3	1.977,30
Sedimentatore primario rettangolare linee C e D		
Superficie	m^2	894,00
Profondita' media	m	2,66
Volume di sedimentazione	m^3	2.376,00
Rendimento sedimentatori primari		
Riduzione BOD (20-30%)	%	30,00
Riduzione STS (50-60%)	%	60,00
Riduzione AZOTO (10%)	%	10,00
Riduzione FOSFORO (10%)	%	10,00
Concentrazione fango primario	%	2,00
Caratteristiche liquami dopo sedimentazione primaria		
BOD totale	kg/d	10.080,00
Concentrazione BOD	mg/l	168,00
BOD eliminato dal primario	kg/d	4.320,00
STS totali	kg/d	10.285,71
Concentrazione STS	mg/l	171,43
STS eliminati dal primario	kg/d	15.428,57
Azoto totale	kg/d	2.592,00
Concentrazione azoto	mg/l	43,20
Azoto eliminato dal primario	kg/d	288,00
Fosforo totale	kg/d	216,00
Concentrazione fosforo	mg/l	3,60
Fosforo eliminato dal primario	kg/d	24,00
Fango primario di supero	kg/d	15.428,57
Concentrazione fango primario	%	2,00
Volume fango primario	m^3/d	771,43

	VERIFICA BIOLOGICA IMPIANTO	ALLEGATO N°
		2.1

Descrizione	Unità M.	Valore

3 COMPARTO BIOLOGICO

Caratteristiche acque influenti al biologico.
Il comparto biologico e' progettato per l'abbattimento del BOD e dei composti azotati.
Il calcolo viene eseguito per l'azoto e successivamente si verifica l'abbattimento del BOD.

Portata media giornaliera	m^3/d	60.000,00
Portata media oraria	m^3/h	2.500,00
Portata max oraria ammessa al biologico	m^3/h	5.000,00

L'azoto influente viene in parte eliminato con la sedimentazione primaria (circa il 10%) ed in parte sintetizzato e rimosso con il fango biologico di supero (5% del BOD abbattuto).

Risulta pertanto:

(Il calcolo e' riportato per la situazione invernale)

	mg/l	kg/d
Azoto in ingresso all'impianto	48,00	2.880,00
Azoto rimosso in sedimentazione primaria	4,80	288,00
Azoto sintetizz. con il fango biologico	7,15	429,00
Azoto residuo nitrificabile	36,05	2.163,00
Azoto da nitr. per risp. i lim. di prog.	21,05	1.263,00

Il dimensionamento viene effettuato secondo il metodo indicato nella memoria " Processi di nitrificazione e denitrificazione biologica " del Prof. Bonomo (Ingegneria ambientale, Vol 12 Lug. Ago. 1983).

Si calcola prima la velocita' di nitrificazione alla temperatura di progetto (espressa in g di TKN ossidato all'ora per kg di biomassa nitrificante).
Quindi si determina la frazione F di batteri nitrificanti sulla massa totale.
Si arriva cosi' al calcolo della biomassa totale necessaria per ottenere il grado di nitrificazione richiesto.

La temperatura minima invernale e' stata ipotizzata in : Gradi °C 12,00

La velocità di nitrificazione si calcola secondo la seguente formula :

$$VN(T) = VN(20) \frac{TKN(C3)}{K(TKN) + TKN(C3)} \times \frac{OD}{K(O) + OD} \times W^{(T-20)}$$

	VERIFICA BIOLOGICA IMPIANTO	ALLEGATO N°
		2.1

Descrizione	Unità M.	Valore

Essendo:
VN(T) = Velocita' di nitrificazione alla generica temperatura T
(Gradi °C.) g TKN/kgSSN/h
VN(20)= Velocita' massima di nitrificazione in assenza di fattori
limitanti alla temperatura di 20 Gradi °C.
Per le applicazioni in campo urbano puo' essere assunto
prudenzialmente il valore di 70 g TKN/kgSSN/h
TKN(C3)= Concentrazione di azoto organico ed ammoniacale nel comparto
ossidativo; l'assunzione del valore TKN(C3) previsto in uscita
anziche' quello medio e' senz'altro cautelativa.

OD = Concentrazione di ossigeno disciolto in vasca, fissata in	mg/l	2,00

K(TKN)= Costante di semisaturazione relativa all'ammoniaca, che puo'
essere pari a 1 mg/l TKN/l
K(O) = Costante di semisaturazione relativa all'ossigeno, che
puo' essere assunta pari a 1 mg/l O_2/l
T = Temperatura effettiva di esercizio
W = Coefficiente di correzione relativo alla temperatura.
Per i processi di nitrificazione puo' essere assunto pari
a 1.12

Dal calcolo risulta:

VN(T) =	gTKN/kgSSN/h	17,67

La frazione di batteri nitrificanti si puo' calcolare con la
seguente equazione:

$$F = 1 / \left(1 + \frac{Y}{Y(N)} \times \frac{BOD(C2) - BOD(C3)}{TKN(C2) - TKN(C3)} \right)$$

Essendo:
Y/Y(N)= Rapporto tra il coefficiente di crescita dei microorganismi
eterotrofi e l'analogo coefficiente Y(N) relativo ai batteri
nitrificanti. Tale rapporto nei casi normali puo' essere
assunto pari a: 3.7
BOD(C2) BOD(C3) = Concentrazioni di BOD rispettivamente in ingresso
ed in uscita dalla fase biologica
TKN(C2) TKN(C3) = Concentrazioni di azoto ammoniacale rispettivamente
in ingresso ed in uscita dalla fase biologica.

Dal calcolo risulta:	F =	0,05

	VERIFICA BIOLOGICA IMPIANTO	ALLEGATO N°
		2.1

Descrizione	Unità M.	Valore

Tenendo conto che non tutto l'azoto ammoniacale rimosso durante il processo subisce la nitrificazione, dato che una parte di esso viene utilizzato dai batteri per i loro fabbisogni sintetici (Quantita' che puo' essere cautelativamente assunta pari al 5% del BOD rimosso), la biomassa complessivamente necessaria al processo di nitrificazione viene calcolata con la seguente equazione:

$$X(N) = \frac{K * QM * \{ TKN(C2) - TKN(C3) - 0.05 * [BOD(C2) - BOD(C3)] \}}{F * VN(T)}$$

Essendo:

K = Fattore di sicurezza che tiene conto delle punte di carico inquinante. Assunto pari a: SQRT(QPB/QM) ma comunque non superiore a 1.3 nel caso in esame risulta

K =	0,94	

Dal calcolo risulta:

X(N) =	kgMLSS	55.325,59
Il carico del fango CF risulta pertanto essere:	kgBOD/kgMLSS/d	0,18
La concentrazione di fango attivo in vasca e' stata ipotizzata pari a:	kgMLSS/m^3	5,20

Risulta pertanto:

Carico volumetrico teorico CV	kgBOD/m^3/d	0,95
Volume teorico ossidaz./nitrif.	m^3	10.639,54
Pianta quadrata o rettangolare?	Q/R	R

Ossidazione a pianta rettangolare

Volume effettivo linea A	m^3	1.875,00
Volume effettivo linea B	m^3	4.450,00
Volume effettivo linea C e D	m^3	9.900,00
Volume effettivo totale	m^3	16.225,00
Carico del fango CF	kg BOD/kgMLSS/	0,12
Carico volumetrico CV	kg BOD/mc/d	0,62

Verifica per condizioni estive

In condizioni estive la temperatura dei liquami e' piu' alta per cui anche le velocita' di reazione saranno superiori.

	VERIFICA BIOLOGICA IMPIANTO	ALLEGATO N° 2.1

Descrizione	Unità M.	Valore
Applicando le equazioni precedenti risulterà pertanto:		
Velocita' di nitrif. VN(T) =	gTKN/kgSSN/h	43,75
Azoto nitrificato	kg/d	2.163,00

3.1 DENITRIFICAZIONE

Il dimensionamento viene effettuato per la temperatura minima invernale dei liquami (caso più gravoso). Successivamente viene verificata la situazione estiva.
Si calcola prima la velocita' di denitrificazione, quindi la quantita'di flora batterica necessaria per raggiungere il grado di denitrificazione richiesto.

La velocita' di denitrificazione si calcola secondo la formula seguente:

$VD(T) = VD(20)*KD^{(T-20)}$

Dove:

VD(T) = Velocita' di denitrificazione alla temperatura T (gNO_3-N/kgMLSS/h)

VD(20) = Velocita' di denitrificazione alla temperatura di 20 Gradi C. Per liquami urbani puo' essere assunto il valore di 3 gNO_3-N/kgMLSS/h)

KD = Coefficiente di correzione relativo alla temperatura, per i processi di denitrificazione si puo' assumere KD = 1.12

Dal calcolo risulta:

VD(T) = g	NO_3-N/kgMLSS/h	1,21

La quantita' di azoto da denitrificare si calcola con la seguente equazione:

$NDEN(C) = \{TKN(C2)-TKN(C3)-0.05*[BOD(C2)-BOD(C3)]\} - NO_3\text{-}N(C3)$ mg/l

Dove:

NDEN(C) = Azoto da denitrificare (mg/l)

NO_3-N(C3) = Concentrazione di azoto nitrico ammesso allo scarico (mg/l)

Risulta:

Azoto specifico da denitrificare	mg/l	21,05
Azoto totale da denitrificare	kg/d	1.263,00

La flora batterica necessaria alla denitrificazione si calcola con la seguente equazione:

XDEN = NDEN(T)*K/VD(T)/24 =	kgMLSS	40.826,57

	VERIFICA BIOLOGICA IMPIANTO	ALLEGATO N° 2.1

Descrizione	Unità M.	Valore
Nel calcolo della biomassa si e' tenuto conto del solito fattore K (SQRT(QPB/QM) ma comunque non superiore a 1.3) per compensare le punte di carico inquinante		
Volume vasche di denitritificazione	m^3	7.852,00
(La concentrazione della miscela aerata nelle vasche di denitrificazione e' la stessa delle vasche di ossidazione)		
Pianta quadrata o rettangolare?	Q/R	R
Denitrificazione a pianta rettangolare		
Volume effettivo linea A	m^3	625,00
Volume effettivo linea B	m^3	1.950,00
Volume effettivo linea C e D	m^3	4.220,00
Volume effettivo totale	m^3	6.795,00

Il rapporto di ricircolo (QR/QM=R) necessario per poter denitrificare il quantitativo di azoto voluto e' dato dalla seguente equazione:

$$R = \frac{TKN(C2)-TKN(C3)-NO3.N(C3)-0.05*(BOD(C2)-BOD(C3)}{NO3.N(C3)}$$

Dal calcolo risulta:

Rapporto di ricircolo = aumentabile fino a 1	R	1,11

Per cui la portata di ricircolo minima QR sarà:

QR = mix-liquor	m^3/h	2.762,00

3.2 VERIFICA ABBATTIMENTO BOD

L'impianto deve garantire allo scarico un BOD pari a	mg/l	25,00
Il BOD in ingresso al comparto biologico e' pari a	mg/l	168,00
L'ossidaz/nitrif./denitrif. deve pertanto assicurare un rendimento del	%	85,12

Il rendimento e' funzione del carico del fango CF ed è calcolabile con l'equazione di Wuhrmann:

	VERIFICA BIOLOGICA IMPIANTO	ALLEGATO N° 2.1

Descrizione	Unità M.	Valore

$$\text{Rendimento} = \frac{1}{1 + 0.2(CF)^{0.5}}$$

La flora batterica complessivamente a disposizione per l'abbattimento del BOD e' quella presente nelle vasche di ossidazione-nitrificazione e denitrificazione.

In totale sono disponibili:	kgMLSS	119.704,00
Per cui sara':		
CF =	kgBOD/kgMLSS/d	0,08
Rendimento =	%	94,51
BOD eliminato	kg/d	9.527,08
BOD in uscita considerando un buon margine di sicurezza	mg/l	**9,22**

Verifica per condizioni estive

In condizioni estive la temperatura dei liquami e' piu' alta per cui anche le velocita' di reazione saranno superiori.
Risultera' pertanto:

Velocita' di denitrif. VD(T) = g	NO_3-N/kgMLSS/h	3,00
Rapporto di ricircolo =	R	2,61
Azoto denitrificato giornalmente	kg/d	1.563,00
Concentrazione azoto nitrico allo scarico:	mg/l	**10,00**

3.4 PRODUZIONE FANGO DI SUPERO COMPARTO BIOLOGICO

In un impianto a fanghi attivi con sedimentazione primaria, la produzione di fanghi di supero e' calcolabile dalla velocita' di crescita microbica, dalla velocita' di bioflocculazione meno la velocita' di degradazione della massa biodegradabile ed e' esprimibile come:

$$Xsv = Y*BODel + F*BODel + Yn*TKNel - Kd*SStot$$

Dove :

Xsv = Fango di supero prodotto giornalmente (kg/d)
BODel = kg BOD rimossi giornalmente (kg/d)
Y = Coefficiente di crescita batterica lorda
Assunto pari a 0,5 per liquami domestici
F = Coefficiente di bioflocculazione
Assunto pari a 0,5 per liquami domestici

Yn = Coefficiente di crescita batteri nitrificanti
Assunto pari a 0,17

	VERIFICA BIOLOGICA IMPIANTO	ALLEGATO N° 2.1

Descrizione	Unità M.	Valore
TKNel = kg TKN rimossi giornalmente		
Kd = Coefficiente di diminuzione della massa biodegradabile		
Kd = 0,05 a 20 Gradi °C e funzione della temperatura secondo		
la seguente equazione : Kd = Kd20*1,08^(T-20)		
Dal calcolo risulta:		
Xsv (Inverno) =	kg/d	6.508,17
Xsv (Estate) =	kg/d	3.909,59
Per i dimensionamenti successivi si adotta il caso piu' gravoso che e' quello invernale.		
Concentrazione fango di supero	%	1,00
Volume giornaliero fango di sup.	m^3/d	650,82
5 SEDIMENTAZIONE SECONDARIA		
Tipo di sedimentatori (circ/rett)	C/R	R
Sedimentatori secondarii rettangolari		
Volume effettivo linea A	m^3	1990,00
Volume effettivo linea B	m^3	1989,00
Volume effettivo linea C, D, E	m^3	7087,80
Volume effettivo totale	m^3	11.066,80

	VERIFICA BIOLOGICA IMPIANTO	ALLEGATO N° 2.1

Descrizione	Unità M.		Valore	
6 PREISPESSIMENTO				
Il fango di supero biologico, unito al fango primario viene inviato al preispessimento.				
Quantita' fango da ispessire	kg/d		21.936,74	
Conc. fango primario prima dell'isp.	%		2,00	
Volume fango da ispessire	m^3/d		1.096,84	
Crico superf. teorico isp. (40-80)	$kg/d/m^2$		10,00	
Pianta (Quadrata / Circolare)	Q/C	C		
Numero ispessitori	n		3	
Ispessitore a pianta circolare				
Diametro	m		14,00	
Superficie unitaria	m^2		153,94	
Profondita' media	m		3,50	
Volume unitario	m^3		538,78	
Carico superficiale	$kgSS/m^2/d$		47,50	
Tempo di permanenza	h		35,37	
Caratteristiche fango dopo ispessimento				
Conc. fango dopo preispess. (3-5)	%		4,50	
Volume fango ispessito	m^3		487,48	
7 DIGESTIONE ANAEROBICA				
Caratteristiche fango da digerire				
Quantita' di secco	kg		21.936,74	
Volume	m^3/d		487,48	
Concentrazione	%		4,50	
Percentuale sostanze organiche	%		66,00	
Quantita' sostanze organiche	kg/d		14.478,25	
DIMENSIONAMENTO				
Numero digestori primari	n		2	1
volume unitario digestore primario	m^3		2.400,00	3094,00
volume totale digestori primari	m^3		7.894,00	
diametro digestore primario	m		14,00	19,00
Inclinazione fondo dig prim. (15)	gradi		15,00	16,00
Inclinazione tetto dig prim. (20)	gradi		20,00	20,00
Altezza parte cilindrica dig. prim.	m		24,20	8,50
L'altezza ottimale H e' pari a 2/3 del diametro. In questo caso sarebbe:				
H ottimale m			9,33	12,67

	VERIFICA BIOLOGICA IMPIANTO	ALLEGATO N° 2.1

Descrizione	Unità M.	Valore
Numero digestori secondari	n	1
volume unitario digestore secondario	m^3	3.500,00
volume totale digestori secondari	m^3	3.500,00
diametro digestore secondario	m	20,00
Inclinazione fondo dig sec. (15)	gradi	18,00
Inclinazione tetto dig sec. (20)	gradi	20,00
Altezza parte cilindrica dig. sec.	m	8,90
Volume totale di digestione	m^3	11.394,00
Tempo di permanenza in digestione	gg	23,37
Carico delle sostanze organiche	$kgSV/m^3/d$	1,27

Demolizione sostanze organiche

Il calcolo viene eseguito utilizzando l'equazione di Roediger:

$G = Ge*[1-10^{(-kt)}]$

Dove:

G = % di decomposizione delle sostanze organiche dopo un tempo di digestione di t giorni.

Ge = % limite prpratico di decomposizione delle sostanze organiche (Ovvero limite massimo di decomposizione delle sostanze organiche ottenibile praticamente. Ge = 65% nel caso di fanghi urbani)

k = Fattore indice di velocita' di reazione, $giorni^{(-1)}$, funzione della temperatura di digestione,dell'inoculo,dell'agitazione. Per temperature di 32-35 Gradi °C. e con inoculo del fango fresco possono essere adottati i seguenti valori:
k = 0.05 per digestori monostadio con agitazione meccanica
k = 0.07 per digestori monostadio con agitazione a gas
k = 0.1 per digestori a doppio stadio con agitazione a gas nel primo stadio.

Nel caso in esame si assume k =	$Giorni^{(-1)}$	0,10

t = Tempo di digestione, giorni, (nel calcolo del tempo di digestione ai fini della demolizione delle sostanze organiche viene tenuto conto solo del 50% del volume del digestore secondario)

Dal calcolo risulta:

Percentuale demol. sost. org. (G)	%	64,32
Sostanze organiche demolite	kg/d	9.311,94

	VERIFICA BIOLOGICA IMPIANTO	ALLEGATO N° 2.1

Descrizione	Unità M.	Valore

Produzione di gas biologico

La produzione di gas dipende oltre che dal quantitativo di sostanze organiche demolite anche dalla loro composizione ed in particolare dal contenuto di grassi. Con buona approssimazione si puo' stimare una produzione di gas di:

800 l/kg sostanza org. dem.

con un potere calorifico di:

5,500 Kcal/m^3

Si avra' in totale:

Gas prodotto	Nm^3/d	7.449,00
Potere calorifico totale	Mcal/d	40.969,00

Fango residuo

Conc. fango estr. dalla digestione	%	4,50
Volume fango digerito	m^3/d	280,55

Quando vi e' un digestore secondario, questo funziona anche da inspessitore per cui il fango che si estrae avra' la stessa concentrazione di quello inviato in digestione primaria. Viene cioe' annullato l'effetto di diluizione provocato dalla demolizione di parte delle sostanze organiche.
Quando manca il digestore secondario, all'interno del digestore primario non si riesce a concentrare il fango a causa sia dell'agitazione che dello sviluppo di gas. Si avra' pertanto una diluizione del fango provocata dalla demolizione di parte delle sostanze organiche.

8 CARICAMENTO E RICIRCOLO DELLA DIGESTIONE ANAEROBICA

8.1- Caricamento

Si prevede di effettuare il caricamento dei digestori, con sistema in continuo alternato per un periodo di 12 ore giorno

Pertanto

Quantità giornaliera di fango da digerire	kg/d	21.936,74
Concentrazione	%	4,50
Portata giornaliera	m^3/d	487,48
Tempo di caricamento giornaliero	h	12,00
Portata oraria teorica	m^3/h	40,62

	VERIFICA BIOLOGICA IMPIANTO	ALLEGATO N° 2.1

Descrizione	Unità M.	Valore
Per ottimizzare il comparto di digestione anaerobico, è presente un addensatore dinamico il quale aumentando la concentrazione, permette di ridurre le portate idrauliche in gioco.		
Concentrazione dopo addensatore dinamico	%	6,00
Portata giornaliera	m^3/d	365,61
Tempo di caricamento giornaliero	h	12,00
Portata oraria di fango fresco	m^3/h	30,47

8.2- Ricircolo

Il ricircolo del fango viene effettuato aspirando dal digestore secondario, una quantità pari a 2,5 volte il valore il valore di caricamento. I flussi sono convogliati su scambiatori di calore a tubi incamiciati per riscaldare la miscela di fango fresco e di ricircolo. La durata del ricircolo è programmata per il tempo di caricamento (12 ore), e comunque, soprattutto nel periodo invernale, si manterranno in azione le pompe di ricircolo per mantenere costante sul valore di progetto (33,5 °C) la temperatura all'interno dei digestori primari.

Quantità giornaliera di fango da ricircolare	m^3/d	365,61
Tempo di caricamento giornaliero	h	12,00
Portata oraria	m^3/h	30,47

9 BILANCIO TERMICO DEL COMPARTO DI DIGESTIONE

Dati di progetto

Quantità di biogas prodotto	Nm^3/d	7.449,00
Potere calorifico totale	Mcal/d	40.969,00
Temperatura di digestione	°C	33,50
Temperatura fango fresco	°C	15,00
Temperatura minima esterna	°C	-5,00
Portata totale di fango fesco	m^3/d	365,61
Calore necessario per il riscaldamento dei fanghi	Mcal/d	11.691,90
e per il recupero delle perdite di calore dai digestori		
Quantità di energia (calore) disponibile per il recupero	Mcal/d	29.277
Ossia in volume di biogas	Nm^3/d	5.323

10 SCAMBIATORI DI CALORE

Nell'impianto sono presenti due scambiatori di calore del tipo a tubi incamiciati

Calore necessario da fornire (riscaldamento fanghi + perdite di calore)	Mcal/d	11.691,90
Potenzialità unitaria teorica scambiatori (per funzionamento 12/24ore)	Kcal/h	974.325,00