



Regione Veneto



Provincia di Treviso

REALIZZAZIONE DEPURATORE DI FOLLINA DELLA POTENZIALITA' DI 5.000 A.E.

- I STRALCIO OPERATIVO A 2.500 A.E. -

PROGETTO DEFINITIVO

elaborato

D-R.01

titolo elaborato

Relazione Tecnica di Progetto

scale

— — —

consegna

Gennaio 2016

Committente:



Alto Trevigiano Servizi s.r.l.

Via Schiavonesca Priula, 86 - 31044 Montebelluna (TV)

tel: 0423-2928 - fax: 0423-292929

info@altotrevigianoservizi.it

I progettisti:

Ing. Enrico Maria BATTISTONI - Direttore Tecnico



Ingegneria

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.



Ambiente

Via del Consorzio, 39 - 60015 Falconara Marittima (AN)



S.r.l.

tel. 071-9162094 - fax. 071-9189580

e_mail: info@ingegneriaambiente.it

Ing. Roberto PICCIAFUOCO



Ingegneria

INGEGNERIA AMBIENTE S.r.l.



Ambiente

Via del Consorzio, 39 - 60015 Falconara Marittima (AN)



S.r.l.

tel. 071-9162094 - fax. 071-9189580

e_mail: info@ingegneriaambiente.it

	Data	Realizzato da	Verificato da	il
1° Versione	-	-	-	-
2° Versione	-	-	-	-
3° Versione	-	-	-	-

La proprietà del presente elaborato è tutelata a termini di legge. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di copia non autorizzata.

INDICE

1. PREMESSA	3
2. DISPOSIZIONI PER GLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE CON POTENZIALITÀ SUPERIORE A 2.000 AE E LIMITI DI LEGGE ALLO SCARICO	6
3. L'IMPIANTO DI FOLLINA NELLO STATO DI PROGETTO	12
3.1. LA STRATEGIA PROGETTUALE ADOTTATA	12
3.2. I DATI A BASE PROGETTO DELLO STATO DI PROGETTO	13
3.3. LA FILIERA DI PROCESSO DELLO STATO DI PROGETTO	14
3.4. IL DETTAGLIO DEGLI INTERVENTI IN LINEA ACQUE	15
3.4.1. <i>Il sollevamento impianto</i>	15
3.4.2. <i>I pretrattamenti</i>	15
3.4.1. <i>Il selettore anossico</i>	18
3.4.2. <i>Il processo biologico</i>	19
3.4.2.1. Il processo a Cicli Alternati in reattore unico	21
3.4.2.2. Simulazioni dei processi di I lotto mediante modello matematico ASM N. 2	22
3.4.3. <i>Sedimentazione secondaria e pozzo fanghi</i>	25
3.4.4. <i>Disinfezione</i>	27
3.5. IL DETTAGLIO DEGLI INTERVENTI IN LINEA FANGHI	29
3.5.1. <i>Produzione di fanghi di supero e vasca di accumulo fanghi</i>	29
3.5.2. <i>L'ispessitore fanghi</i>	30
3.6. LOCALI TECNICI	31
3.7. SISTEMAZIONE GENERALE AREA DI IMPIANTO	32
3.8. PRESIDIO AMBIENTALI	33
4. CALCOLO DEI CONSUMI DI IMPIANTO	34
5. REFERENZE	35

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 3-1: RIEPILOGO INTERVENTI DI PROGETTO PER CATEGORIE DI INTERVENTO	13
TABELLA 3-2: DATI A BASE PROGETTO DELL'IMPIANTO DI FOLLINA - CARICHI IDRAULICI	13
TABELLA 3-3: DATI A BASE PROGETTO DELL'IMPIANTO DI FOLLINA - CARICHI DI MASSA E CONCENTRAZIONI	13
TABELLA 3-4: FILIERA DI PROCESSO STATO DI PROGETTO	14
TABELLA 3-5: PARAMETRI DIMENSIONALI STAZIONE DI SOLLEVAMENTO	15
TABELLA 3-6: PARAMETRI DIMENSIONALI - GRIGLIATURA FINE	17
TABELLA 3-7: PARAMETRI DIMENSIONALI - DISSABBIATURA	17
TABELLA 3-8: DIMENSIONAMENTO E VERIFICHE DIMENSIONALI – SELETTORE ANOSSICO	18
TABELLA 3-9: DIMENSIONAMENTO- PROCESSO BIOLOGICO	19
TABELLA 3-10: PARAMETRI DIMENSIONALI - PROCESSO BIOLOGICO	20

TABELLA 3-11: DOTAZIONI ELETTROMECCANICHE PREVISTE – ELETTROMISCELATORI SOMMERSI _____	20
TABELLA 3-12: DOTAZIONI ELETTROMECCANICHE PREVISTE – FORNITURA D'ARIA AL PROCESSO _____	21
TABELLA 3-13: DOTAZIONI ELETTROMECCANICHE PREVISTE – SISTEMI DI MISURA _____	21
TABELLA 3-14 CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE INFLUENTE BIOLOGICO _____	23
TABELLA 3-15 RIPARTIZIONE PERCENTUALE E IN CONCENTRAZIONE DEL CARBONIO (COD) _____	23
TABELLA 3-16 PARAMETRI OPERATIVI DELLE SIMULAZIONI _____	23
TABELLA 3-17 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI CONDOTTE ALLA TEMPERATURA DI 12°C E 18°C _____	24
TABELLA 3-18: DBP SEDIMENTAZIONE SECONDARIA – CARICHI IDRAULICI INFLUENTI – PRIMO STRALCIO _____	26
TABELLA 3-19: PARAMETRI DIMENSIONALI - SEDIMENTAZIONE SECONDARIA – PRIMO STRALCIO _____	26
TABELLA 3-20: DBP SEDIMENTAZIONE SECONDARIA – CARICHI IDRAULICI INFLUENTI – SECONDO STRALCIO _____	26
TABELLA 3-21: PARAMETRI DIMENSIONALI - SEDIMENTAZIONE SECONDARIA – SECONDO STRALCIO _____	26
TABELLA 3-22: RIEPILOGO DOTAZIONI IMPIANTISTICHE - SEDIMENTATORE SECONDARIO _____	27
TABELLA 3-23: PARAMETRI DIMENSIONALI - DISINFEZIONE _____	28
TABELLA 3-24: PRODUZIONE FANGHI DI SUPERO - I METODO _____	30
TABELLA 3-25: PRODUZIONE DI FANGHI DI SUPERO – II METODO _____	30
TABELLA 3-26: PARAMETRI DIMENSIONALI - ISPESMENTO FANGHI _____	31
TABELLA 3-27: RIEPILOGO INGOMBRI LOCALI TECNICI – DIMENSIONI INTERNE UTILI _____	32
TABELLA 4-1: CALCOLO DEI CONSUMI ENERGETICI DI IMPIANTO _____	34
TABELLA 4-2: CONSUMI SPECIFICI IMPIANTO _____	34
TABELLA 4-3: PRODUZIONI SPECIFICHE DI FANGO DI SUPERO _____	35

1. PREMESSA

Ingegneria ambiente S.r.l. è stata incaricata da ATS - Alto Trevigiano Servizi S.r.l. di redigere la progettazione preliminare, definitiva oltre allo screening di impatto ambientale relativa ai lavori di realizzazione dell'impianto di depurazione di Follina.

Con riferimento agli strumenti pianificatori passati e in vigore si riassumono nel seguito alcune considerazioni adottate nella definizione della potenzialità da considerare nella progettazione del depuratore di Follina.

Il PPRA relativo alla Regione del Veneto (non in vigore) originariamente prevedeva il collettamento dei comuni di Follina, Cison di Valmarino, Revine Lago, Tarzo e Miane verso il depuratore di Sernaglia della Battaglia, mentre successivamente il Piano d'Ambito Veneto Orientale (anno 2003) giustificava la necessità di inserire il depuratore a Follina della potenzialità di 30'000 AE per situazione di immediata necessità, non escludendo in futuro il collettamento verso Sernaglia.

Il Piano Tutela delle Acque ha identificato successivamente, ai sensi della direttiva 91/271/CEE e del 152/2006, gli agglomerati in modo distinto (rispetto all'aggregazione prevista dalle pianificazioni citate precedentemente) secondo l'attuale delimitazione con 4 agglomerati, rispettivamente per Revine-Tarzo, Cison di Valmarino, Follina e Miane.

Con riferimento a tale direttiva comunitaria 91/271/CEE l'agglomerato di Follina risulta in procedura di infrazione 2014-2059 per quanto riguarda gli articoli 3 e/o 4 e/o 5 e/o 10.

Tale suddivisione è stata mantenuta nella fase di aggiornamento dell'agglomerati (in corso dal 2014 e non ancora conclusa) con la richiesta di modifica che preveda di far confluire le frazioni di Tovenà, Mura e Gai verso l'agglomerato di Revine-Tarzo e non più verso Cison di Valmarino, giustificando tale variante dall'orografia e dall'economicità dell'intervento. Tale richiesta è stata ritenuta come proposta accoglibile secondo la Deliberazione della Giunta Regionale n. 1442 del 5.08.2014.

In fase di revisione delle perimetrazioni degli agglomerati, ATS non ha espresso contrarietà alla previsione del PTA, che evidenzia la presenza dell'attuale assetto fognario depurativo del territorio (con 4 agglomerati distinti) a differenza di quanto previsto originariamente dal PRRA e dal Piano d'Ambito Veneto Orientale da cui quest'ultimo ha preso gli indirizzi, poiché rappresentativo dello stato di fatto.

Con riferimento alla suddivisione in quattro agglomerati rispetto a quanto previsto dal PRRA e dal piano d'Ambito, le motivazioni che supportano tale suddivisione sono legate a vantaggi di carattere economico e orografico, poiché la zona in questione (fascia Pedemontana delle Prealpi

Trevigiane) è caratterizzata da ostacoli orografici che pur non impedendo possibili i collegamenti fognari, ne determinano la loro anti economicità in un ambito temporale di 10-20 anni, inoltre la presenza di zone abitate molto distanti renderebbe necessaria la realizzazione di collettori fognari principali senza vantaggi economici legati ad una attivazione per stralci ed ad un ritorno economico derivante dalle tariffe.

Inoltre i sistemi fognari di Revine Lago/Tarzo, Miane e Cison di Valmarino sono già parzialmente realizzati, con sistema di fognatura nera per Revine/Tarzo e Cison di Valmarino, mentre con sistema misto a Miane, pertanto il collettamento previsto di Miane verso Follina, oltre a richiedere tratte di collettori primari estesi e privi di allacciamenti, necessiterebbe la preventiva conversione del sistema con realizzazione di nuova fognatura nera per il comune (estensione di circa 19 km).

Nello specifico, se ci riferiamo ai 4 agglomerati coinvolti le potenzialità relative ai carichi generati esplicitati nel PTA 2009 in raffronto ai dati parziali attualmente disponibili (non ancora definitivi ed approvati) sono i seguenti:

<u>AGGLOMERATO</u>	<u>CARICO GENERATO PTA 2009 (AE)</u>	<u>CARICO GENERATO AGG.2015 (AE)</u>
FOLLINA:	5.764	4.070
CISON:	3.337	1.316
MIANE:	3.423	2.284
REVINE/TARZO:	7.133	5.485

Alla luce di tali ipotesi sul dimensionamento degli agglomerati si procederà con il presente al progetto del depuratore di Follina per una sua capacità massima finale di 7.500 AE, tale da soddisfare in una conformazione futura che prevede il collettamento nel lungo periodo di Follina, Cison e parte di Miane.

Un primo stralcio prevede le opere civili per 5.000 AE e l'attrezzatura elettromeccanica per 2.500 AE in modo da essere attivato a stralci in ragione della disponibilità degli allacciamenti privati da realizzarsi con la nuova rete fognaria, anch'essa in fase di progettazione.

La prima fase progettuale relativa alla realizzazione del depuratore di Follina, è stata approvata nella sua stadio preliminare (deliberazione del CDA di Alto Trevigiano Servizi n. 7 del 27.02.2015).

Alla luce di tali considerazioni e marcata riduzione dei carichi registrata, tale previsione progettuale risulta conforme anche a quanto trasmesso da Alto Trevigiano Servizi in procedura di

proposta tecnica di revisione del Piano d'Ambito del Consiglio di Bacino veneto Orientale trasmessa alla stessa autorità con nota del 0038117/15 del 4/12/2015.

Da colloquio con la Stazione Appaltante emerge la necessità di progettare un nuovo impianto di depurazione a servizio dei comuni di Follina, Cison e Miane. In particolare in vista di quanto comunicato ufficiosamente dalla Regione Veneto circa la revisione degli agglomerati, l'abitato di Follina serve al massimo un carico inquinante di 4070AE, quello di Cison 1300AE mentre l'abitato di Miane 2284AE per una potenzialità globale di 7654AE.

Certo è che la potenzialità globale (7654AE) risulta un obiettivo futuro il quale richiede numerosi allacci fognari da realizzare nel tempo vista anche la posizione geografica dei comuni prevalentemente montana, quindi gli ingenti investimenti da effettuare per la realizzazione dei rami di fognatura principale e secondaria. Pertanto, in relazione al Piano degli investimenti ATS, la soluzione più equilibrata risulta quella di prevedere la realizzazione di un impianto di depurazione di 5000AE in termini di opere civili prevedendo l'installazione delle forniture elettromeccaniche per 2500AE, demandando quindi il completamento ad un secondo lotto funzionale. Tale scenario risulta d'altro canto in linea con gli investimenti programmati per i collettori fognari di monte afferenti al nuovo depuratore.

Inoltre l'impianto di depurazione verrà progettato per trattare una fognatura di tipo nero (si rimanda ai seguenti paragrafi la definizione dei dati a base progetto e dei carichi idraulici influenti).

Nonostante ciò l'area da espropriare e la collocazione planimetrica delle opere di I lotto funzionale dovranno considerare la possibilità di raggiungere la potenzialità finale di 7654AE.

La presente relazione tecnica di progetto ha il ruolo di definire le scelte progettuali da adottare per l'organizzazione della nuova filiera di processo per il trattamento reflui garantendo la conformità dell'effluente ai limiti di legge così come indicato nel seguente paragrafo. In buona sostanza l'effluente impianto dovrà essere conforme ai limiti dell'Allegato A – Tabella 1 - colonna B del PTA Regione Veneto, riportati nel seguente paragrafo.

2. DISPOSIZIONI PER GLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE CON POTENZIALITÀ SUPERIORE A 2.000 AE E LIMITI DI LEGGE ALLO SCARICO

L'area di interesse, in accordo al Piano di Tutela delle Acque (PTA), approvato con D.C.R. n. 107 del 5/11/2009 e s.m.i., rientra nel Bacino del Piave, sottobacino Prealpi e pianura. L'effluente del futuro depuratore sverserà nel Torrente Soligo, affluente del Fiume Piave, a Sud-Est rispetto all'area di interesse.

Secondo quanto riportato dalle Norme tecniche di attuazione del PTA della Regione Veneto (aggiornato alla D.G.R. n.1534 del 03 novembre 2015) emerge che:

✓ **Per l'art.12 “Aree sensibili”:** l'area non ricade in area sensibile;

✓ **Per l'art.18 “Campo di applicazione e zone omogenee di protezione”:**

1. Le norme del presente Capo disciplinano gli scarichi delle acque reflue urbane, delle acque reflue domestiche e di quelle ad esse assimilabili, e gli scarichi di acque reflue industriali. Disciplinano altresì le acque meteoriche di dilavamento, le acque di prima pioggia e le acque di lavaggio.

2. Al fine di tenere conto delle particolari caratteristiche idrografiche, idrogeologiche, geomorfologiche e insediative, il territorio regionale viene suddiviso nelle “zone omogenee di protezione”, di cui al paragrafo 3.2.5 degli “Indirizzi di Piano”. Le zone omogenee di protezione sono:

- a) zona montana;*
- b) zona di ricarica degli acquiferi;*
- c) zona di pianura ad elevata densità insediativa;*
- d) zona di pianura a bassa densità insediativa;*
- e) zona costiera.*

3. I limiti di accettabilità degli scarichi delle acque reflue urbane in acque superficiali sono stabiliti in funzione della zona omogenea nella quale gli stessi sono ubicati e della potenzialità dell'impianto di trattamento, espressa in abitanti equivalenti. I limiti da rispettare sono stabiliti nell'Allegato A, tabelle 1 e 2.

✓ **Per l'art.23 “Disposizioni per gli impianti di depurazione di acque reflue urbane di potenzialità superiore o uguale a 2.000 A.E.”:**

1. Tutti gli impianti di depurazione di acque reflue urbane di potenzialità superiore o uguale a 2000 A.E. devono essere provvisti di un trattamento secondario o di un trattamento equivalente, eventualmente integrato da un bacino di fitodepurazione quale finissaggio. Su tutti gli impianti di depurazione di cui al presente articolo, è obbligatorio installare un sistema di

disinfezione, che deve essere attivato in ragione della prossimità dello scarico alle zone che necessitano protezione in relazione agli usi antropici delle acque, quali punti di prelievo di acque per uso potabile o irriguo, zone di balneazione, secondo le prescrizioni dell'autorità competente al rilascio dell'autorizzazione allo scarico e in relazione ai periodi di effettivo utilizzo delle acque. Sono comunque ammesse eventuali disposizioni specifiche da applicare per particolari tratti di bacino idrografico o per singole situazioni locali. L'attivazione della disinfezione è obbligatoria almeno per il periodo di campionamento e analisi delle acque destinate alla balneazione, per tutti gli impianti di depurazione di potenzialità pari o superiore a 10.000 A.E. situati ad una distanza pari o inferiore a 50 km dalla costa, misurati lungo il corso d'acqua, per tutti i corsi d'acqua, compresi gli affluenti di ogni ordine, anche non significativi. Sulla base di valutazioni specifiche da parte dell'autorità competente, potranno essere esclusi dall'obbligo di installazione del sistema di disinfezione gli impianti di trattamento che applicano tecnologie depurative di tipo naturale, quali il lagunaggio e la fitodepurazione.

2. Fatte salve le specifiche disposizioni che possono essere stabilite per particolari casi, da valutare in sede di rilascio dell'autorizzazione allo scarico, ivi comprese eventuali deroghe motivate, il limite di emissione per l'*Escherichia coli* è fissato in 5.000 ufc/100 mL, da rispettare nei periodi e nelle situazioni in cui la disinfezione è obbligatoria.

3. A partire da tre anni dalla data di pubblicazione della deliberazione di approvazione del Piano **è vietato l'utilizzo di sistemi di disinfezione che impiegano Cloro gas o Ipoclorito; da tale data è ammesso l'uso di sistemi alternativi quali l'impiego di Ozono, Acido Peracetico, raggi UV, o altri trattamenti di pari efficacia purché privi di cloro.**

9. L'autorizzazione allo scarico è rilasciata previa acquisizione del nulla osta idraulico dell'autorità competente o del gestore o del proprietario del corso d'acqua recettore. Per gli scarichi che recapitano in canali privati poi confluenti in altro corso d'acqua, è necessaria anche l'acquisizione del nulla osta idraulico dell'autorità competente o del gestore o del proprietario del corso d'acqua recettore del canale privato.

✓ **Per l'Art. 24 “Limiti allo scarico per le acque reflue urbane”:**

1. **I limiti allo scarico per le acque reflue urbane sono distinti a seconda della potenzialità dell'impianto e del grado di protezione del territorio, suddiviso nelle zone omogenee indicate all'articolo 18, comma 2;**

2. **I limiti sono indicati nella Tabella 1 riportata in Allegato A e si applicano secondo le soglie di potenzialità e le zone omogenee di protezione della Tabella 2 del medesimo Allegato;**

✓ **Per le Fig.2.2 - Fig.2.3 dello Studio di Fattibilità Ambientale “Zone omogenee di Protezione dall'inquinamento”**

L'area ricade in una zona montana, che “comprende la provincia di Belluno, le zone settentrionali delle province di Treviso, Vicenza e Verona, i colli Euganei e i monti Berici. [...] L'ordine decrescente di rilevanza per la protezione dall'inquinamento va dalla zona di ricarica, alla zona costiera, alla zona di pianura ad elevata densità insediativa e poi a quella a bassa densità insediativa per finire con la zona montana e collinare.”

Tabella 2 : Soglie per l'applicazione dei limiti di emissione allo scarico delle acque reflue urbane in acque superficiali

Le modalità di applicazione dei limiti di emissione, distinte per zona omogenea di protezione e per potenzialità dell'impianto di trattamento, sono indicate nello schema che segue, dove le lettere indicano la colonna della tabella 1.

ZONE OMOGENEE DI PROTEZIONE ABITANTI EQUIVALENTI	ZONA MONTANA	ZONA PIANURA BASSA DENSITA' INSEDIATIVA	DI A	ZONA PIANURA ELEVATA DENSITA' INSEDIATIVA	DI AD	ZONA RICARICA DEGLI ACQUIFERI	DI	ZONA COSTIERA	ACQUE MARINE
< 100									E
Da 100 a 199						A			E
Da 200 a 499				A		A		A	E
Da 500 a 1999	A	A		A		B		A	E
Da 2000 a 9999	B	C		C		D		C	E
≥ 10.000	C	C		C		D		C	E

✓ **Per la Tabella 2 dell'Allegato A “Soglie per l'applicazione dei limiti di emissione allo scarico delle acque reflue urbane in acque superficiali”**: per la zona montana si applicano i limiti indicati nella Tabella 1 - Allegato A - colonna B per potenzialità fino a 10.000 A.E.
Con la nota alla Tabella 1 si precisa che “I parametri Solidi sospesi totali, BOD5 e COD diventano rispettivamente 35 mg/L, 25 mg/L e 125 mg/L per la zona montana ove la colonna B di Tabella 2 si applica per potenzialità comprese fra 2000 (inclusi) e 10.000 A.E.”

Di seguito le tabelle con i limiti.

ALLEGATO A - Limiti di emissione per gli scarichi di acque reflue urbane in acque superficiali

Tabella 1: limiti di emissione allo scarico

Numero parametro	PARAMETRI (media ponderata a 24 ore) (1)	Unità di misura	Limiti Colonna A	Limiti Colonna B	Limiti Colonna C	Limiti Colonna D	Limiti Colonna E
1	pH		5,5-9,5 (2)	5,5-9,5 (2)	5,5 – 9,5 (2)	5,5 – 9,5 (2)	5,0-9,5 (16)
2	Temperatura	°C	(3)	(3)	(3)	(3)	(4)
3	Colore		1:40	1:40	1:20	1:20	1:20
4	Odore		non deve essere causa di inconvenienti o molestie di qualsiasi genere	non deve essere causa di inconvenienti o molestie di qualsiasi genere	non deve essere causa di inconvenienti o molestie di qualsiasi genere	non deve essere causa di inconvenienti o molestie di qualsiasi genere	non deve essere causa di inconvenienti o molestie di qualsiasi genere
5	Materiali grossolani		Assenti	Assenti	Assenti	Assenti	Assenti
6	Solidi sospesi totali (5)	mg/L	200 (9)	150 (9) (10)	35 (9)	35 (9)	35 (16)
7	BOD ₅ (come O ₂) (6)	mg/L	<190 (9) (8)	80 (9) (10)	25 (9)	25 (9)	25 (16)
8	COD (come O ₂) (7)	mg/L	<380 (8)	250 (10)	125	125	125 (16)
9	Alluminio	mg/L	2	2	1	1	-
10	Arsenico *	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,1	0,5
11	Bario	mg/L	20	20	20	2	40
12	Boro	mg/L	4 (11)	4	2 (11)	2	20
13	Cadmio *	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02
14	Cromo totale *	mg/L	2	2	2	2	2
15	Cromo VI *	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2
16	Ferro	mg/L	4	4	2	2	
17	Manganese	mg/L	4	4	2	2	
17.1	Ferro + Manganese	mg/L					4
18	Mercurio *	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,002	0,005
19	Nichel *	mg/L	2	2	2	0,1	2
20	Piombo *	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2
21	Rame *	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,1
22	Selenio *	mg/L	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03
23	Stagno	mg/L	10	10	10	10	
24	Zinco *	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
25	Cianuri totali (come CN)	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,1	1
26	Cloro attivo libero	mg/L	0,5	0,5	0,3	0,2	2
27	Solfuri (come H ₂ S)	mg/L	2	2	1	0,5	2
28	Solfiti (come SO ₃)	mg/L	2	2	1	1	10
29	Solfati (come SO ₄)	mg/L	1000 (12) (15)	1000	1000 (12) (15)	500	nessun limite
30	Cloruri	mg/L	1200 (12) (15)	1200	1200 (12) (15)	400	nessun limite
31	Fluoruri	mg/L	12	12	6	3	20
32	Fosforo totale (come P)	mg/L	20 (13)	15 (13)	10 (13)	5 (13)	20 (13)
33	Azoto ammoniacale (come NH ₄)	mg/L	30 (14)	30 (14)	15 (14)	5 (14)	30 (17) (14)
34	Azoto nitroso (come N)	mg/L	2 (14)	2 (14)	0,6 (14)	0,2 (14)	2 (14)
35	Azoto nitrico (come N)	mg/L			20 (14)	20 (14)	50 (14)
35.1	Azoto tot. inorganico come N	ml/L	55	55			
36	Grassi e olii animali/vegetali	mg/L	40	20	20	20	20 (16)
37	Idrocarburi totali * di cui - oli minerali - IPA (Benzo(a)pirene)	mg/L	5	5	2	5 0,4 0,05	3 (18)
38	Fenoli totali *	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,005	0,5
38.1	Clorofenolo (2 e 4)	mg/L			0,1	0,001	
38.2	2,4 Dinitrocresolo	mg/L			0,10	0,001	
38.3	2,4 Dinitrofenolo	mg/L			0,15	0,0015	
38.4	2,4 Diclorofenolo	mg/L			0,01	0,0001	
38.5	Fenolo	mg/L			0,50	0,005	
38.6	Nitrofenolo (2 e 4)	mg/L			0,50	0,005	
38.7	Pentaclorofenolo	mg/L			0,01	0,0001	
38.8	2,4,6 Trinitrofenolo	mg/L			0,50	0,005	
39	Aldeidi	mg/L	1	1	1	0,01	4
39.1	Acroleina	mg/L			0,002	assente	
40	Solventi organici aromatici *	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,002	0,2
40.1	Benzene	mg/L			0,1	0,001	
40.2	Etilbenzene	mg/L			0,2	0,002	
40.3	Stirene	mg/L			0,2	0,002	
40.4	Toluene	mg/L			0,1	0,001	

Numero parametro	PARAMETRI (media ponderata a 24 ore) (1)	Unità di misura	Limiti Colonna A	Limiti Colonna B	Limiti Colonna C	Limiti Colonna D	Limiti Colonna E
40.5	Xilene	mg/L			0,1	0,001	
41	Solventi organici azotati *	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,001	0,1
41.1	Anilina	mg/L			0,1	0,001	
41.2	Toluidina (orto)	mg/L			0,1	0,001	
41.3	Toluidina (meta para)	mg/L			0,05	0,0005	
41.4	Dimetilformammide	mg/L			0,1	0,001	
41.5	Nitrobenzene	mg/L			0,1	0,001	
41.6	Piridina	mg/L			0,1	0,001	
41.7	Xilidina	mg/L			0,1	0,001	
42	Tensioattivi totali	mg/L		4	2	0,5	
42.1	Tensioattivi anionici	mg/L					6
43	Pesticidi fosforati *	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,001	0,1
43.1	Pesticidi clorurati *	mg/L			0,05	0,005	
44	Pesticidi totali (esclusi i fosforati)	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
	Tra cui:						
45	- Aldrin	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	
46	- Dieldrin	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	
47	- Endrin	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	
48	- Isodrin	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	
49	Solventi clorurati *	mg/L	1	1	1	0,01	1
49.1	Cloroformio	mg/L			0,1	0,001	
49.2	1,2-Diclorobenzene	mg/L			0,1	0,001	
49.3	1,3-Diclorobenzene	mg/L			0,5	0,005	
49.4	1,4-Diclorobenzene	mg/L			0,3	0,003	
49.5	1,1-Dicloroetilene	mg/L			1,0	0,01	
49.6	1,2- Dicloroetilene	mg/L			1,0	0,01	
49.7	Tetracloroetilene	mg/L			0,5	0,005	
49.8	Tricloroetilene	mg/L			1,0	0,01	
49.9	Tetracloruro di carbonio	mg/L			1,0	0,01	
49.10	Solfuro di carbonio, tricloroetilene, cloroformio, tetracloruro di carbonio, dicloroetilene (somma)	mg/L					2
49.11	Composti organici non citati altrove come pesticidi, solventi, plastificanti, ecc.	mg/L					0,1
50	Escherichia coli	UFC/100mL	5000 (21)	5000 (21)	5000 (21)	5000 (21)	5000 (19) (21)
51	Saggio di tossicità acuta (20)			Il campione non è accettabile quando dopo 24 ore il numero degli organismi immobili è uguale o maggiore del 50% del totale	Il campione non è accettabile quando dopo 24 ore il numero degli organismi immobili è uguale o maggiore del 50% del totale	Il campione non è accettabile quando dopo 24 ore il numero degli organismi immobili è uguale o maggiore del 50% del totale	Nessun limite

(5) La misurazione deve essere fatta mediante filtrazione di un campione rappresentativo attraverso membrana filtrante con porosità di 0,45 µm ed essiccazione a 105°C con conseguente calcolo del peso, oppure mediante centrifugazione per almeno 5 minuti (accelerazione media di 2800-3200 g), essiccazione a 105°C e calcolo del peso.

(6) La misurazione deve essere fatta su campione omogeneizzato non filtrato, non decantato. Si esegue la determinazione dell'ossigeno disciolto anteriormente e posteriormente ad un periodo d'incubazione di 5 giorni a 20°C + 1°C, in completa oscurità con aggiunta di inibitori della nitrificazione.

(7) La misurazione deve essere fatta su campione omogeneizzato, non filtrato, non decantato, con bicromato di potassio.

(10) I parametri Solidi sospesi totali, BOD5 e COD diventano rispettivamente 35 mg/L, 25 mg/L e 125 mg/L per la zona montana ove la colonna B di tabella 2 si applica per potenzialità comprese fra 2000 (inclusi) e 10.000 A.E.

(21) Il limite si applica quando lo richiedono gli usi concomitanti del corpo idrico recettore.

** I parametri segnalati da asterisco sono quelli delle Tabelle 3, 3/a e 5 del D.lgs. n. 152/2006 per i quali non sono ammessi limiti meno restrittivi*

Nella seguente tabella vengono riassunti i limiti dei macroinquinanti presi in considerazione nella successiva fase di dimensionamento.

PARAMETRO (Media ponderata a 24 ore)	Limite in concentrazione (mg/L)
Solidi Sospesi Totali	35*
BOD ₅ (come O ₂)	25*
COD (come O ₂)	125*
Azoto ammoniacale (come NH ₄)	30
Azoto nitroso (come N)	2
Azoto totale inorganico (come N)	55

**nota (10) alla Tabella 1 dell'Allegato A*

In ultimo, in riferimento alla Normativa per il trattamento delle emissioni in atmosfera prodotte negli impianti di depurazione, la provincia di Treviso richiama il Decreto del Ministero dell'Ambiente del 15/01/2014 (G.U. n.33 del 10-2-2014): "Modifiche alla parte I dell'allegato IV, alla parte quinta del decreto legislativo 3 Aprile 2006, n.152, recante norme in materia ambientale", in cui si decreta la non obbligatorietà del trattamento delle emissioni in atmosfera prodotte dalle linee di trattamento dei fanghi che operano nell'ambito di impianti di trattamento delle acque reflue con potenzialità inferiore a 10.000 abitanti equivalenti.

3. L'IMPIANTO DI FOLLINA NELLO STATO DI PROGETTO

3.1. La strategia progettuale adottata

La strategia progettuale adottata per redigere la progettazione definitiva muove dai seguenti assunti:

- La fognatura afferente, completamente realizzata ex-novo, sarà di tipo “nera”, si rimanda ai seguenti paragrafi per la determinazione dei dati a base progetto;
- Realizzare tutte le opere civili per una potenzialità di 5.000AE;
- Garantire il trattamento di 2.500AE, quindi prevedere le forniture elettromeccaniche per la suddetta potenzialità (di seguito I Lotto funzionale);
- Rispettare tutti i vincoli così come ampiamente descritto nello screening di impatto ambientale oltre che nell'inquadramento territoriale presentati con il progetto preliminare;
- Al fine di ottimizzare la dislocazione planimetrica delle opere, verrà tenuto conto della posizione del traliccio ENEL e specialmente della cabina ENEL esistente;
- L'organizzazione planimetrica delle opere ed il percorso del piping vengono studiati nell'ottica di assicurare l'ampliamento a 5.000AE senza gravare o incidere sulle opere di I stralcio funzionale;
- L'organizzazione planimetrica delle opere di I stralcio, nonché l'area da espropriare, dovrà tenere conto della possibilità di ampliare l'impianto fino a 7.500AE senza particolari impedimenti;
- Prevedere nelle opere di I stralcio funzionale tutte le predisposizioni necessarie agli allacci futuri per il II lotto (5.000AE);
- Vista la posizione geografica dell'impianto si prevedrà l'incamiciatura delle tubazioni fuori terra, onde evitare il congelamento dei reflui nei periodi invernali, qualora necessario;
- Preservare l'area di impianto da eventuali esondazioni dei corsi di acqua limitrofi realizzando un argine lungo il lato Nord dell'area di impianto; il tutto dal momento che il piano di campagna dell'area destinata al depuratore risulta inferiore di oltre 1.0 m rispetto al piano strada, per cui, in accordo con la Committenza, si è deciso di innalzare il piano campagna esistente fino alla quota di +161.70 m s.l.m.m.

Detto ciò il dimensionamento delle opere verrà effettuato tenendo conto di:

- Realizzare tutte le opere in cemento armato (della stazione di sollevamento, dei pretrattamenti, del processo biologico, del sedimentatore secondario, della disinfezione e dell'ispessitore) per 5.000 AE

Per una lettura più rapida del documento si riporta per ciascuna unità operativa la taglia di progetto delle opere civili e delle forniture elettromeccaniche.

Tabella 3-1: Riepilogo interventi di progetto per categorie di intervento

<i>Unità operativa</i>	<i>Opere civili</i>	<i>Opere elettromeccaniche</i>
Stazione di sollevamento	5000 AE	2500 AE
Grigliatura Fine	5000 AE	2500 AE
Dissabbiatura	5000 AE	5000 AE
Processo biologico a cicli alternati	5000 AE	2500 AE
Locale compressori	7500 AE	2500 AE
Sedimentazione Secondaria	5000 AE	5000 AE
Pozzo fanghi – pozzo schiume	5000 AE	2500 AE/5000 AE
Disinfezione	5000 AE	5000 AE
Ispessimento fanghi	5000 AE	5000 AE

3.2. I dati a base progetto dello stato di progetto

Nelle seguenti tabelle vengono riepilogati i dati a base progetto:

Tabella 3-2: Dati a base progetto dell'impianto di Follina - Carichi idraulici

<i>Voce</i>	<i>U.m.</i>	<i>Valore</i>	<i>U.m.</i>	<i>Valore</i>
AE totali	AE	2500		
D.I.	l/AE d	250		
ALFA		0.8		
Portata media nera teorica	m3/d	500	m3/h	21
Coefficiente di sicurezza		1.2		
Portata	m3/d	100	m3/h	4.2
Portata media nera effettiva	m3/d	600	m3/h	25
Coefficiente punta secca		1.7		
Portata punta secca teorica		850	m3/h	35
Portata punta secca effettiva	m3/d	950	m3/h	40

Tabella 3-3: Dati a base progetto dell'impianto di Follina - Carichi di massa e concentrazioni

<i>Fattori di carico unitari</i>			<i>Carichi di massa in ingresso</i>			<i>Concentrazioni in ingresso</i>		
<i>Parametro</i>	<i>u.m.</i>	<i>Valore</i>	<i>Parametro</i>	<i>u.m.</i>	<i>Valore</i>	<i>Parametro</i>	<i>u.m.</i>	<i>Valore</i>
Fcu	gCOD/AE d	120	LCOD	Kg/d	300	COD	mg/l	500
Fcu	gNtot/AE d	13	LNtot	Kg/d	32.5	Ntot	mg/l	54.2
Fcu	gPtot/AE d	1,2	LPtot	Kg/d	3	Ptot	mg/l	5
Fcu	gTSS/AE d	70	LTSS	Kg/d	175	TSS	mg/l	292
Fcu	gBOD5/AE d	60	LBOD5	Kg/d	150	BOD5	mg/l	250

Di seguito le principali considerazioni:

- La **potenzialità di progetto** viene assunta pari a 2.500 AE;
- La **portata media teorica** è calcolata utilizzando una dotazione idrica per abitante di 250 l/AE d mentre il coefficiente di sversamento in rete fognaria è pari a 0.8;
- La **portata media nera effettiva** viene calcolata considerando, a tutela di sicurezza, una maggiorazione del 20% della portata media teorica. Tale contributo deve intendersi come un “*rumore di fondo*” da sommare a ciascun regime di carico idraulico influente;
- La **portata di punta secca** è ottenuta moltiplicando la portata media nera teorica per il coefficiente di punta secca pari a 1.7, oltre al contributo dovuto alle acque parassite;
- La **portata massima influente in impianto** è stata considerata come la portata di punta secca poiché la fognatura che verrà realizzata per inviare le acque reflue al nuovo impianto sarà una rete fognaria nera.
- **I carichi di massa** sono stati calcolati utilizzando i fattori di carico unitari noti in letteratura dal momento che i nuovi allacci non provengono da dismissioni di impianti di depurazione esistenti a meno dell’agglomerato di Cison di Valmarino il cui contributo risulta molto limitato. Quanto detto non ha permesso di procedere ad una analisi realistica dell’influente impianto ma di ricorrere unicamente ai dati di letteratura nazionali.

3.3. La filiera di processo dello stato di progetto

La filiera di processo prevede la seguente successione di operazioni unitarie divise in linea acque e linea fanghi.

Tabella 3-4: Filiera di processo stato di progetto

	<i>O.U.</i>	<i>Numero di linee</i>
<u>Linea Acque</u>	Sollevamento impianto	1
	Grigliatura fine	1
	Compattazione grigliato	1
	Dissabbiatura	1
	Classificazione sabbie	1
	Processo biologico a cicli alternati	1
	Sedimentazione secondaria	1
	Pozzo fanghi/pozzo schiume	1
	Disinfezione	1
<u>Linea Fanghi</u>	Ispessimento	1

3.4. Il dettaglio degli interventi in linea acque

3.4.1. Il sollevamento impianto

Lo stato di progetto dell'impianto di Follina prevede la realizzazione di una unità di sollevamento acque dimensionata per sollevare la portata di punta così come indicato nei dati a base progetto di cui alla precedente Tabella 3-2. L'operazione unitaria sarà dimensionata da un punto di vista idraulico ed elettromeccanico per sollevare la portata massima di 2.500 AE, mentre le opere civili saranno dimensionate per 5.000 AE.

Si prevede l'installazione di una paratoia di esclusione da inserire per un futuro collegamento alla realizzazione di un nuovo pozzo di sollevamento, per l'ampliamento a 7.500AE.

Il sollevamento del refluo influente sarà garantito mediante pompe centrifughe elettrosommersibili le cui caratteristiche sono indicate nel disciplinare tecnico allegato.

Nella seguente tabella il riepilogo delle principali caratteristiche tecnico-dimensionali.

Tabella 3-5: Parametri dimensionali stazione di sollevamento

<u>Voce</u>	<u>UdM</u>	<u>Valore</u>
<i>Funzionamento stazione di sollevamento: attacchi-stacchi progressivi</i>		
Portata media nera effettiva	m3/h	25
Portata di punta secca effettiva	m3/h	40
Numero di Linee	N	1
Numero di pompe attive	N	2
Numero di pompe di riserva	N	1
Portata cadauna pompa	m3/h	20
Volume di invaso globale	m3	3
Accensioni garantite per pompa	N/h	6
Tempo di ciclo	Min	10

3.4.2. I pretrattamenti

La filiera di processo dei pretrattamenti prevede la grigliatura fine con luce di filtrazione 3mm, quindi la dissabbiatura del tipo anossico a pista. Circa la grigliatura si prevede la realizzazione di N.3 canali in c.a. e l'alloggio di una sola macchina in grado di garantire il trattamento della portata massima sollevata. Il secondo canale verrà destinato all'ampliamento mentre il terzo fungerà da by-pass di uno dei due canali ordinari, in caso di manutenzione. Ogni canale sarà presidiato da paratoie ad azionamento manuale a monte e a valle della griglia fine, così da permettere l'esclusione in caso di manutenzione. Si rimanda all'elaborato grafico per il dettaglio degli interventi.

Il grigliato fine verrà inviato, mediante coclea trasportatrice con doppia tramoggia di carico ed accompagnato tramite uno scivolo in carpenteria in acciaio, ad un compattatore posizionato al piano campagna, quindi scaricato in un big-bag.

Il progetto prevede la realizzazione di un'adeguata platea con opportuni cordoli di contenimento per eventuali sversamenti dal compattatore. Questi verranno inviati alla stazione di sollevamento attraverso un pozzetto con caditoia, che li convoglierà alla rete di drenaggio interna. L'area della platea dovrà essere sufficientemente ampia da poter contenere almeno N.3 cassonetti stradali e spazio per movimentare gli stessi e dovrà essere realizzata con opportuna pendenza in direzione del pozzetto presente.

A valle dei canali di grigliatura il refluo raggiunge l'unità di dissabbiatura organizzata in linea unica di tipo pista anossico, munito di N.3 panconi mobili in acciaio inox per il bypass dell'unità operativa. Le volumetrie permetteranno di trattare la portata massima sollevata sia per 2.500AE sia per i 5.000AE futuri. Le principali dimensioni del bacino di dissabbiatura vengono desunte in relazione ai parametri tipici di progetto indicati in letteratura e relativi al tempo di ritenzione idraulica ($HRT = \text{min}$) e di carico idraulico superficiali ($Cis = \text{m}^3/\text{m}^2 \text{ min}$).

L'unità operativa è posizionata su platea in cemento armato dedicata e viene munita di miscelatore a pale per garantire la decantazione delle sabbie ed air-lift per sollevarle al selezionatore. L'air-lift si aziona grazie ad un compressore dedicato, posizionato in prossimità dell'unità di dissabbiatura. Le sabbie raccolte mediante l'air-lift vengono convogliate all'interno del selezionatore sabbie e dunque trasportate al cassonetto di raccolta e stoccaggio del dissabbiato.

Si prevede la realizzazione di una platea con cordoli di contenimento per eventuali sversamenti dal classificatore. Questi verranno inviati alla stazione di sollevamento attraverso un pozzetto con caditoia, che li convoglierà alla rete di drenaggio interna. Il pozzetto avrà anche la funzione di raccogliere le acque provenienti dal troppo pieno del classificatore.

L'area della platea dovrà essere sufficientemente ampia da poter contenere almeno N.3 cassonetti stradali e spazio per movimentare gli stessi e dovrà essere realizzata con opportuna pendenza in direzione del pozzetto presente. Le sabbie verranno poi aspirate tramite autobotte e conferite ad un altro impianto con stoccaggio di maggiori dimensioni.

A valle della dissabbiatura ed a monte del seguente pozzo effluente ed esattamente dal fondo del canale di alimentazione di quest'ultimo, è prevista la partenza di una tubazione munita di valvola a saracinesca manuale con la funzione di bypassare, in caso di emergenza o di manutenzione eccezionale, tutte le successive unità operative, convogliando il refluo (o parte di esso) al pozzo finale dedicato, prima dello scarico al corpo idrico ricettore.

Si prevede l'installazione di un misuratore di portata ultrasonico ad inserzione per valutare l'effettivo deflusso del refluo bypassato.

Di seguito si riporta una tabella con il riepilogo dimensionale dell'unità operativa.

Tabella 3-6: Parametri dimensionali - Grigliatura fine

<u>Parametro</u>	<u>U.m</u>	<u>Valore</u>
Griglia fine tipo belt - screen		
Numero	N.	1
Lunghezza manufatto	m	2.4
Larghezza manufatto	m	0.5
Altezza manufatto	m	1.0
Altezza di scarico da fondo canale	m	2.3
Portata massima trattata	m ³ /h	40
Luce massima delle fenditure	mm	3
Produzione specifica grigliato	Kg/1000 m ³	20
Carico di massa del grigliato	Kg/mese	570
Densità del grigliato	Kg/l	1.2
Volume grigliato	l/mese	475
Compattatore grigliato		
Carico di progetto	Kg/mese	570
	Kg/d	24
Diametro camera compattazione	DN	350

Tabella 3-7: Parametri dimensionali - Dissabbiatura

<u>Parametro</u>	<u>U.m</u>	<u>Valore</u>
Dissabbiatore PISTA		
Numero di linee	n°	1
Portata max	m ³ /h	40
Diametro interno	m	1.8
Battente	m	2.2
Altezza manufatto	m	2.8
Air-lift	n°	1
Diametro air-lift	DN	80
Diametro del tubo dell'aria	DN	80
Battente in vasca	m	2.2
Portata d'aria per air-lift	m ³ /h	120
Portata sollevata	m ³ /h	12
Produzione di sabbie		
Produzione specifica di sabbie	kg/1000m ³	30
Produzione di sabbie media mese	kg/mese	855
Densità	Kg/l	2.3
Portata	l/mese	372
Funzionamento	h/d	1.0
<u>Portata sabbie con Funzionamento (1h/d)</u>	m ³ /h	0.012
Volume cassone	m ³	1.7
Autonomia	d	137

3.4.1. Il selettore anossico

La necessità di prevedere una selezione anossica scaturisce dalle difficoltà gestionali di condurre l'impianto in presenza di organismi filamentosi i quali si formano in condizioni di basse temperature del refluo e basso rapporto F/M (rapporto di carico specifico espresso in KgBOD5(o COD)/KgTVSS/d). L'eccessiva presenza di filamentosi crea il fenomeno detto "bulking sludge", ossia fango con caratteristiche di scarsa sedimentabilità.

Per prevenire tali fenomeni è buona norma prevedere, a monte del processo biologico, dei volumi appositamente dimensionati per effettuare la selezione cinetica dei batteri fiocco formatori a discapito dei filamentosi. Tale selezione è possibile agendo in funzione del parametro F/M (è suggerito un valore di circa 7,0Kg COD/Kg TVS d).

La *driving-force* fornita dall'elevata quantità di substrato per unità di biomassa, consente un rapido assorbimento di sostanze organiche solubili da parte degli organismi fiocco formatori caratterizzati da una K_s (costante di semisaturazione) più elevata di quella dei filamentosi, ma anche da una μ_{max} (velocità di crescita) nettamente superiore. Questa rapida rimozione di sostanze solubili all'inizio del processo, che può essere condotto in condizioni aerobiche o anossiche o alternate e comunque miscelato, abbassa la disponibilità nella fase successiva per gli organismi filamentosi.

I selettori anossici ed anaerobici sono più efficaci nel controllo del bulking in quanto i batteri filamentosi non posseggono la capacità di utilizzare l'energia dei polifosfati per catturare COD (anaerobico) o perché hanno una velocità di denitrificazione più bassa dei fiocco formatori (anossici).

Nella seguente tabella vengono riportate le caratteristiche dimensionali del selettore anossico e relative verifiche dimensionali.

Tabella 3-8: Dimensionamento e verifiche dimensionali – Selettore anossico

<i>Voce</i>	<i>U.m.</i>	<i>Valore</i>
F/M carico di massa specifico	KgCOD/KgTVS d	7,0
MLSS	Kg/m ³	5,6
MLVSS	Kg/m ³	3,6
Q _{mn}	m ³ /d	600
COD	mg/l	500
Volume selettore anossico	m ³	28,1
Organizzazione della vasca	down up flow	
Battente idraulico	m	5,2
Dimensioni interne utili larghezza	m	2,7
Dimensioni interne utili lunghezza	m	2,0
HRT effettivo alla Q _{mn}	min	34
Superficie sezione attraversata	m ²	2,7
Velocità alla Q _{mn}	m/h	9,3
Velocità alla Q _{punta secca}	m/h	14,7

3.4.2. Il processo biologico

In accordo con la Stazione Appaltante, il progetto prevede l'esecuzione di un unico manufatto suddiviso in due linee, di forma rettangolare e di pari dimensioni; viene costruito, inoltre, un pozzo ripartitore di portata in testa ed in continuità idraulica con il manufatto, munito di paratoie ad azionamento manuale, per gestire le manutenzioni delle linee biologiche. In particolare, nel I stralcio funzionale verrà attivata una sola linea e dotata delle idonee elettromeccaniche, mentre nel II stralcio funzionale anche la seconda linea verrà attrezzata. Così facendo il gestore potrà decidere se gestire le due linee in parallelo o in serie dal momento che un reattore biologico verrà dotato di una tubazione con saracinesca manuale per rilanciare il mixed liquor effluente dal primo reattore in testa al secondo. Si faccia riferimento al relativo elaborato architettonico per la gestione dei gradi di libertà del sistema.

Nella seguente tabella viene riportato il dimensionamento del processo biologico a cicli alternati

Tabella 3-9: Dimensionamento- Processo biologico

Dimensionamento Nitrificazione	<i>u.m.</i>	<i>valore</i>	<i>valore</i>	<i>valore</i>	<i>valore</i>
Temperatura minima di processo	°C	12	15	18	20
Volume di vasca	m ³	375	375	375	375
Volumetria specifica	L/AE	150	150	150	150
Concentrazione di biomasse	Kg/m ³	5,6	5,6	5,6	5,6
SRT operativo (età del fango alla temperatura minima)	d	12	12	12	12
TVS/TS		0,7	0,7	0,7	0,7
Kn = a 20°C	KgN-NH ₄ /KgTVS d	0,07	0,07	0,07	0,07
Kn alla temperatura minima di processo	KgN-NH ₄ /KgTVS d	0,058	0,062	0,067	0,070
teta		1,024	1,024	1,024	1,024
Biomassa totale in vasca	KgTVS	1360	1360	1360	1360
Contenuto di azoto nelle biomasse	N%TS	5	5	5	5
Frazione di Tempo della fase aerobica		0,5	0,5	0,5	0,5
Carico di azoto nitrificato in fase aerobica	KgN-NH ₄ /d	39,4	42,3	45,4	47,6
Carico di azoto da nitrificare sul carico influente	KgN/d	26,8	26,8	26,8	26,8
Concentrazione di N-NH ₄ effluente	mg N-NH ₄ /l	0,0	0,0	0,0	0,0
Dimensionamento Denitrificazione	<i>u.m.</i>	<i>valore</i>	<i>valore</i>	<i>valore</i>	<i>valore</i>
Temperatura minima di processo	°C	12	15	18	20
Volume di vasca	m ³	375	375	375	375
Volumetria specifica	L/AE	150	150	150	150
Concentrazione di biomasse	Kg/m ³	5,6	5,6	5,6	5,6
SRT operativo (età del fango alla temperatura minima)	d	12	12	12	12
TVS/TS		0,7	0,7	0,7	0,7
Kd = a 20°C	KgN-N _{0x} /KgTVS d	0,070	0,07	0,07	0,07
Kd alla temperatura minima di processo	KgN-N _{0x} /KgTVS d	0,058	0,062	0,067	0,070
teta		1,024	1,024	1,024	1,024
Biomassa totale in vasca	KgTVS	1360	1360	1360	1360
Contenuto di azoto nelle biomasse	N%TS	5,0	5,0	5,0	5,0
Frazione di Tempo della fase anossica		0,5	0,5	0,5	0,5
Carico di azoto denitrificato in fase anossica	KgN-N _{0x} /d	39,4	42,3	45,4	47,6

Carico di azoto denitrificabile	KgN-NO ₃ /d	26,8	26,8	26,8	26,8
Carico di azoto residuo effluente	KgN-NO ₃ /d	0,0	0,0	0,0	0,0
Concentrazione di N-NO ₃ effluente	mg/l				

Si precisa che:

- Le costanti di nitrificazione e di denitrificazione vengono rispettivamente considerate, alla temperatura di T=20°C, pari a 0.07 Kg/(Kg d)
- Viene considerato un contenuto di azoto nelle biomasse del 5%
- Il dimensionamento viene condotto a diverse temperature: 12°C – 15°C – 18°C e 20°C
- Viene considerato un SRT operativo di 12 giorni
- Il rapporto TVS/TS viene supposto pari a 0.7

Di seguito si riepilogano le dimensioni dell'operazione unitaria in oggetto, mentre si rimanda al progetto esecutivo per i calcoli di dettaglio e le verifiche di processo in condizioni invernali ed estive.

Tabella 3-10: Parametri dimensionali - Processo biologico

Parametro	u.m.	Valore
Lunghezza singola vasca	m	15.0
Larghezza singola vasca	m	5.0
Numero vasche per linea	N	1
Superficie per linea	m ²	75
Battente	m	5.0
Volume utile	m ³	375
HRT effettivo alla Q _{mn}	h	7.5
HRT effettivo alla Q _{ps}	h	5.8

La tipologia di processo applicata, ossia i Cicli Alternati in Reattore Unico, per sua natura necessita dell'installazione di doppia elettromeccanica, oltre che di idonei sistemi di misura. In particolare, gli interventi impiantistici consisteranno nell'installazione di elettromiscelatori sommersi per garantire la sospensione delle biomasse durante le fasi di denitrificazione, di una rete di diffusori porosi a bolle fini in EPDM per la distribuzione dell'aria in maniera efficiente ed omogenea, e di sistemi di misura (sonde) per il corretto funzionamento del sistema di controllo del processo. Di seguito si riepilogano le dotazioni elettromeccaniche previste.

Tabella 3-11: Dotazioni elettromeccaniche previste – elettromiscelatori sommersi

Elettromiscelatori sommersi		
Volume totale	375	m ³
Potenza specifica	6	W/m ³
Numero	2	N

Potenza totale	2.25	kW
Potenza singolo elettromiscelatore	1.1	kW

Tabella 3-12: Dotazioni elettromeccaniche previste – fornitura d'aria al processo

Abitanti equivalenti	AE	2500
Portata media nera	m ³ /h	25
Portata di punta secca	m ³ /h	40
Portata di ricircolo fanghi	m ³ /h	25
Calcolo dell'ossigeno teorico alla Q _{mn} in fase aerobica – AOR	KgO ₂ /h	18.6
Calcolo dell'ossigeno teorico alla Q _p in fase aerobica - AOR	KgO ₂ /h	25
Calcolo della portata di aria pratica alla portata media e 23°C	m ³ /h	520
Calcolo della portata di aria pratica alla punta secca ed a 23°C	m ³ /h	697
Portata massima in condizioni normali (P=1bar e T=20°C)	Nm ³ /h	654
SOTE	%	28
Superficie di membrana perforata	m ²	7.0
Numero calate	N	3
Diffusori I calata	%	120
Diffusori II calata	%	100
Diffusori III calata	%	80

Tabella 3-13: Dotazioni elettromeccaniche previste – sistemi di misura

Misuratore Ossigeno Disciolto	N	2
Misuratore Potenziale di Ossido Riduzione	N	2
Misuratore di Solidi Sommersi ad Immersione	N	1

Il misuratore dovrà essere installato su apposito porta sonda che ne garantirà il corretto posizionamento plan-altimetrico come previsto da progetto (consultare elaborato grafico di riferimento).

La linea biologica viene asservita da un **sistema di controllo**, monitorabile sia da locale che da remoto, il quale determina la durata delle fasi aerobiche ed anossiche del sistema su base tempo, set-point delle sonde di ossigeno e redox e su base condizione ottimale. In questa ipotesi, il sistema è in grado di rilevare la fine della forma azotata della fase in atto. Si rimanda ai seguenti paragrafi per il dettaglio del sistema di controllo e relative componenti hardware e software.

3.4.2.1. Il processo a Cicli Alternati in reattore unico

Il processo CA merita alcune parole di chiarimento per una più facile comprensione delle prerogative, delle prestazioni e dei vantaggi. In particolare il processo garantisce sia la rimozione biologica del carbonio che dell'azoto ed in parte del fosforo tramite una successione di fasi aerobiche (per l'ossidazione del carbonio e la nitrificazione dell'azoto) ed anossiche (per la denitrificazione dell'azoto) che vengono realizzate tramite una successione temporale in un unico bacino.

In questo modo non è necessario avere delle sezioni dedicate, anossica di pre-denitrificazione ed aerobica di nitrificazione, in volumi predefiniti, né esiste la necessità di operare il ricircolo della miscela aerata per raggiungere prestazioni di tutta sicurezza.

Ciò comporta una notevole semplicità nella realizzazione, un risparmio delle tubazioni e della elettromeccanica, prestazioni più elevate nella rimozione dell'azoto in quanto tutto l'azoto nitrificato, che deve essere denitrificato, si trova già all'interno della vasca di ossidazione. I risparmi energetici sono una immediata conseguenza delle elevate prestazioni nella rimozione biologica dell'azoto, in quanto elevate denitrificazioni significano elevato recupero di ossigeno combinato. I dati di letteratura, relativi ad impianti realizzati in Italia ed operanti da più anni, mostrano prestazioni calcolate da bilancio in azoto superiori al 80%, ciò comporta risparmi energetici considerevoli (Battistoni et al. 1999, 2000; Amoruso et al.; 2001; Chemitec - Brevetto RN99A000018 2.6.99, 1999; Battistoni et al.; 2002a-b).

3.4.2.2. Simulazioni dei processi di I lotto mediante modello matematico ASM N. 2

Al fine di prevedere le efficienze di rimozione del processo biologico a cicli alternati in reattore unico, la piena conformità dell'effluente finale ai limiti di legge, nonché allo scopo di giustificare la scelta dell'introduzione di un processo avanzato, sono state eseguite più simulazioni relative al funzionamento della linea biologica prevista in progetto (con volume pari a 375 m³), usufruendo del software ASIM N.2 (Activated Sludge Model N.2) riconosciuto come altamente attendibile a livello internazionale.

Il modello ASM N.1, e le successive versioni N. 2 e N. 3, rappresentano lo stato dell'arte dei risultati ottenuti nel campo modellistico e si basano sulla differenziazione delle diverse frazioni della sostanza organica e dell'azoto presenti nel liquame e sul coinvolgimento nelle equazioni matematiche dei parametri cinetici e stechiometrici della biomassa attiva eterotrofa ed autotrofa. I modelli ASM consentono di effettuare il dimensionamento e l'analisi di un processo a fanghi attivi tramite bilanci di massa che riguardano le sostanze organiche, quantificate in termini di COD, azoto e fosforo. Gli scenari di indagine valutabili con l'ausilio di modelli di simulazione sono per esempio: la variazione della concentrazione di ossigeno nei reattori biologici ai fini della riduzione dei consumi energetici, la verifica del sovraccarico supportabile da un impianto di depurazione (nuovi allacciamenti o trattamento bottini) e l'implementazione di un nuovo schema operativo.

I principali dati utilizzati per le simulazioni condotte sulla linea biologica a cicli alternati del processo depurativo dell'impianto di Follina, vengono di seguito elencate:

- ❖ Le portate trattate e le caratteristiche chimico fisiche dei principali macroinquinanti influenti sono riportate nella seguente Tabella 3-14, nel pieno rispetto dei dati nominali dell'impianto;
- ❖ Un rapporto di ricircolo pari a $1Q_r = Q_{mn}$;

- ❖ Per la ripartizione del COD influente (Tabella 3-15) sono state considerate le percentuali tipiche in un refluo urbano;
- ❖ Il volume delle linea biologica e il relativo numero di reattori CSTR, sono indicati in Tabella 3-16;
- ❖ I parametri operativi e l'età del fango sono riportati in Tabella 3-16;
- ❖ Le simulazioni vengono condotte alle temperature di processo di 12°C e 18°C;
- ❖ L'età del fango è ipotizzata pari a 15 giorni in periodi invernali (per una temperatura di processo di 12°C) mentre pari a 12 giorni per periodi estivi (per una temperatura di processo di 18°C);
- ❖ La concentrazione di biomassa viene determinata direttamente dal modello;
- ❖ Si utilizza il modello ASM n.2 (Activated Sludge Model n.2) per prevedere oltre alla rimozione della sostanza organica e dell'azoto totale anche quella della concentrazione di fosforo totale, nonostante non siano attivi i limiti allo scarico per l'impianto in oggetto.

Tabella 3-14 Caratteristiche chimico-fisiche influente biologico

PORTATA INFLUENTE				
Voce	UdM	Valore		
Abitanti Equivalenti	AE	2500		
Qmn	m³/d	600		
Qricircolo	m³/d	600		
CONCENTRAZIONI E CARICHI DI MASSA INFLUENTI				
Voce	UdM	Valore	u.m.	Valore
COD	mg/l	500	kg/d	300
BOD ₅	mg/l	250	kg/d	150
N _{TOT}	mg/l	54	kg/d	32.5
N-NH4	mg/l	37	kg/d	22.2
TSS	mg/l	292	kg/d	175
Ptot	mg/l	5	kg/d	3
N-NOx	mg/l	0	kg/d	0
Alcalinità	mmoli/l	5		

Tabella 3-15 Ripartizione percentuale e in concentrazione del carbonio (COD)

<u>Voce</u>	<u>UdM</u>	<u>Valore</u>	<u>UdM</u>	<u>Valore</u>
RBCOD	%	22	mg/l	110
VFA	%	0	mg/l	0
NBCODS	%	9	mg/l	45
NBCODP	%	9	mg/l	45
SBCOD	%	60	mg/l	300
HETR	%	0	mg/l	0

Tabella 3-16 Parametri operativi delle simulazioni

PRIMO STRALCIO FUNZIONALE			
<u>Voce</u>	<u>UdM</u>	<u>SdP 0</u>	<u>SdP 1</u>
		<u>Valore</u>	<u>Valore</u>
Temperatura	°C	12	18

SRT	d	15	12
CSTR1	m3	125	125
CSTR2	m3	125	125
CSTR3	m3	125	125
Sedimentatore secondario	m3	435	435

L'alternanza delle fasi di nitrificazione e di denitrificazione del processo a cicli alternati in reattore unico sono state simulate considerando una durata per ciascuna fase di 1 ora e successivamente i risultati sono stati confrontati con i limiti di legge previsti in progetto.

La successiva Tabella 3-17 riporta, in maniera dettagliata, i dati di input utilizzati per le varie simulazioni, nonché i risultati ottenuti dal software in termini di qualità dell'effluente a valle della sedimentazione secondaria al fine di quantificare i rendimenti dei processi depurativi sia alla temperatura di processo più gravosa di 12°C sia in periodo estivo.

Tabella 3-17 Risultati delle simulazioni condotte alla temperatura di 12°C e 18°C

PORTATE		
Q _{mn}	m ³ /d	600
Q _r	m ³ /d	600
CARATTERISTICHE DI PROCESSO		
Cicli (t=h)	On ore	1
	Off ore	1
VOLUMETRIE		
V _{CICLI totale}	m ³	375
n.CSTR/linea a cicli		3
EFFLUENTE IMPIANTO – TEMPERATURA REFLUO 12°C ED ETA' DEL FANGO 15d		
N-NH ₄ out	mg/l	3.2
N-NO ₃ out	mg/l	5.7
EFFLUENTE IMPIANTO - TEMPERATURA REFLUO 18°C ED ETA' DEL FANGO 12d		
N-NH ₄ out	mg/l	1.2
N-NO ₃ out	mg/l	6.2
PERCENTUALI DI ABBATTIMENTO – 12°C e 15d		
E % COD	%	91
E % N _{tot}	%	81
PERCENTUALI DI ABBATTIMENTO – 18°C e 12d		
E % COD	%	91
E % N _{tot}	%	84

Dopo l'utilizzo del modello ASM n.2 le principali conclusioni sono le seguenti:

- Le simulazioni effettuate con un processo biologico a Cicli Alternati sulla linea biologica dell'impianto di Follina (volume totale 375 m³), rilevano buoni rendimenti di rimozione, prestazioni di rilievo e garanzia della totale conformità dell'effluente finale ai limiti imposti allo scarico (si rimanda al Capitolo 2 di cui sopra);
- Ovviamente le simulazioni sono state eseguite secondo i carichi idraulici e di massa medi e con temporizzazioni tipiche per le fasi di nitrificazione e di denitrificazione al fine di assicurare ottime prestazioni del processo, sia per la rimozione del carbonio che per quella dell'azoto influente. Si ricorda, però, che l'adozione di un sistema di supervisione e

controllo con algoritmi complessi consentirà massima flessibilità e stabilità nella gestione del processo depurativo adeguando la durata delle fasi in funzione dell'effettivo carico in ingresso;

3.4.3. Sedimentazione secondaria e pozzo fanghi

Le scelte progettuali prevedono la realizzazione di un bacino di sedimentazione secondaria con relativi pozzo fanghi e pozzo schiume.

La strategia progettuale prevede:

- Di dimensionare la superficie di sedimentazione nell'ottica di garantire un Cis (Carico idraulico superficiale) pari a $0,7 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{h})$ alla portata massima al trattamento biologico per la potenzialità di 5.000 AE;
- Garantire un battente allo stramazzo pari a 3,5 m per favorire la sedimentazione dei fanghi anche durante i periodi invernali;
- Dotare il sedimentatore secondario di carroponte e relative utilities a corredo quali, scum box, profilo Thomson, lama raschia fango e lama paraschiume.
- Dotare di forniture elettromeccaniche (pompe di ricircolo e di supero biologico) il pozzo fanghi a servizio dell'unità operativa in progetto;
- Inviare le schiume raccolte dalla scum box del sedimentatore secondario in un pozzo dedicato ricavato all'interno del manufatto di cui sopra e successivamente sollevarle alla linea fanghi.

In particolare:

- Il sedimentatore secondario è progettato con un diametro utile di 12.0 m e sarà a servizio di entrambe le linee biologiche;
- L'alimentazione viene garantita da una tubazione, DN 200, in arrivo dalla canaletta di stramazzo della linea biologica N°1;
- *Si prevede di dotare il pozzo effluente di una paratoia manuale nella tubazione di collegamento dal sedimentatore alla disinfezione in modo tale che, nel momento dell'esecuzione del nuovo sedimentatore secondario, si eviterà lo svuotamento del bacino di sedimentazione in oggetto;*
- Il pozzo fanghi ed il pozzo schiume vengono realizzati in un manufatto unico in continuità strutturale con il sedimentatore, al fine di limitare gli ingombri e il piping

di processo. Le schiume verranno innestate nella tubazione di sollevamento del supero biologico ed inviate alla linea fanghi,

Nella successive tabelle si riportano i dati a base progetto ed i parametri di dimensionamento della sezione di sedimentazione dell'impianto.

Tabella 3-18: DbP sedimentazione Secondaria – Carichi idraulici influenti – PRIMO STRALCIO

Parametri	UdM	Valore
Portata media nera effettiva	m ³ /h	25
Portata di punta secca	m ³ /h	40
Portata media nera effettiva + Qricircolo	m ³ /h	50
Portata di punta secca + Qricircolo	m ³ /h	65

Tabella 3-19: Parametri dimensionali - sedimentazione secondaria – PRIMO STRALCIO

Parametri	UdM	Valore
Vasche circolari a flusso radiale con carro ponte	numero	1
Diametro singolo sedimentatore	m	12.0
Superficie sedimentatore	m ²	113
Superficie globale	m ²	113
Battente centrale allo stramazzo	m	3.5
Pendenza del fondo	mm/m	110
Altezza parte conica	m	0.8
Profondità in centro vasca	m	4.3
Volume singolo sedimentatore	m ³	435
SUPERFICIE GLOBALE DI SEDIMENTAZIONE	m ²	113
VOLUME GLOBALE DI SEDIMENTAZIONE	m ³	435
Carico idraulico superficiale (Cis) alla Q_{mn}	m³/m² h	0.22
Carico idraulico superficiale (Cis) alla Q_{max}	m³/m² h	0.35
Carico superficiale in solidi (C_{ss}) alla Q_{mn}	kgTSS/m² d	59
Carico superficiale in solidi (C_{ss}) alla Q_{max}	kgTSS/m² d	77
Carico lineare allo stramazzo (C_{ls}) alla Q_{mn}	m³/m h	0.66
Carico lineare allo stramazzo (C_{ls}) alla Q_{max}	m³/m h	1.05

Tabella 3-20: DbP sedimentazione Secondaria – Carichi idraulici influenti – SECONDO STRALCIO

Parametri	UdM	Valore
Portata media nera effettiva	m ³ /h	50
Portata di punta secca	m ³ /h	80
Portata media nera effettiva + Qricircolo	m ³ /h	100
Portata di punta secca + Qricircolo	m ³ /h	130

Tabella 3-21: Parametri dimensionali - sedimentazione secondaria – SECONDO STRALCIO

Parametri	UdM	Valore
Vasche circolari a flusso radiale con carro ponte	numero	1
Diametro singolo sedimentatore	m	12.0
Superficie sedimentatore	m ²	113
Superficie globale	m ²	113
Battente centrale allo stramazzo	m	3.5
Pendenza del fondo	mm/m	110
Altezza parte conica	m	0.8
Profondità in centro vasca	m	4.3

Volume singolo sedimentatore	m3	435
SUPERFICIE GLOBALE DI SEDIMENTAZIONE	m2	113
VOLUME GLOBALE DI SEDIMENTAZIONE	m3	435
Carico idraulico superficiale (Cis) alla Qmn	m3/m2 h	0.44
Carico idraulico superficiale (Cis) alla Qmax	m3/m2 h	0.70
Carico superficiale in solidi (Css) alla Qmn	kgTSS/m2 d	119
Carico superficiale in solidi (Css) alla Qmax	kgTSS/m2 d	153
Carico lineare allo stramazzo (Cls) alla Qmn	m3/m h	1.33
Carico lineare allo stramazzo (Cls) alla Qmax	m3/m h	2.10

La Tabella 3-22 riassume le caratteristiche dimensionali del pozzo fanghi/pozzo schiume e delle relative elettromeccaniche.

Tabella 3-22: Riepilogo dotazioni impiantistiche - Sedimentatore secondario

Parametri	UdM	Valore
Pozzo fanghi		
Caratteristiche dimensionali		
Numero	N.	1
Lunghezza netta	m	2.0
Larghezza netta	m	3.5
Altezza	m	5.6
Superficie	m2	7.0
Volume	m3	39.2
Pompa ricircolo	N.	1+1R
Portata singola pompa	m3/h	25.0
Prevalenza di progetto	m	6.0
Pompa supero	N.	1+1R
Portata singola pompa	m3/h	10.0
Prevalenza di progetto	m	2.0
Pozzo schiume		
Caratteristiche dimensionali		
Numero	N.	1+1R
Lunghezza netta	m	2.0
Larghezza netta	m	1.5
Altezza	m	5.6
Superficie	m2	3.0
Volume	m3	16.8
Pompa schiume	N.	1 + 1
Portata singola pompa	m3/h	20
Prevalenza di progetto	m	6.0

3.4.4. Disinfezione

Il comparto di disinfezione si configura come un unico bacino di forma rettangolare gettato in opera, completo di stazione di stoccaggio e dosaggio di acido peracetico. L'unità di disinfezione è stata dimensionata per trattare la totalità della portata effluente dalla sedimentazione secondaria prevista nel II lotto funzionale: è stata organizzata secondo due linee parallele di trattamento, così da mantenere un tempo di ritenzione idoneo e sufficiente alla disinfezione.

La disinfezione ha il ruolo di garantire la conformità dell'effluente ai limiti in parametri microbiologici, nelle situazioni di emergenza, data la non obbligatorietà del rispetto del limite in Escherichia Coli per impianti con potenzialità minore di 10.000 AE (vedi Cap.2).

La disinfezione del chiarificato dalla sedimentazione si esegue mediante dosaggio di acido peracetico come agente chimico, garantendo un adeguato volume di vasca tale da determinare un tempo di contatto sufficiente e dell'ordine dei 30-45 minuti, sia nel primo stralcio funzionale che nel secondo lotto. Questo si realizzerà mantenendo attiva una sola linea quando la potenzialità sarà di 2.500AE e operando con entrambe le linee a seguito del collettamento della rete fognaria fino all'ampliamento a 5.000AE.

Nella tabella successiva si riportano le dimensioni principali dell'opera e le verifiche del comparto. Il dosaggio dell'acido peracetico è assicurato da N. 1+1 pompe di dosaggio ed un serbatoio di stoccaggio in PRFV di capacità pari a 1 m³.

Tabella 3-23: Parametri dimensionali - Disinfezione

		2500 AE	5000 AE
Voce	UdM	Valore	Valore
Portata media nera	m ³ /h	25	50
Portata massima al trattamento	m ³ /h	40	80
Linee	N.	1	2
Lunghezza	m	4.0	4.0
Larghezza	m	2.4	2.4
Superficie globale	m ²	9.6	9.6
Battente	m	2.0	2.0
Volume singola linea	m ³	19.2	19.2
Volume globale	m ³	19.2	38.4
Volume occupato dai setti	m ³	1.4	2.7
Volume utile totale	m ³	17.9	35.7
HRT reale alla Q _{mn}	min	42.8	42.8
Spessore setti interni	m	0.15	0.15
Lunghezza setti interni	m	1.95	1.95
Lunghezza singolo labirinto	m	1.8	1.8
Larghezza singolo labirinto	m	0.55	0.55
Labirinti	N.	6	6
Lunghezza globale labirinto	m	11.7	11.7
Rapporto lunghezza/larghezza		21	21
Area trasversale	m ²	1.1	1.1
Velocità alla Q _{mn}	m/min	0.4	0.4
Velocità alla Q _{ps}	m/min	0.6	0.6
DOSAGGIO CHEMICALS			
Serbatoio acido peracetico	m ³	1.0	1.0
Purezza	%	16.0	16.0
Pompe dosaggio acido peracetico PDP.01	N.	1+1R	1+1R
Portata	l/h	0-10	0-10
Dosaggio minimo	mg/l	1.0	1.0
Dosaggio massimo	mg/l	3.0	3.0

Consumo giornaliero minimo	l/d	3.8	7.5
Consumo giornaliero massimo	l/d	11.3	22.5
Autonomia massima del serbatoio	d	267	133
Autonomia minima del serbatoio	d	89	44

Si può asserire che il chiarificato disinfettato sarà caratterizzato da una concentrazione di Escherichia Coli < 5000 UFC/100 ml e concentrazioni dei restanti parametri inquinanti come da effluente della sezione precedente.

Le portate effluenti dalla disinfezione si uniscono alle eventuali acque by-passate per situazioni di emergenza in un pozzetto finale posto a valle del pozzetto di campionamento fiscale e da questa sezione vengono inviate al corpo idrico superficiale dell'impianto, ovvero il fiume Soligo, tramite una tubazione interrata in PEAD (DN 250), di lunghezza circa 240 m, in direzione Sud-Est.

3.5. Il dettaglio degli interventi in linea fanghi

La filiera di processo della linea fanghi prevede, in accordo con la Committenza, di inviare i fanghi di supero biologico, insieme alle schiume, direttamente all'ispessitore. Di seguito vengono riepilogate le principali caratteristiche dimensionali della singola unità operativa.

3.5.1. Produzione di fanghi di supero e vasca di accumulo fanghi

La produzione di fanghi di supero biologico viene calcolata con due differenti metodologie per poter considerare una portata minima ed una portata massima e, di conseguenza, un carico di massa minimo ed uno massimo. Questa modalità di dimensionamento permette di verificare la funzionalità delle varie operazioni unitarie della linea fanghi in due differenti situazioni di carico.

Il primo calcolo viene eseguito mantenendo costante l'SRT (Sludge Retention Time) del reattore biologico e impostando la concentrazione dei fanghi doppia rispetto a quella della biomassa nel processo biologico ($X_r = 2 X$). Considerando un SRT di 12 giorni il valore di portata di supero (Q_w) risulta pari a circa 16 m³/d, mentre diminuisce a circa 13 m³/d nell'ipotesi di mantenere un SRT di 15 giorni. Questi valori sono stati scelti congruentemente alle scelte effettuate durante le simulazioni con il modello ASM N.2, descritto nei paragrafi precedenti.

Il secondo calcolo è stato fatto considerando un abbattimento del 85% del COD nel reattore biologico e un valore di crescita osservata dei fanghi (Y_{obs}) di 0.30 KgTVS/KgCODr. Il conto della produzione fanghi netta prevede di stimare un carico di solidi in uscita dall'impianto: in questo progetto si è scelta una concentrazione di TSS in uscita di 10 mg/l. In ultimo, si è utilizzata la concentrazione dei fanghi (X_r) per calcolare la portata di fanghi di supero biologico da inviare

alla linea fanghi. Di seguito si riportano i dati della produzione di fanghi di supero come appena descritto.

Tabella 3-24: Produzione fanghi di supero - I metodo

Voce	UdM	Valore
X	KgMLSS/m ³	5.6
V	m ³	375
Xr	KgMLSS/m ³	11.2
Periodo estivo		
SRT	d	12
Qw max	m ³ /d	15.6
LTSSw	KgTSSw/d	175
Periodo invernale		
SRT	d	15
Qw min	m ³ /d	12.5
LTSSw	KgTSSw/d	140

Tabella 3-25: Produzione di fanghi di supero – II metodo

Voce	UdM	Valore
L COD	Kg/d	300
E%	%	85%
L _{COD} rimosso	Kg/d	255
Yobs	KgTVS/kgCODr	0.30
Px – produzione fanghi	KgTVS/d	77
	KgTS/d	109
TSS out	mg/l	10
Qout	m ³ /d	600
L _{TSS} uscita impianto	KgTS/d	6
Px netta	KgTS/d	103
Xr	Kg/m ³	11.2
Portata supero	m ³ /d	9.2

Il progetto definitivo, quindi, prevede di inviare alla linea fanghi una portata di supero compresa tra 9.2 m³/d e 15.6 m³/d, che verranno recapitati alla prima operazione unitaria tramite la pompa alloggiata nel pozzo fanghi. Poiché si è scelto di pompare i WAS, nell'ipotesi di massima produzione, per un tempo di circa 2 ore ogni giorno, la pompa di supero dovrà garantire una portata di 10 m³/h.

3.5.2. L'ispessitore fanghi

I fanghi di supero vengono inviati all'ispessitore fanghi, di forma circolare e diametro interno utile pari a 5.6 m, dotato di soglia di stramazzo perimetrale in grado di allontanare i surnatanti, i quali verranno rilanciati alla stazione di sollevamento. Inoltre, verranno previste due ulteriori prese dall'ispessitore a circa 0.5m e 1.0m sotto la canaletta di uscita dei surnatanti per

agevolare le operazioni di manutenzione ordinaria, che verranno collegate alla tubazione di uscita dei surnatanti provenienti dallo stramazzone perimetrale.

Di seguito vengono riepilogati i principali parametri di dimensionamento e le caratteristiche dimensionali dell'ispessitore in oggetto. Si sottolinea che l'operazione di trattamento in oggetto è stata dimensionata con i valori riferiti al secondo stralcio funzionale ed è poi stata verificata la funzionalità del processo con i dati riportati in Tabella 3-26 connessi alla potenzialità di 2.500 AE.

Tabella 3-26: Parametri dimensionali - ispessimento fanghi

Parametro	UdM	Valore
Portata fanghi supero influente	m ³ /d	15.6
Xr	Kg/m ³	11.2
Carico di massa influente	KgTS/d	175
Peso specifico fanghi	Kg/l	1.02
Contenuto in solidi volatili	TVS/TS	0.70
Rapporto di concentrazione permesso		1.1
Percentuale di cattura	%	98
Concentrazione di fango effluente	Kg/m ³	12
Carico di massa effluente	KgTS/d	172
Portata effluente	m ³ /d	13.6
HRT per portata supero max	d	8.6
HRT teorico	d	4.3
Volume teorico	m ³	117.4
Diametro	m	7
Diametro utile	m	5.6
Superficie	m ²	39.1
Superficie utile	m ²	24.6
Battente	m	3.0
Volume	m ³	117.4
Carico superficiale in solidi	kgTS/m ² d	7
Carico idraulico superficiale	m ³ /m ² d	0.63
Portata surnatanti giornaliera	m ³ /d	2.0
Portata surnatanti oraria	m ³ /h	1.0

3.6. Locali tecnici

Le scelte progettuali prevedono la realizzazione di locali tecnici le cui caratteristiche dimensionali (dimensioni interne utili) vengono riepilogate in Tabella 3-27. In particolare, si prevede di inserire nell'impianto:

- Un locale per l'alloggio dei compressori, che è stato dimensionato per contenere anche le soffianti previste nell'ampliamento dell'impianto, fino a 7.500 AE;

- Un locale di alloggio dei quadri elettrici, in continuità strutturale con il precedente, che non avrà degli ingressi indipendenti verso l'esterno dell'impianto, non essendo necessario l'accesso esclusivo agli operatori dell'ENEL;
- Un locale adibito a ufficio e servizi che, in accordo con la Stazione Appaltante, sarà un container monoblocco, poggiato su una platea gettata in opera, e verrà posizionato nei pressi dell'ingresso, al confine Sud-Ovest dell'impianto.

Tabella 3-27: Riepilogo ingombri locali tecnici – dimensioni interne utili

Voce	UdM	Valore
<i>Locale alloggio compressori</i>		
Lunghezza	m	9
Larghezza	m	5
Altezza	m	3.5
<i>Locale alloggio quadri elettrici</i>		
Lunghezza	m	3.5
Larghezza	m	5
Altezza	m	3.5
<i>Palazzina uffici – Locale tecnico personale ATS</i>		
Lunghezza	m	5.5
Larghezza	m	3.5
Altezza	m	3

3.7. Sistemazione generale area di impianto

Gli interventi a corredo di progetto per garantire l'opera completa e funzionante risultano i seguenti:

- ✓ Realizzazione di un'autoclave di volume pari a 5 m³ posizionata nei pressi della disinfezione con relativo impianto di distribuzione di acqua prelevata dall'effluente impianto, adeguato numero di stacchi per tutte le unità operative previste nel progetto e munito di filtro con autopulizia automatica. Sono previste tubazioni in polietilene ad alta densità DN50;
- ✓ Realizzazione sistema di drenaggio acque meteoriche interne all'impianto, composto da 7 pozzetti prefabbricati in calcestruzzo vibrato, ognuno dei quali munito di chiusino carrabile in ghisa sferoidale (100x100 cm) e connessi tra di loro e alla stazione di sollevamento con tubazioni in PVC-U di diametro interno 150.6 mm;
- ✓ Realizzazione di asfalto nell'area di sedime di impianto;
- ✓ Verranno realizzati dei cigli in travertino levigato, perimetrali ad ogni operazione unitaria, per separare le strutture dall'area carrabile;

- ✓ Realizzazione di una recinzione di altezza massima di 2.0 m, eseguita con rete metallica plastificata su plinti prefabbricati in calcestruzzo per alloggiamento dei piantoni, per la delimitazione dell'area di impianto;
- ✓ Realizzazione di due accessi sul lato Ovest dell'impianto: uno dedicato al personale operativo, più vicino al locale uffici ed ai parcheggi, mentre il secondo sarà più vicino all'area che in futuro potrebbe essere occupata da un locale fanghi, in maniera tale da poter essere dedicato specialmente al transito dei mezzi pesanti per il ritiro dei fanghi disidratati;

3.8. Presidi ambientali

Alla luce di quanto emerso dallo screening di impatto ambientale effettuato in fase preliminare, si rende necessario utilizzare le seguenti accortezze e realizzare i seguenti presidi ambientali:

- ❖ Nell'area Nord di impianto, lungo tutto il confine, verrà realizzato un argine artificiale con materiale di risulta e/o fornito dalla Stazione Appaltante, di altezza circa pari a 1.5 ÷ 2.0 m per proteggere l'impianto da eventuali esondazioni del fosso presente appena fuori dalla recinzione, che confluisce nel fiume Soligo;
- ❖ Si prevede la messa a dimora di alberi lungo tutto il perimetro dell'area dell'impianto, in modo tale da rendere meno impattante a livello visivo l'opera in oggetto; in particolare, all'interno del Sito di Interesse Comunitario più vicino all'area di intervento (SIC IT3240030 "Grave del Piave – Fiume Soligo – Fosso di Negrizia") il substrato arboreo-arbustivo è caratterizzato da foreste alluvionali di Ontano nero (*Alnus glutinosa*) e Frassino maggiore (*Fraxinus excelsior*) con arbusti eliofili ed elementi dei Querceto-Fagetea.

4. CALCOLO DEI CONSUMI DI IMPIANTO

Nella seguente tabella vengono riportati i consumi delle singole utenze installate e relative ore di funzionamento così da ricavare, in condizioni di portata media nera influente, il consumo globale di impianto.

Tabella 4-1: Calcolo dei consumi energetici di impianto

COMPARTO	APPARECCHIATURA	POTENZA ASSORBITA (kW)	FUNZIONAMENTO (h/d)	CONSUMO TOTALE (kWh/d)
		A	B	A*B
SOLLEVAMENTO	Pompa centrifuga	3,32	4	13
	Pompa centrifuga	3,32	4	13
	Pompa centrifuga	3,32	4	13
PRETRATTAMENTI	Grigliatura fine	0,68	4	3
	Coclea di trasporto	0,31	4	1
	Compattatore	2,55	4	10
	Dissabbiatore pista	0,15	24	4
	Soffiante per AIR-LIFT	1,7	2	3,4
	Classificatore sabbie	0,31	2	0,62
BIOLOGICO LINEA 1	Compressore Linea 1	16,65	12	199,8
	Mixer	1,8	12	21,6
	Mixer	1,8	12	21,6
SEDIMENTAZIONE SECONDARIA	Carroponte	1,22	24	29,28
	Pompa di fanghi di supero	0,7	2	1,4
	Pompa di fanghi di ricircolo	1,6	24	38,4
	Pompa schiume	1,6	1	1,6
DISINFEZIONE	Pompa dosatrice	0,10	24	2,4
ACQUA SERVIZI	Gruppo acqua servizi	4,00	1	4

Pertanto il consumo giornaliero dell'impianto si attesta a 382kWh/d; da ciò i consumi specifici riferiti agli abitanti equivalenti (2.500AE) ed alla portata trattata (600m³/d) risultano i seguenti:

Tabella 4-2: Consumi specifici impianto

Voce	U.m.	Valore
Consumo	kWh/d	382
Abitanti equivalenti	AE	2500
Consumo specifico	Wh/(AE d)	153
Portata media nera	m ³ /d	600
	kWh/m ³	0,636

Paragonando i risultati ottenuti con quelli noti in letteratura, si ricorda che un impianto di taglia 2.500AE assicura un consumo variabile tra 300 e 350Wh/(AE d) di gran lunga superiore

rispetto a quanto stimato per il depuratore di Follina. Nella seguente tabella il riepilogo delle produzioni specifiche.

Tabella 4-3: Produzioni specifiche di fango di supero

<i>Voce</i>	<i>U.m.</i>	<i>Valore</i>
Carico minimo di fanghi di supero	LTSS w min/d	140
Carico massimo di fanghi di supero	LTSS w max/d	175
Carico medio di fanghi di supero	LTSS w media/d	157,5
Portata media trattata	m ³ /d	600
Produzione specifica di fanghi	Kg TSS/m ³ trattato	0,26

5. REFERENZE

1. P.Battistoni, F.Fatone, R. Cellini, F. Cecchi, Il processo a cicli alternati: sperimentazione in impianti reali e pilota per testare la fattibilità dell'upgrading di piccoli e grandi impianti di depurazione In Proceeding of : Convegno GRICU 2004, Ischia 12-15 Settembre 2004.
2. P. Battistoni, R. Boccadoro, D. Bolzonella, M. Marinelli, (2004). An alternate oxic-anoxic process automatically controlled. Theory and practice in a real treatment plant network. Wat Sci Tech. 48 (11-12), 337-344.
3. M. Brucculeri, D. Bolzonella, P. Battistoni and F. Cecchi, (2005), Treatment of mixed municipal and winery wastewaters in a conventional activated sludge process: a case study, Water Science and Technology, 51 (1), 89-98.
4. Fatone F., Bolzonella D., Battistoni P., Cecchi F. (2005) Removal of nutrients and micropollutants treating low loaded wastewaters in a membrane bioreactor operating the automatic alternated-cycles process. Desalination, 183(1-3), 395 – 405. Elsevier Science Ltd, Oxford, ISSN: 0011-9164.
5. Battistoni P., Fatone F., Bolzonella D., Pavan P, E.M.Battistoni. (2006). Full scale application of the coupled alternate cycles-membrane bioreactor (AC-MBR) process for wastewater reclamation and reuse. 5th IWA World Water Congress and Exhibition – Beijing, China. September 2006.
6. Battistoni P., Fatone F., Cecchi F., Pavan P., Battistoni E.M. (2006). Full scale MBR operating the alternate cycles: one year experiences and process validation. In Atti dei Seminari di Ecomondo 2006. 8-11 Novembre. Rimini – Italia, Vol 2, 180-186. Maggioli Editore ISBN 88.387.3687.1.
7. P. Battistoni, F. Fatone, D. Bolzonella, P. Pavan (2006). Full scale application of the coupled alternate cycles-membrane bioreactor (AC-MBR) process for wastewater reclamation and reuse, Water Practice and Technology. 1 (4) IWA Publishing, London ISSN Online: 1751-231X.
8. M. Santinelli, A. L. Eusebi, E. Cola, P. Battistoni (2011). A Hybrid Denitrification–Alternate Cycles Reactor To Enhance the Nitrogen Biological Removal in a Real Wastewater Treatment Plant - Ind. Eng. Chem. Res., 2011, 50 (24), pp 13947–13953.
9. Nardelli, P., Gatti, G., Eusebi, A. L., Battistoni, P., Cecchi, F., Full scale Application of the Alternate Oxic/Anoxic Process: an overview, Industrial and Engineering Chemistry Research, 2009, 48 (7), 3526-3532.
10. Eusebi, A. L., Nardelli, P., Gatti, G., Battistoni, P., Cecchi, F., From conventional activated sludge to alternate oxic/anoxic process: the optimisation of winery wastewater treatment, Water Science and Technology, 2009, 60(4), 1041-1048.
11. Nardelli, P., Battistoni, E.M., Eusebi, A.L., Battistoni, P., Best Management Practices in Wastewater Treatment in Italian Country: the Territorial Approach of the Autonomous Province of Trento, Journal of Water Sustainability, 2011, 1 (1), 22-32.
12. Eusebi, A.L., Santini, M., De Angelis, A., Battistoni, P., MBR and alternate cycles processes: advanced technologies for liquid wastes treatment, Chemical Engineering Transactions, 2011.
13. Eusebi, A.L., Massi, A., Sablone, E., Santinelli, M., Battistoni, P., Industrial wastewater platform: upgrading of the biological process and operative configurations for best performance, Water Science and Technology, 2012, 721-727.
14. Nardelli, Gatti, Merz, Eusebi, Battistoni, 2011, A territorial approach for excess sludge management: the case of autonomous province of Trento. In proceeding of IWA Congress Sustainable Solutions for Small Water and Wastewater Treatment Systems, Venice 18-22 April 2011.
15. Bariani, Della Muta, Miglioli, Carletti, Eusebi, 2011, Biological process optimization: nutrients performances, settling behaviour and biotic quality of the sludge. In proceeding of IWA Congress Sustainable Solutions for Small Water and Wastewater Treatment Systems, Venice 18-22 April 2011.
16. Paci B., Gozzi F., Battistoni P., Eusebi A.L., 2011, Small wastewater treatment plants: modelling and real results of the alternate cycles process. In proceeding of IWA Congress Sustainable Solutions for Small Water and Wastewater Treatment Systems, Venice 18-22 April 2011.
17. Eusebi A.L., Sablone E., Massi A., Battistoni P., 2010, Piattaforma reflui industriali: upgrading del processo biologico e configurazioni operative per l'ottimizzazione delle prestazioni. In proceeding of Ecomondo 2010 Rimini 3-5 Novembre.
18. Eusebi A.L., Santinelli M., Panigutti M., Burzacca L., Battistoni P., 2011, Effetto di riduzione della produzione dei fanghi attraverso l'applicazione di un processo a cicli in linea acque: un caso reale. In proceedings of Ecomondo 2011 Rimini 9-12 Novembre.