

## PROGETTO DEFINITIVO

INTERVENTI DI POTENZIAMENTO DEL DEPURATORE DI SANTA GIUSTINA  
DI RIMINI E RELATIVE RETI DI COLLETTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE  
DELL'AREA DI BELLARIA-IGEA MARINA E PARTE SETTENTRIONALE DI RIMINI

### I LOTTO - IMPIANTO DI DEPURAZIONE

Progettazione :



**D.A.M. S.p.A.**

STUDI RICERCHE E PROGETTI  
SOCIETÀ D'INGEGNERIA E CONSULENZA  
V.LE L.B. ALBERTI 84 RAVENNA  
T 0544 516011 F 0544 516000

Il progettista e direttore tecnico :  
di DAM S.p.A.

Dott. Ing. RENATO DEL PRETE  
Ordine Ingegneri Provincia di Bari n. 5073

Consulenza :



RELAZIONI TECNICHE SPECIALISTICHE			Doc.
RELAZIONE TECNICA BIOLOGICA DI PROCESSO			4.03
Revisioni	N°	Descrizione	Data
	0	Revisione con integrazioni Conferenza Servizi del 10.03.2009 (delibera G.P. n. 53/2009)	Febbraio 2010
	1	Revisione	
Numero elaborato		D F 2 1 4 0 4 0 3 R 0	

## INDICE

<b>1 – PREMESSE .....</b>	<b>2</b>
<b>2 – I DATI DI PROGETTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3 – I RENDIMENTI ATTESI .....</b>	<b>9</b>
<b>4 – LE OPERE DI PROGETTO .....</b>	<b>10</b>
4.1 – LINEA ACQUE ESISTENTE – OPERE INTEGRATIVE .....	10
4.2 – LINEA ACQUE NUOVA – OPERE DI POTENZIAMENTO .....	11
4.3 – LINEA FANGHI .....	12
<b>5 – CALCOLI DI PROCESSO .....</b>	<b>13</b>
5.1 – LINEA ACQUE ESISTENTE – OPERE INTEGRATIVE .....	13
5.1.1 – <i>By-pass della sedimentazione primaria</i> .....	13
5.1.2 – <i>Disinfezione UV</i> .....	15
5.2 – LINEA ACQUE NUOVA A MEMBRANE – OPERE DI POTENZIAMENTO ..	17
5.2.1 – <i>Opera di presa</i> .....	17
5.2.2 – <i>Vasca di laminazione-accumulo</i> .....	19
5.2.3 – <i>Grigliatura automatica fine</i> .....	22
5.2.4 – <i>Dissabbiatura – disoleatura – preareazione</i> .....	25
5.2.5 – <i>Sedimentazione primaria</i> .....	27
5.2.6 – <i>Trattamento biologico</i> .....	29
5.2.7 – <i>Accumulo e disinfezione</i> .....	44
5.3 – LINEA FANGHI .....	46
5.3.1 – <i>Preispessimento (ispessimento meccanico)</i> .....	47
5.3.2 – <i>Digestione anaerobica</i> .....	49
5.3.3 – <i>Postispessimento</i> .....	50
5.3.4 – <i>Disidratazione meccanica dei fanghi</i> .....	52

## 1 – PREMESSE

La presente relazione tecnica definisce i calcoli di processo sulla base dei quali vengono dimensionate le opere del progetto definitivo di potenziamento del depuratore di S.Giustina.

I dati di progetto, assunti a base dei calcoli e riportati nel capitolo seguente, rispecchiano sostanzialmente i dati del progetto preliminare e ricalcano i dati del progetto generale dell'impianto esistente.

L'analisi dei reports di gestione dei tre impianti S.Giustina, Marecchiese e Bellaria-Igea Marina e relativi agli anni 2005 e 2006 confermano sul piano generale i dati assunti a base del progetto preliminare, che risultano – per certi aspetti – cautelativi e, quindi, a favore di sicurezza.

Per quanto riguarda, infatti, i parametri BOD<sub>5</sub>, COD, TKN e TSS, dai report di gestione si evince che la media ponderale dei liquami in arrivo ai tre impianti esistenti (ossia, la simulazione della miscela di tali liquami, che costituirà l'ingresso al nuovo impianto di S.Giustina potenziato) è caratterizzata da valori pari a circa il 60÷70% del valore di design.

Con riferimento a tali parametri, tuttavia, non è opportuno diminuire le concentrazioni da porre alla base della progettazione definitiva, in quanto le misure effettuate dal Gestore non tengono conto di due importanti apporti, che attualmente non giungono ad alcuno dei tre impianti esistenti e che in futuro dovranno essere trattati.

Si tratta degli apporti corrispondenti all'allevamento suinicolo "Zavatta" ed al percolato della discarica di Ginestreto.

Si ritiene pertanto che i valori assunti in sede di progettazione preliminare con riferimento a BOD<sub>5</sub>, COD, TKN e TSS debbano essere confermati e che, quindi, su di essi debba essere impostata la progettazione definitiva dell'impianto di S.Giustina potenziato.

Anche per quanto riguarda il fosforo totale (TP) in ingresso, dai report di gestione emerge che il valore medio ponderale di TP nelle tre correnti riunite è inferiore a quello di design. Anzi, con riferimento a tale parametro si osserva che il dato posto alla base della progettazione preliminare è pari a circa quattro volte quello misurato dall'inizio del 2005 al giugno 2006.

Per questa ragione, anche se ciò non comporta alcun significativo ridimensionamento delle diverse sezioni di trattamento, si è del parere che i valori assunti in sede di progettazione preliminare con riferimento al parametro fosforo totale (TP) non debbano essere confermati ed, in particolare, che possa essere posto alla base della progettazione definitiva un dato di concentrazione di TP nei liquami in ingresso pari ad un 30% in più (per tener conto di idonei margini progettuali e per conferire all'impianto opportune caratteristiche di elasticità) dei valori che emergono dai rapporti di gestione e, quindi, pari a 4,5 mg/l P.

Tale ridefinizione del valore del parametro TP in ingresso consentirà di prevedere un consumo di reattivi sensibilmente inferiore e, di conseguenza, una minore produzione di fanghi chimici, con evidenti ricadute positive sulla performance del comparto biologico (più alti SRT) e sulla filiera di trattamento dei fanghi.

Inoltre, proprio grazie ai minori dosaggi di reagenti ed alla inferiore produzione complessiva di fanghi, potranno ottenersi importanti risparmi sui costi d'esercizio dell'impianto.

A questo proposito, si segnala che allo stato attuale la Gestione sta testando l'impiego di alluminato sodico in sostituzione del cloruro ferrico, con buoni risultati e costi decisamente più ridotti (50% circa).

Per quanto riguarda l'accertata elevata presenza di cloruri nelle acque in arrivo all'impianto di Rimini – Marecchiese, si ritiene che ciò sia dovuto a non trascurabili ingressioni di acque di mare nei punti in cui le infrastrutture fognarie sono separate dal mare da paratoie, che, in occasione delle mareggiate, vengono scavalcate dalle onde e di acque di falda (certamente salmastra, dato l'ambiente marino) in rete, a causa di imperfezioni nella tenuta idraulica delle tubazioni.

Considerato che le possibilità di ridurre tali sostanze tramite trattamento depurativo sono riferibili unicamente a sistemi estremamente specialistici, onerosi e di delicato esercizio (scambio ionico, osmosi inversa, elettrodialisi, ecc.), si ritiene che si debba agire "a monte", intervenendo con l'obiettivo di diminuire gli apporti di acqua di mare e di acque parassite alla rete fognaria.

Più in particolare, è possibile prevedere due tipologie di interventi. Una, più semplice, che consiste nella sistemazione delle infrastrutture fognarie nei punti in cui le mareggiate provocano lo scavalco delle paratoie esistenti da parte delle onde, in modo che ciò sia, se non altro, meno frequente; l'altra, di attuazione più complicata, consistente nel risanamento dei tratti e/o delle porzioni di rete fognaria contraddistinti dalle più scarse caratteristiche di tenuta idraulica, in corrispondenza dei quali si verificano la maggior parte delle infiltrazioni.

A questo proposito, si ritiene di estrema importanza l'attuazione di tali azioni, poiché le ricadute positive su tutto il sistema di raccolta, collettamento e depurazione conseguenti ad una efficace azione di riduzione delle acque salmastre in rete andranno ben al di là della riduzione dei cloruri in arrivo al trattamento e riguarderanno sia benefici in termini gestionali, dovuti a risparmi nel consumo di energia elettrica e di reagenti all'impianto, sia a livello processistico, per via della minore diluizione dei reflui in arrivo, sia, infine, di carattere ambientale, dovuti alla diminuzione della quantità complessiva (ad esempio annua) di inquinanti scaricati a mare in occasione degli sfiori in tempo di pioggia.

Per maggiori dettagli sui dati di progetto si rimanda all'allegato specifico.

I calcoli di processo di seguito riportati sono relativi al progetto delle nuove opere ed alla verifica delle opere esistenti che verranno a far parte della nuova linea di potenziamento, che si affiancherà alla linea esistente per conseguire la potenzialità complessiva richiesta e soddisfare così le esigenze di risanamento del bacino della vallata del Marecchia fino a Novafeltria, dell'Ausa, dell'Uso parte alta, del Marano versante riminese e del comune di Bellaria-Igea Marina.

L'aumento di potenzialità dell'impianto viene conseguita impiegando la tecnologia dell'ultrafiltrazione mediante membrane a fibra cava immerse. Le ragioni che hanno motivato tale scelta sono riportate nell'allegato specifico di progetto al quale si rimanda per maggiori dettagli.

Il progetto contempla inoltre taluni interventi relativi alle opere esistenti per migliorare e razionalizzare la gestione della linea di trattamento tradizionale e della linea fanghi.

Il progetto tiene conto dell'esigenza di mantenere, per quanto possibile, in funzione la linea esistente onde assicurare l'efficienza dei trattamenti anche nel periodo transitorio.

## 2 – I DATI DI PROGETTO

I dati di progetto sono riepilogati nella tabella che segue dove vengono distinti il periodo non estivo da quello estivo.

IMPIANTO DI S.GIUSTINA			
DATI DI PROGETTO		SITUAZIONE NON ESTIVA	SITUAZIONE ESTIVA
- ABITANTI EQUIVALENTI	n	370.000	560.000
- CARICO SPECIFICO BOD5	gr/ab/d	60,00	60,00
- CARICO SPECIFICO SOLIDI SOSPESI	gr/ab/d	90,00	90,00
- CARICO SPECIFICO TKN	gr/ab/d	12,00	12,00
- CARICO SPECIFICO FOSFORO	gr/ab/d	1,00	1,00
- PORTATA INFLUENTE			
* giornaliera	mc/d	77.976	125.568
* oraria media Qm = Q24	mc/h l/s	3.249 903	5.232 1.453
* oraria di punta Qp = Q16	mc/h l/s	4.874 1.354	7.848 2.180
* oraria di pioggia in arrivo all'impianto	mc/h l/s	15.696 4.360	15.696 4.360
* oraria di pioggia al trattamento	mc/h l/s	7.798 2.166	10.464 2.907
* oraria di pioggia in accumulo	mc/h l/s	7.898 2.194	5.232 1.453
- BOD5			
* totale	kg/d	22.200,00	33.600,00
* concentrazione	mg/l	284,70	267,58
- SOLIDI SOSPESI TOTALI			
* totale	kg/d	33.300,00	50.400,00
* concentrazione	mg/l	427,05	401,38
- TKN			
* totale	kg/d	4.440,00	6.720,00
* concentrazione	mg/l	56,94	53,52

**Segue tab. Dati di progetto**

- P			
* totale	kg/d	370,00	560,00
* concentrazione	mg/l	4,75	4,46

I coefficienti relativi alle portate indicate sono i seguenti:

	<b>Coefficiente Q Invernali</b>	<b>Coefficienti estivi</b>
Coefficiente portata di punta nera	1,5 * Qm	1,5 * Qm
Coefficiente portata pioggia sollevata all'impianto	4,83 * Qm	3 * Qm
Coefficiente portata pioggia al trattamento biologico	2,4 * Qm	2 * Qm

Le nuove esigenze in termini di trattamento biologico vengono determinate tenendo conto che la linea acque esistente, di tipo tradizionale, ha una potenzialità nominale pari a circa 110.000 A.E. in condizione non estiva e di 220.000 A.E. in condizione estiva ed è costituita dai due moduli di denitrificazione recenti aventi volume di 10.000 mc (2x5.000), dai quattro moduli di denitrificazione originaria del volume di 3.472 mc (4x868) e dai quattro moduli di aerazione del volume di 11.180 mc (4x2.795)

Si pone quindi l'esigenza di realizzare un potenziamento per 260.000 A.E. nella condizione non estiva e per 340.000 A.E. nella condizione estiva.

Il dimensionamento delle nuove opere di trattamento biologico viene eseguito facendo riferimento alla condizione non estiva, più sfavorevole.

Le temperature dei liquami nel trattamento biologico sono state assunte pari a:

<b>Condizione</b>	<b>T (°C)</b>
Condizione non estiva	12
Condizione estiva	20

Distinguendo la linea nuova di trattamento a membrane da quella tradizionale esistente e la situazione non estiva da quella estiva si ottengono i dati di progetto sotto riportati. Per la linea nuova a membrane si esegue poi il bilancio degli inquinanti distinguendo la situazione non estiva da quella estiva.

IMPIANTO DI S.GIUSTINA		MEMBRANE		TRADIZIONALE	
DATI DI PROGETTO LINEE		SITUAZIONE NON ESTIVA	SITUAZIONE ESTIVA	SITUAZIONE NON ESTIVA	SITUAZIONE ESTIVA
- ABITANTI EQUIVALENTI	n	260.000	340.000	110.000	220.000
- CARICO SPECIFICO BOD5	gr/ab/d	60,00	60,00	60,00	60,00
- CARICO SPECIFICO SOLIDI SOSPESI	gr/ab/d	90,00	90,00	90,00	90,00
- CARICO SPECIFICO TKN	gr/ab/d	12,00	12,00	12,00	12,00
- CARICO SPECIFICO FOSFORO	gr/ab/d	1,00	1,00	1,00	1,00
- PORTATA INFLUENTE					
giornaliera	mc/d	54.794	76.238	23.182	49.330
oraria media Qm = Q24	mc/h	2.283	3.177	966	2.055
	l/s	634	882	268	571
oraria di punta Qp = Q16	mc/h	3.425	4.765	1.449	3.083
	l/s	951	1.324	402	856
oraria di pioggia al trattamento	mc/h	5.479	6.353	2.318	4.111
	l/s	1.522	1.765	644	1.142
- BOD5					
totale	kg/d	15.600,00	20.400,00	6.600,00	13.200,00
concentrazione	mg/l	284,70	267,58	284,70	267,58
- SOLIDI SOSPESI TOTALI					
totale	kg/d	23.400,00	30.600,00	9.900,00	19.800,00
concentrazione	mg/l	427,05	401,38	427,05	401,38
- TKN					
totale	kg/d	3.120,00	4.080,00	1.320,00	2.640,00
concentrazione	mg/l	56,94	53,52	56,94	53,52
- P					
totale	kg/d	260,00	340,00	110,00	220,00
concentrazione	mg/l	4,75	4,46	4,75	4,46

IMPIANTO DI S.GIUSTINA		MEMBRANE	
BILANCIO INQUINANTI LINEE		SITUAZIONE NON ESTIVA	SITUAZIONE ESTIVA
- BILANCIO BOD <sub>5</sub>			
BOD <sub>5</sub> ingresso impianto	Kg/d	15.600,00	20.400,00
	mg/l	284,70	267,58
BOD <sub>5</sub> eliminato nei pretrattamenti	Kg/d	0,00	0,00
	mg/l	0,00	0,00
BOD <sub>5</sub> in uscita	Kg/d	1.095,88	1.524,76
	mg/l	20,00	20,00
BOD <sub>5</sub> da eliminare nel biologico	Kg/d	14.504,12	18.875,24
	mg/l	264,70	247,58
Percentuale BOD <sub>5</sub> eliminata	%	92,98%	92,53%
- BILANCIO AZOTO AMMONIACALE			
NTK ingresso impianto	Kg/d	3.120,00	4.080,00
	mg/l	56,94	53,52
NTK eliminato nei pretrattamenti	Kg/d	0,00	0,00
	mg/l	0,00	0,00
NTK assimilato biologicamente	Kg/d	637,96	826,98
	mg/l	11,64	10,85
NTK effettivo in uscita, NH <sub>4</sub> (N) + organico non biodegradabile	Kg/d	219,18	293,50
	mg/l	4,00	4,00
NTK residuo da nitrificare	Kg/d	2.262,86	2959,51
	mg/l	41,30	38,82
- BILANCIO AZOTO NITRICO			
NO <sub>3</sub> (N) in uscita	Kg/d	301,71	422,82
	mg/l	5,51	5,55
NO <sub>3</sub> (N) da denitrificare	Kg/d	1.961,15	2.536,69
	mg/l	35,79	33,27
Percentuale eliminazione azoto	%	83,30%	82,44%
- BILANCIO FOSFORO			
P ingresso impianto	Kg/d	260,00	340,00
	mg/l	4,75	4,46
P eliminato nei pretrattamenti	Kg/d	0,00	0,00
	mg/l	0,00	0,00
P eliminato per assimilazione biologica	Kg/d	106,32	137,84
	mg/l	1,94	1,81
P effettivo in uscita	Kg/d	54,79	76,24
	mg/l	1,00	1,00
P da eliminare chimicamente	Kg/d	98,91	125,77
	mg/l	1,81	1,65
Percentuale P eliminata	%	78,93%	77,58%



**Segue tab. Bilancio inquinanti linee**

- BILANCIO SOLIDI SOSPESI TOTALI			
SST ingresso impianto	Kg/d	23.400,00	30.600,00
	mg/l	427,05	401,38
SST eliminati nei pretrattamenti	Kg/d	0,00	0,00
	mg/l	0,00	0,00
SST ingresso biologico	Kg/d	23.400,00	30.600,00
	mg/l	427,05	401,38
SST in uscita	Kg/d	1.643,82	2.287,14
	mg/l	30,00	30,00
Percentuale eliminazione SST	%	92,98%	92,53%

### 3 – I RENDIMENTI ATTESI

La nuova linea a membrane sarà in grado di rispettare allo scarico i limiti più restrittivi che derivano dal confronto tra i valori imposti dal D.Lgs 152/2006, art. 106 per scarichi di acque reflue in corpi idrici ricadenti in aree sensibili e relativi allegati, e i valori imposti dal D.M. 185/2003 per il recupero e riutilizzo dell'acqua trattata ai sensi del art. 99 del D.Lgs. 152/2006.

Nella tabella 3.1 vengono riepilogati i limiti fissati per i principali parametri, per tutti gli altri parametri si rimanda al D.Lgs 152/2006 ed al D.M. 185/2003.

		D.Lgs 152/06	D.M. 185/2003	Limite imposto al costruttore		Valore medio atteso allo scarico	
Parametri	u.m.			ESTATE	INVERNO	ESTATE	INVERNO
BOD5	mg/l	≤ 25	≤ 20	3,5	5,5	2,65	4,25
COD	mg/l	≤ 125	≤ 100	25	35	15	25
Solidi sospesi	mg/l	≤ 35	≤ 10	≤ 10		≤ 10	
Azoto totale (come N)	mg/l	≤ 10	≤ 15	≤ 10		≤ 10	
Ammoniaca	mg/l		≤ 2	≤ 2		≤ 2	
Fosforo (come P)	mg/l	≤ 1	≤ 2	0,5		0,5	
Escherichia coli		UFC/100 ml	UFC/100 ml	UFC/100 ml		UFC/100 ml	

Tab. 3.1 – Caratteristiche allo scarico linea ultrafiltrazione

## 4 – LE OPERE DI PROGETTO

Confrontando i dati del progetto originario con quelli sopra riepilogati si evince che a potenziamento conseguito i carichi influenti la linea tradizionale, sia idraulici che inquinanti, risultano pressoché identici a quelli attuali.

Per la linea acque tradizionale esistente si prevede quindi di realizzare unicamente opere integrative che rappresentano gli interventi mirati a razionalizzare il lay-out di progetto, ad elevarne la flessibilità e a semplificarne la gestione.

### 4.1 – LINEA ACQUE ESISTENTE – OPERE INTEGRATIVE

Gli interventi previsti riguardano in particolare:

1. la implementazione dei collegamenti idraulici per consentire il by pass della sezione di sedimentazione primaria; una nuova tubazione di acciaio del DN 700/1000 mm collegherà i pozzetti di scarico delle due vasche di dissabbiatura con il pozzetto di ripartizione del mixed liquor. L'azionamento di paratoie consentirà all'occorrenza di mettere in esercizio o di escludere i sedimentatori dallo schema di trattamento;
2. la installazione di inverter sulle tre pompe coclea destinate al ricircolo dei fanghi onde consentire una regolazione della portata in funzione della concentrazione di nitrati in denitrificazione, modificando il numero di giri delle coclee stesse;
3. la installazione di inverter sulle tre pompe coclea destinate al ricircolo del mixed liquor onde consentire una regolazione della portata in funzione della concentrazione di nitrati in denitrificazione, modificando il numero di giri delle coclee stesse;
4. la installazione di inverter sulle due pompe coclea esistenti destinate al sollevamento delle acque trattate ai trattamenti terziari onde consentire una regolazione della portata in funzione della misura di livello, modificando il numero di giri delle coclee stesse;
5. la realizzazione di un sistema di disinfezione ad UV.

Per quanto attiene i compressori dell'aria al biologico, gli approfondimenti di indagine condotti in sede di progetto definitivo hanno consentito di chiarire che tali macchine dispongono già di un sistema di variazione della portata d'aria erogata mediante regolazione dell'angolazione delle palette delle giranti e di un quadro di comando specifico e quindi non risulta necessario eseguire alcun intervento in tal senso.

Il sistema evidenzia invece limiti di regolazione dell'aria sulle singole vasche che potranno essere affrontati e risolti fermando la linea; pertanto tale intervento sarà possibile solo dopo la realizzazione e messa in marcia della nuova linea.

In ogni caso l'intervento è da ritenersi fuori dai limiti del presente progetto.

Il lay-out della linea acque tradizionale rimane pertanto sostanzialmente invariato, così come sostanzialmente invariati rimangono i parametri di funzionamento.

#### 4.2 – LINEA ACQUE NUOVA – OPERE DI POTENZIAMENTO

La linea acque a membrane, per potenziare l'impianto, comporta la realizzazione di:

1. una nuova opera di presa e ripartizione della portata;
2. una nuova vasca di stoccaggio del liquame per la laminazione delle portate con particolare riferimento al tempo di pioggia da 26.000 mc, integrabile con i volumi dei sedimentatori primari esistenti per complessivi 33.000 mc;
3. una nuova stazione di grigliatura fine;
4. un nuovo trattamento biologico, costituito da una sezione di predenitrificazione, una sezione di ossidazione nitrificazione ed una sezione a membrane;
5. una vasca di accumulo finale dell'acqua trattata.

Per il dimensionamento del trattamento biologico della linea acque a membrane si sono fissati i seguenti parametri di progetto:

- temperatura massima della biomassa 20°C;
- temperatura minima della biomassa 12°C;
- contenuto di azoto totale allo scarico  $TN \leq 10$  ppm così suddiviso:
  - 1,5 ppm ammoniaca come N;
  - 2,5 ppm N organico non biodegradabile;
  - 6,0 ppm  $N-NO_3$ ;
- per quanto attiene la concentrazione di sostanza secca nel trattamento biologico a membrane occorre osservare che essa può variare in un intervallo 8 – 10 kgMLSS/mc in funzione del tipo di membrana impiegato; viene scelto cautelativamente il valore pari a circa di 9,00 kgMLSS/mc;
- l'abbattimento del fosforo viene conseguito mediante dosaggio di alluminato di sodio nel comparto biologico secondo le recenti scelte del gestore.

Il liquame influente l'impianto non viene sottoposto a trattamento di sedimentazione primaria allo scopo di mantenere il rapporto  $BOD_5 / TKN$  sui valori ottimali richiesti per conseguire i livelli di denitrificazione necessari.

Il lay-out della linea acque a membrane risulterà così composto:

- Opera di presa e ripartizione di portata (nuova opera)
- Vasca di accumulo (nuova opera)
- Grigliatura fine (nuova opera)
- Dissabbiatura – disoleatura – preaerazione (opera esistente)
- Sedimentazione primaria (opera esistente)
- Denitrificazione (nuova opera)
- Ossidazione – nitrificazione (nuova opera)
- Membrane (nuova opera)
- Impianti di stoccaggio e dosaggio reattivi (implementazione opera esistente)
- Vasca di accumulo acqua trattata (nuova opera)

Per la realizzazione della nuova linea acque si è scelto di utilizzare tecnologie innovative, basate sulla separazione della biomassa mediante membrane (MBR), adottando un trattamento di ultrafiltrazione, utilizzando cioè membrane caratterizzate da pori delle dimensioni di 0,1 micrometri.

In definitiva l'adeguamento dell'impianto alle necessità future è stato, progettato considerando di mantenere l'attuale linea acque di tipo tradizionale, che continuerà a funzionare, come avviene attualmente, secondo lo schema convenzionale tipico degli impianti a fanghi attivi a biomassa sospesa con predenitrificazione e di aggiungere ad essa la nuova linea di trattamento (per raggiungere nel complesso la potenzialità totale necessaria) fondata sulla tecnologia di separazione dei fanghi con il sistema dell'ultrafiltrazione a membrane tipo MBR.

#### 4.3 – LINEA FANGHI

I quantitativi di fanghi prodotti complessivamente dalle due linee acque (tradizionale + membrane) nella condizione estiva, e quindi nella condizione di massima produzione, corrispondono sostanzialmente ai quantitativi attesi dal progetto generale riferiti alla potenzialità di 440.000 A.E.

La minor produzione specifica di fanghi di supero della linea membrane rispetto a quella derivante dalla linea tradizionale, dovuto ad una età del fango maggiore, compensa in pratica l'aumento di potenzialità.

Ne consegue che la linea di trattamento fanghi non richiede interventi particolari di adeguamento ad eccezione di quelli legati alla flessibilità e razionalizzazione della gestione così costituiti:

- un nuovo preispessitore a tavola piana;
- un nuovo postispessitore cilindrico;
- due nuovi silos di stoccaggio fanghi disidratati.

Il lay-out della linea di trattamento fanghi rimane quindi sostanzialmente invariato anche se aumenta il numero delle unità che compongono alcune stazioni (postispessimento, accumulo fanghi disidratati) e viene previsto l'impiego di una diversa tecnologia per il preispessimento dei fanghi che va ad implementare la tecnologia esistente.

## 5 – CALCOLI DI PROCESSO

### 5.1 – LINEA ACQUE ESISTENTE – OPERE INTEGRATIVE

Di seguito vengono definiti gli interventi di tipo idraulico e processistico, mentre si rimanda alla relazione specifica “Relazione impianti elettrici strumentali” per gli interventi di tipo elettrico (inverter).

#### 5.1.1 – By-pass della sedimentazione primaria

Per garantire il rapporto  $BOD_5 / TKN$  sui valori ottimali necessari per conseguire i livelli di denitrificazione richiesti è opportuno che il liquame influente l'impianto non venga sottoposto a completo trattamento di sedimentazione primaria.

Si prevede pertanto di realizzare un nuovo sistema di tubazioni per collegare i pozzetti di scarico delle due vasche di dissabbiatura con il pozzetto di ripartizione del mixed liquor in modo da poter indirizzare il liquame direttamente al trattamento biologico.

Tale sistema di tubazioni è già stato previsto da AMIR S.p.A. e definito a livello di progetto definitivo.

Si è pertanto acquisito il progetto che prevede un sistema di tubazioni costituito da:

- due tronchi di tubazioni di acciaio DN 700
- un tronco di tubazione di acciaio DN 1000
- due paratoie di intercettazione delle tubazioni DN 700

La portata massima che il sistema di tubazioni dovrà convogliare, secondo le ipotesi del presente progetto, è pari a 4.111 mc/h (1.142 l/s) che corrisponde alla portata di pioggia in situazione estiva.

Le velocità massime che si verificano nelle due sezioni utilizzate saranno pari a:

- DN 700:  $V_{max} = 1,49$  m/s
- DN 1.000:  $V_{max} = 1,48$  m/s

Il percorso del sistema di tubazioni è stato definito per evitare interferenze con opere esistenti.

IMPIANTO S.GIUSTINA				
BY-PASS SEDIMENTAZIONE PRIMARIA - LINEA ESISTENTE			SITUAZIONE NON ESTIVA	SITUAZIONE ESTIVA
-	PORTATA INFLUENTE			
	Giornaliera	mc/d	23.182	49.330
	oraria media	mc/h	966	2.055
		l/s	268	571
	oraria massima	mc/h	2318	4.111
		l/s	644	1.142
-	TUBAZIONI			
	collegamenti alla dissabbiatura	n	1	2
	diametro tubazione	m	0,70	0,70
	velocità in condotta alla portata media	m/s	0,70	0,74
	velocità in condotta alla portata massima	m/s	1,67	1,48
	Collettore	n	1	1
	diametro tubazione	m	1,00	1,00
	velocità in condotta alla portata media	m/s	0,34	0,73
	velocità in condotta alla portata massima	m/s	0,82	1,45
-	PARATOIE			
	Larghezza	m	0,8	0,8
	Altezza	m	0,8	0,8
	altezza H2O	m	4,00	4,00
	azionamento	ingranaggi e volantino		
	Tenuta	4 lati in due sensi		

### 5.1.2 – Disinfezione UV

Allo stato attuale la disinfezione delle acque trattate nella linea tradizionale viene ottenuta mediante dosaggio di ipoclorito di sodio. Il depuratore dispone anche di tutta l'impiantistica necessaria alla produzione e dosaggio di biossido di cloro.

Si prevede, tuttavia, di installare un sistema di disinfezione ad UV del tipo modulare con lampade inserite in apposita canaletta di cemento completamente indipendente.

La canaletta sarà realizzata a valle della sezione di filtrazione e della vasca di contatto esistente disposta sotto la sezione di filtrazione stessa, in modo che l'acqua filtrata possa all'occorrenza essere sottoposta comunque a disinfezione di copertura mediante il dosaggio dei reattivi menzionati.

La separazione del sistema U.V. dalla vasca di contatto consente di intervenire facilmente per eventuali operazioni di manutenzione.

Il calcolo di dimensionamento del sistema di lampade ultraviolette per la disinfezione viene eseguito sulla base della portata massima filtrata pari alla portata nera in condizioni di punta e pari a 3.083 mc/h e con una concentrazione media di solidi sospesi pari a 10 mg/l.

Il calcolo della potenza radiante viene inoltre eseguito avendo come obiettivo allo scarico un valore limite di escherichia coli di 500 UFC/100mL e quindi dieci volte inferiore al limite massimo consigliato.

Le lampade vengono posizionate orizzontalmente all'interno di un canale di scorrimento, vengono attraversate dall'acqua che consegue la debatterizzazione richiesta raggiungendo un elevato rapporto fra dose d'irradiazione, volume d'acqua trattato e consumo di energia elettrica.

La distribuzione delle lampade è studiata in modo tale da garantire un alto valore di intensità di radiazione specifica in ogni punto assicurando nel contempo la velocità di deflusso richiesta.

Il sistema viene realizzato mediante l'installazione di più moduli U.V. disposti in serie; il livello in canaletta viene controllato da uno stramazzo regolabile che lo mantiene costante garantendo la completa immersione delle lampade qualunque sia il regime di portata influente nel campo previsto.

Ogni lampada è dotata di un sistema di pulizia automatico che mantiene inalterata nel tempo l'intensità specifica della radiazione ultravioletta, costituito da spazzole di lavaggio a movimento idraulico e comandato da una centralina elettronica che ne controlla il funzionamento.

L'impianto è dotato di un sistema di controllo automatico del dosaggio di raggi UV per adeguarsi al flusso di acqua da trattare e per ottimizzare conseguentemente il consumo di energia elettrica sulla base dei dati monitorati.

Un regolatore di livello ed un sensore sono posizionati a valle delle lampade per verificare l'immersione delle stesse.



Nella scheda che segue sono riepilogati i dati dimensionali della nuova sezione.

IMPIANTO DI S.GIUSTINA		TRADIZIONALE	
DISINFEZIONE		SITUAZIONE NON ESTIVA	SITUAZIONE ESTIVA
- ABITANTI EQUIVALENTI	n	110.000	220.000
- PORTATA INFLUENTE			
Giornaliera	mc/d	23.182	49.330
oraria media Qm = Q24	mc/h l/s	966 268	2.055 571
oraria di punta Qp = Q16	mc/h l/s	1.449 402	3.083 856
- CANALE LAMPADE			
Unità	n	1	
Larghezza	mm	1.120	
Lunghezza	mm	5.000	
battente nel canale	mm	810,00	
quota fondo canale	mm	22,00	
paratoie automatiche di intercettazione	n	2,00	
- CANALE BY-PASS			
Unità	n	1	
Larghezza	mm	1.200	
Lunghezza	mm	5.000	
paratoia automatica di intercettazione	n	1	
- IMPIANTO DISINFEZIONE			
Banchi	n	1	
moduli per banco	n	11	
lampade per modulo	n	8	
totale lampade	n	88	
potenza singola lampada	w	250	
potenza complessiva comprese utenze acc	kw	28	
dose UV emessa	mJ/cm <sup>2</sup>	27	
limite di disinfezione conseguito	UFC/100 ml	500	

## 5.2 – LINEA ACQUE NUOVA A MEMBRANE – OPERE DI POTENZIAMENTO

Nelle pagine che seguono vengono riportati i calcoli di processo relativi alle opere di potenziamento, riepilogandone le principali caratteristiche dimensionali ed i più significativi parametri di funzionamento.

### 5.2.1 – Opera di presa

L'opera è stata oggetto di variante rispetto a quanto previsto nel progetto preliminare in quanto nel frattempo, nell'ambito del Progetto di completamento Linea Acque – Primo lotto funzionale, è stata realizzato in fregio all'opera di presa esistente un canale di bypass della sezione di grigliatura, non previsto nel progetto originario ma oggetto di una perizia suppletiva, che interferisce con le opere di potenziamento. L'interferenza viene risolta distanziando le nuove opere, che verranno quindi ad assumere una nuova posizione planimetrica, in maniera adeguata rispetto alle opere recentemente eseguite. Si è riscontrato inoltre che la nuova posizione della linea di media tensione, modificata rispetto a quella originaria dopo la redazione del progetto preliminare, interferisce con le fondazioni della canaletta di scarico della nuova sezione di grigliatura.

La nuova opera di presa verrà collegata a quella attuale esistente mediante una canaletta, in fregio alla quale verrà realizzato uno stramazzo laterale. La portata di pioggia eccedente la potenzialità idraulica delle due linee verrà sfiorata nella vasca di laminazione-accumulo e risolleverata all'impianto una volta cessato l'evento meteorico senza creare sovraccarichi.

Un sistema di grigliatura disposto sotto lo stramazzo laterale di sfioro provvederà a trattenere il materiale solido e galleggiante indirizzandolo verso la grigliatura fine, impedendo così che vada ad accumularsi nella vasca di laminazione-accumulo.

Due stramazzi regolabili provvederanno a ripartire la portata, che perviene alla nuova opera di presa e da avviare al trattamento, fra la linea esistente e quella di nuova realizzazione nelle giuste proporzioni. Gli stramazzi saranno costituiti da paratoie a funzionamento rovescio, azionate da motori elettrici che all'occorrenza potranno anche sezionare i due flussi interrompendo l'alimentazione delle due linee.

Misuratori disposti sugli stramazzi daranno la misura continua delle portate avviate al trattamento di depurazione e conseguentemente la misura, per differenza, della portata accumulata.

Si evidenzia infatti che la portata totale influente la nuova opera di presa viene ottenuta come somma delle misure delle portate influenti l'opera di presa esistente (portate da ISA, ISB, ISC) e della portata sollevata dal sollevamento di Orsoletto.

La canaletta che collega la nuova opera di presa alla linea di trattamento esistente, viene dimensionata per poter indirizzare al by-pass generale dell'impianto l'intera portata destinata al trattamento.

Nella tabella che segue vengono riepilogate le portate di dimensionamento della nuova opera di presa.

Denominazione	U.M	Portate
Giornaliera complessiva	mc/g	125.568
Portata oraria massima in tempo di pioggia	mc/h	15.696
Portata oraria massima da ISA, ISB, ISC	mc/h	12.526
Portata oraria massima da sollevamento Orsoletto	mc/h	3.170
Portata oraria massima accumulata (Situazione E)	mc/h	5.232
Portata oraria massima accumulata (Situazione NE)	mc/h	7.898
Portata oraria massima destinata al trattamento	mc/h	10.464
Portata oraria massima alla linea nuova	mc/h	6.353
Portata oraria massima alla linea esistente	mc/h	4.111

Come risulta evidente dai dati sopra riportati, si sono prese in considerazione le portate corrispondenti alla situazione più gravosa (situazione estiva), con l'unica eccezione rappresentata dalla portata massima accumulata in tempo di pioggia corrispondente invece alla situazione non estiva.

IMPIANTO DI S.GIUSTINA		MEMBRANE		TRADIZIONALE	
OPERA DI PRESA		SITUAZIONE NON ESTIVA	SITUAZIONE ESTIVA	SITUAZIONE NON ESTIVA	SITUAZIONE ESTIVA
- ABITANTI EQUIVALENTI	n	260.000	340.000	110.000	220.000
- PORTATA INFLUENTE					
giornaliera	mc/d	54.794	76.238	23.182	49.330
oraria media Qm = Q24	mc/h	2.283	3.177	966	2.055
	l/s	634	882	268	571
oraria di punta Qp = Q16	mc/h	3.425	4.765	1.449	3.083
	l/s	951	1.324	402	856
oraria di pioggia al trattamento	mc/h	5.479	6.353	2.318	4.111
	l/s	1.522	1.765	644	1.142
- CANALETTA DA O.P. ESISTENTE					
portata di dimensionamento	mc/h	12.526			
larghezza	m	2,00			
altezza massima WL	m	1,15			
pendenza	m/km	1,00			
- CANALETTA DI SFIORO					
portata di dimensionamento	mc/h	7.898			
larghezza	m	1,50			
altezza massima WL	m	0,82			
pendenza	m/km	2,00			

**Segue tab. Opera di presa**

- OPERA DI PRESA NUOVA				
lunghezza	m	9,00		
larghezza	m	4,00		
- CANALETTA ALLA L. ESISTENTE				
portata di dimensionamento	mc/h	10.464		
larghezza	m	2,00		
altezza massima WL	m	1,00		
pendenza	m/km	1,00		
- STRAMAZZI				
unità	n	2		
unità motorizzate	n	2		
unità in funzione	n	2		
funzionamento	h	saltuario		
potenza motore	kw	0,75		
potenza assorbita	kw	0,60		
energia consumata	kwh/d	-		
- GRIGLIE ESUBERI DI PIENA				
unità	n	2		
unità motorizzate	n	2		
unità in funzione	n	2		
funzionamento	h	saltuario		
potenza motore	kw	2,50		
potenza assorbita	kw	2,00		
energia consumata	kwh/d	-		
potenza totale	kw	6,50		

**5.2.2 – Vasca di laminazione-accumulo**

Verrà realizzata una vasca di laminazione-accumulo, a servizio di entrambe le linee acque, eseguita in opera, in calcestruzzo armato, completamente coperta.

La vasca sarà del tipo modulare, multicamera con camere disposte in serie in modo tale che il riempimento e lo svuotamento di ogni vasca avviene attraverso la vasca precedente.

Lo svuotamento della vasca viene ottenuto mediante l'impianto di sollevamento collocato nella prima camera.

Le camere vanno soggette ad invaso con diversa frequenza; quando il volume da invasare eccede quello della prima camera si attiva lo sfioro verso la seconda e così

via. In questo modo gli invasi più frequenti interessano solo una parte della vasca, mentre solo per eventi pluviometrici più rilevanti vengono via via interessati gli altri comparti. Questa soluzione consente di razionalizzare le operazioni di pulizia e manutenzione, che devono naturalmente essere più frequenti nel comparto di più frequente invaso, mentre possono essere più diradate, e addirittura occasionali, negli altri comparti.

Le camere sono collegate una all'altra da paratoie automatiche che sono normalmente chiuse a vasca vuota o in fase di riempimento, per poi aprirsi in funzione dei livelli nelle singole camere nella fase di svuotamento.

Le pompe di sollevamento, saranno del tipo sommergibile con girante autopulente ed antintasamento e piede di accoppiamento e aste di guida.

Per la pulizia della vasca si prevede l'installazione di alcuni idroeiettori nelle prime due camere, che provvedono a mantenere in sospensione le sostanze sedimentabili presenti ed a lavare il fondo della vasca.

Nella soletta di copertura vengono inseriti, tuttavia, opportuni chiusini di ispezione che possono consentire l'installazione di ulteriori idroeiettori anche nelle camere restanti.

Considerata la forma della vasca vengono previsti idroeiettori con lunghezze di getto diverse ed adeguate alla distanza da coprire.

La vasca sarà provvista di guardia idraulica collegata al by-pass generale esistente.

Ulteriori 7.000 mc circa di volume utile possono essere ricavati dai due sedimentatori primari della linea membrane, già attrezzati per tale funzione, aumentando così il volume totale volume utile complessivo. Opportuni sistemi di tubazioni e paratoie consentono di indirizzare la portata effluente dai due moduli di dissabbiatura o al trattamento di sedimentazione primaria ovvero direttamente al trattamento biologico oppure di ripartirla fra le due fasi nella misura richiesta.

Un sistema di pompaggio esistente consente di riconvogliare tutto il liquame accumulato nei sedimentatori primari al ciclo di trattamento nell'arco di 24-36 ore senza determinare sovraccarichi dell'impianto.

IMPIANTO DI S.GIUSTINA		IMPIANTO COMPLETO	
VASCA DI LAMINAZIONE		SITUAZIONE NON ESTIVA	SITUAZIONE ESTIVA
- ABITANTI EQUIVALENTI	n	370.000	560.000
- PORTATA INFLUENTE			
giornaliera	mc/d	77.976	125.568
oraria media Qm = Q24	mc/h	3.249	5.232
	l/s	903	1.453
oraria di punta Qp = Q16	mc/h	4.874	7.848
	l/s	1.354	2.180
oraria di pioggia all'impianto	mc/h	15.696	15.696
	l/s	4.360	4.360
oraria di pioggia al trattamento	mc/h	7.798	10.464
	l/s	2.166	2.907
portata all'equalizzazione	mc/h	7.898,40	5.232,00
	l/s	2.194,00	1.453,33
- TEMPI DI PERMANENZA			
alla portata di sfioro	h	3,3	5,0
- VASCA DI EQUALIZZAZIONE			
tipo		modulare	
superficie primo modulo	mq	1.310	
superficie secondo modulo	mq	852	
superficie terzo modulo	mq	870	
superficie quarto modulo	mq	885	
superficie totale	mq	3.917,00	
altezza interna vasca	m	7,45	
altezza massima battente in vasca	m	6,65	
altezza battente a regime		6,20	
volume complessivo	mc	29.182	
volume utile massimo	mc	26.048	
tubazione alimentazione	mm	1.400	
- IDROELETTORI			
unità sul lato lungo	n	6,00	
unità in funzione	n	6,00	
funzionamento	h	saltuario	
potenza motore	kw	9,00	
potenza assorbita	kw	7,20	
energia consumata	kwh/d	-	

**Segue tab. Vasca di laminazione**

<b>- IDROELETTORI</b>			
unità sul lato corto	n	4,00	
unità in funzione	n	4,00	
funzionamento	h	saltuario	
potenza motore	kw	3,10	
potenza assorbita	kw	2,48	
energia consumata	kwh/d	-	
<b>- POMPE</b>			
unità	n	2	
unità in funzione	n	1	
funzionamento	h	saltuario	
portata	mc/h	1.000	
potenza motore	kw	30	
potenza assorbita	kw	24,00	
energia consumata	kwh/d	-	
tubazione mandata	mm	800	
<b>- POTENZA STAZIONE</b>			
potenza totale	kw	126,40	

**5.2.3 – Grigliatura automatica fine**

A monte della sezione di grigliatura viene conseguita la ripartizione della portata sulle due linee acque di trattamento.

La sezione di grigliatura esistente, costituita da quattro griglie del tipo a gradini con luce fra le barre pari a 6 mm, è destinata alla grigliatura dei liquami trattati nella linea tradizionale in quanto idonea a soddisfare le esigenze di un trattamento biologico tradizionale. La portata dimensionale della sezione, come risulta dal Progetto di completamento Linea Acque – Primo lotto funzionale, è pari a 10.276 mc/h. Dopo l'intervento di potenziamento la sezione di grigliatura esistente sarà interessata da una portata massima di 4.111 mc/h decisamente inferiore a quella dimensionale e quindi in grado di soddisfare ampiamente le nuove esigenze.

La nuova linea a MBR richiede una grigliatura più fine (1,5 mm) *compatibile con le membrane impiegate* e quindi presuppone la realizzazione di una nuova sezione di grigliatura, in grado di trattare la portata massima (6.353 mc/h) indirizzata in tempo di pioggia al trattamento, costituita da griglie di tipo a cilindro rotante.

L'esigenza di rendere compatibili le nuove opere con quelle esistenti, ivi comprese quelle recentemente realizzate, nonché di ottimizzare le condizioni di lavoro delle griglie in rapporto al battente idraulico disponibile, ha determinato la scelta di n. 5 griglie da 2,20 m con fori del diametro di 1,5 mm, in sostituzione di quelle previste dal progetto preliminare (n. 4 griglie da 2,50 m con fori da 1,0 mm).

Il materiale grigliato verrà convogliato da un nastro trasportatore e da una tramoggia ad un compattatore e di seguito ad un contenitore di tipo scarrabile per lo smaltimento finale.

Il liquame dopo il trattamento di grigliatura verrà convogliato in testa alla sezione di dissabbiatura esistente di più recente costruzione.

*La nuove sezioni di presa-ripartizione e di grigliatura fine e l'esigenza di ricollegarsi al profilo idraulico esistente in dissabbiatura preservando per quanto possibile il funzionamento dell'impianto anche nel periodo transitorio, determinano nell'opera di presa esistente un battente idraulico (WL 31,00) superiore di due metri rispetto a quello attuale (WL 29,00). Nel dimensionare le opere di potenziamento delle centrali di sollevamento esistenti (ISA, ISB, ISC), non contemplate nel presente progetto, occorrerà tenere conto dell'incremento di geodetica conseguente.*

*Nell'Allegato Relazione idraulica specialistica, vengono riportati i risultati della verifica del funzionamento idraulico delle centrale di sollevamento più importante, la ISA, in relazione ai vari scenari possibili così come individuati dal "Piano Generale delle Fognature" di Rimini. Detta centrale essendo provvista di torrino piezometrico in calcestruzzo, che assolve anche alla funzione di "cassa d'acqua", è quella meno flessibile dal punto di vista funzionale ponendo limiti massimi ben definiti. La verifica ha analizzato diversi scenari (attuale, futuro al 2025, dismissione dell'impianto Marecchiese di Rimini riscontrando la corretta funzionalità del sistema fino ad una portata massima di 1.900 l/s (6.840 mc/h).*



IMPIANTO DI S.GIUSTINA		MEMBRANE	
GRIGLIATURA AUTOMATICA FINE		SITUAZIONE NON ESTIVA	SITUAZIONE ESTIVA
- ABITANTI EQUIVALENTI	n	260.000	340.000
- PORTATA INFLUENTE			
giornaliera	mc/d	54.794	76.238
oraria media Qm = Q24	mc/h	2.283	3.177
	l/s	634	882
oraria di punta Qp = Q16	mc/h	3.425	4.765
	l/s	951	1.324
oraria di pioggia al trattamento	mc/h	5.479	6.353
	l/s	1.522	1.765
- GRIGLIE MECCANICHE			
unità installate	n	5,00	
unità in funzione	n	5,00	
- PORTATA SU OGNI GRIGLIA			
giornaliera	mc/d	10.959	15.248
oraria media Qm = Q24	mc/h	457	635
	l/s	127	176
oraria di punta Qp = Q16	mc/h	685	953
	l/s	190	265
oraria di pioggia al trattamento	mc/h	1.096	1.271
	l/s	304	353
oraria di pioggia al trattamento con una griglia fuori servizio	mc/h	1.370	1.588
	l/s	380	441
- CARATTERISTICHE GRIGLIA			
spaziatura	mm	1,50	1,50
diametro	mm	2.200	2.200
altezza d'acqua massima a monte	mm	1.540	1.540
portata massima trattata	mc/h	1.600	1.600
	l/s	444	444

**Segue tab. Grigliatura automatica fine**

potenza motore	kw	2,20	2,20
- NASTRO TRASPORTATORE GRIGLIATO			
unità installate	n	1,00	
unità in funzione	n	1,00	
- CARATTERISTICHE NASTRO TRASPORTATORE			
lunghezza	m	15	
larghezza	mm	800	
potenza motore	kw	3,00	

**5.2.4 – Dissabbiatura – disoleatura – preareazione**

Dalla nuova sezione di grigliatura i liquami influiscono, come detto, la sezione di dissabbiatura–disoleatura areata di più recente realizzazione, studiata per conseguire le seguenti operazioni fondamentali:

- eliminazione della sabbia trascinata con granulometria di 150+200 microns;
- la separazione degli olii e delle sostanze grasse;
- preaerazione del liquame per favorire i trattamenti successivi.

La sezione è costituita da due moduli funzionanti in parallelo, il volume totale è di circa 1.008 mc, vengono forniti 2.016 mc/h di aria mediante una stazione di produzione costituita da cinque compressori che sono anche a servizio della sezione gemella della linea esistente.

Un compressore alimenta la batteria di diffusori che attrezzano una singola vasca o modulo di dissabbiatura e provvede quindi alla aerazione dei liquami nella vasca stessa, mentre il quinto compressore ha funzione di riserva installata.

Avremmo quindi a pieno carico quattro compressori in funzione (due per la linea nuova e due per la linea esistente) ed uno di riserva.

Ogni vasca è equipaggiata con un carroponte a movimento longitudinale va e viene su rotaia, dotato di lama raschiaolio e lama raschiante di fondo per il convogliamento delle sabbie nella tramoggia di raccolta posizionata in testa alla vasca stessa.

L'allontanamento delle sabbie avviene mediante air-lifts, la sabbia verrà convogliata a due raccoglitori separatori di sabbia (uno per ogni linea) da cui le acque di risulta defluiscono in testa all'impianto, mentre le sabbie verranno convogliate tramite coclea ad appositi cassoni per lo smaltimento.

L'aria necessaria al funzionamento dei quattro air-lift (uno per vasca Ø 200) viene fornita dalla stazione costituita da tre compressori. Ogni sezione è alimentata da un singolo compressore che è in grado di provvedere al funzionamento alternato dei due air-lift. Il terzo compressore ha funzione di riserva installata.

Gli olii e i grassi separati nella zona di calma sono raccolti da una lama schiumatrice e sono avviati ad un pozzo di raccolta per il loro smaltimento finale.

Per consentire lo svuotamento alternato dei bacini per eventuali operazioni di manutenzione, è possibile escludere le vasche azionando le paratoie disposte in ingresso ed in uscita.

È stato realizzato inoltre fin dal primo lotto un by-pass delle vasche di dissabbiatura-disoleatura mediante il quale sarà possibile inviare tutta la portata alla fase di chiariflocculazione.

Va sottolineato infine che opportuni collegamenti idraulici consentono di variare lo schema funzionale, utilizzando entrambe le vasche di dissabbiatura o una sola di esse e di convogliare quindi il flusso uscente su entrambe le vasche di sedimentazione primaria o indifferentemente su una o l'altra delle due.

Per quanto attiene i due bacini che fanno parte della linea di trattamento a membrane e quindi facendo riferimento alle opere di completamento di più recente realizzazione, si evidenzia poi che due paratoie a funzionamento rovescio, consentono di bypassare completamente o parzialmente il trattamento di sedimentazione primaria e di regolare quindi il carico organico in testa al trattamento biologico in funzione delle esigenze della denitrificazione.

L'intervento di potenziamento dell'impianto prevede, come già detto, di implementare i collegamenti idraulici della linea esistente più datata, in modo da conseguire lo stesso grado di flessibilità ed elasticità gestionale consentendo il parziale o totale bypass dei sedimentatori primari.

IMPIANTO DI S.GIUSTINA		MEMBRANE	
DISSABBIATURA		SITUAZIONE NON ESTIVA	SITUAZIONE ESTIVA
- ABITANTI EQUIVALENTI	n	260.000	340.000
- PORTATA INFLUENTE			
giornaliera	mc/d	54.794	76.238
oraria media $Q_m = Q_{24}$	mc/h l/s	2.283 634	3.177 882
oraria di punta $Q_p = Q_{16}$	mc/h l/s	3.425 951	4.765 1.324
oraria di pioggia al trattamento	mc/h l/s	5.479 1.522	6.353 1.765
- MODULI DI DISSABBIATURA			
unità	n	2,00	2,00
unità in funzione	n	2,00	2,00
volume complessivo	mc	1104	1104

**Segue tab. Dissabbiatura**

- TEMPI DI RITENZIONE			
oraria media $Q_m = Q_{24}$ oraria di punta $Q_p = Q_{16}$ oraria di pioggia al trattamento	min	29,01	20,85
	min	19,34	13,90
	min	12,09	10,43
- SOFFIANTI AERAZIONE			
unità installate unità in funzione potenza motore	n	5,00	
	n	2,00	2,00
	kw	15,00	
- COMPRESSORI AIR LIFT			
unità installate unità in funzione potenza motore	n	3,00	
	n	1,00	1,00
	kw	12,00	
- DISSABBIATORE			
sezione trasversale utile	mq	12,00	
lunghezza	m	46,00	
volume unitario utile	mc	552,00	

**5.2.5 – Sedimentazione primaria**

La sedimentazione primaria ha per scopo la rimozione dei materiali decantabili, e quindi la riduzione dei solidi sospesi e dei carichi inquinanti ad essi corrispondenti.

L'impianto esistente dispone di due sezioni di sedimentazione primaria, ciascuna costituita da due sedimentatori circolari a flusso radiale, disposti in parallelo, dotati di ponte a trazione periferica muniti di un raschiatore di fondo ad un braccio ed un terzo, nonché di lama raschiate di superficie per la raccolta del materiale flottato ed il suo convogliamento in tramogge di raccolta (2 per vasca).

I fanghi che vengono raccolti dalla lama di fondo nella tramoggia centrale, vengono inviati ad un impianto di sollevamento, agendo su valvole motorizzate che intercettano le tubazioni di collegamento.

Il materiale flottato viene raccolto dagli scum-box e pompato all'impianto di sollevamento dei fanghi.

I fanghi sedimentati e le schiume sono inviati al pre-ispessimento mediante pompe.

La prima sezione, quella più datata, è assegnata alla linea tradizionale, la seconda alla linea a membrane.

La sezione assegnata alla linea membrane dispone, come già detto, di un sistema di pompaggio che consente di pompare i liquami che riempiono i due sedimentatori al trattamento di depurazione in 24-36 ore. I volumi di sedimentazione primaria possono pertanto essere utilizzati come volumi di accumulo-laminazione.

IMPIANTO DI S.GIUSTINA		MEMBRANE	
SEDIMENTATORI PRIMARI		SITUAZIONE NON ESTIVA	SITUAZIONE ESTIVA
- ABITANTI EQUIVALENTI	n	260.000	340.000
- PORTATA INFLUENTE			
giornaliera	mc/d	54.794	76.238
oraria media Qm = Q24	mc/h	2.283	3.177
	l/s	634	882
oraria di punta Qp = Q16	mc/h	3.425	4.765
	l/s	951	1.324
oraria di pioggia al trattamento	mc/h	5.479	6.353
	l/s	1.522	1.765
- SEDIMENTAZIONE PRIMARIA			
unità	n	2,00	
unità in funzione	n	2,00	2,00
superficie complessiva	mq	2.512	2.512
volume complessivo	mc	7.536	7.536
lunghezza complessiva stramazzo	m	464,72	464,72
- TEMPI DI RITENZIONE			
oraria media Qm = Q24	h	3,30	2,37
oraria di punta Qp = Q16	h	2,20	1,58
oraria di pioggia al trattamento	h	1,38	1,19
- CARATTERISTICHE SEDIMENTAT.			
tipo		circolare	
diametro	m	40	40
altezza totale	m	3,50	3,50
altezza utile	m	3,00	3,00
lunghezza dello stramazzo	m	232,36	232,36
superficie unitaria	m	1.256	1.256
volume unitario	m	3.768	3.768
potenza motore	kw	1,50	1,50
- IMPIANTO SVUOTAMENTO			
pompe	n	4,00	
portata unitaria	mc/h	150,00	
prevalenza	m	8,70	
potenza motore	kw	7,50	
portata totale	mc/h	600,00	
tempo di svuotamento minimo	h	12,56	

**Segue tab. Sedimentatori primari**

- POTENZA STAZIONE			
potenza totale	kw	33,00	

A questo proposito è bene osservare che i criteri progettuali fissati prevedono che il liquame influente il trattamento a membrane non venga sottoposto a sedimentazione primaria allo scopo di mantenere il rapporto  $BOD_5 / TKN$  sui valori ottimali richiesti per conseguire i livelli di denitrificazione necessari. È noto, infatti, che il rapporto C/N del liquame influente il trattamento a fanghi attivi, rappresenta un parametro fondamentale per un soddisfacente svolgimento del processo di denitrificazione; il valore di riferimento individuato per liquami urbani, come apporto stechiometrico necessario per la reazione di denitrificazione, è di 4-5 mgBOD/mgN.

Implementando, come già detto, i collegamenti idraulici della sezione più datata secondo le scelte già operate per la sezione di recente realizzazione, sarà possibile conseguire lo stesso grado di flessibilità operativa e trattare solo la quota di portata richiesta dal trattamento biologico disposto a valle.

I volumi liberi possono in casi di emergenza essere utilizzati come accumuli aggiuntivi a quelli conseguiti nella vasca apposta.

**5.2.6 – Trattamento biologico**

Sulla base delle considerazioni riportate al capitolo precedente verrà realizzata una nuova sezione di trattamento biologico MBR, costituito da più linee funzionanti in parallelo.

**5.2.6.1 Processo biologico**

La rimozione delle sostanze organiche attraverso microrganismi è una reazione di ossidazione.

I microrganismi coinvolti nei processi di ossidazione vengono chiamati “eterotrofi” quando ossidano substrati di matrice organica, mentre sono detti “autotrofi” quando ossidano sostanze di natura inorganica.

La rimozione delle sostanze inquinanti presenti nel refluo avviene sia in presenza che in assenza di ossigeno.

In condizione aerobiche la biomassa utilizza l’ossigeno presente in vasca mantenuto ad una concentrazione di 2 mg/L mediante aerazione continua. In condizioni anossiche le reazioni di ossidazione avvengono invece sfruttando i nitrati in luogo dell’ossigeno. Grazie a queste reazioni i microrganismi eterotrofi anaerobi facoltativi, in condizioni di assenza di ossigeno, rimuovono i nitrati dal refluo portandoli ad azoto in un processo denominato “denitrificazione”.

Lo schema per un trattamento biologico sarà quindi quello di un sistema così strutturato:

- vasca anossica di denitrificazione, per la rimozione di sostanza organica per mezzo di nitrati;
- vasca ossidazione aerobica, ossidazione della sostanza organica e ossidazione del contenuto azotato a nitrati;

- sistema di ricircolo che preleva una quota della miscela aerata dallo stadio di ossidazione aerobica e lo riporta alla fase di denitrificazione;
- unità di separazione fango biologico/acqua trattata, in questo caso proposta mediante tecnologia di ultrafiltrazione su membrana sommersa.

Il dimensionamento di un sistema biologico dovrà tenere conto delle velocità di crescita dei microrganismi nelle condizioni di utilizzo quali temperatura, carico inquinante in ingresso e tipologia di scarico.

Sulla base delle velocità di crescita della biomassa si potranno stimare i volumi necessari al trattamento.

Il dimensionamento è stato effettuato nelle condizioni di portata e carico medi nelle due condizioni di temperatura indicate, inserendo opportuni coefficienti di sicurezza così come indicato nei paragrafi che seguono.

#### 5.2.6.2 – Dati di progetto

Il dimensionamento verrà eseguito utilizzando i seguenti dati di progetto

Parametro	u.m.	Situazione non estiva	Situazione estiva
Temperatura	°C	12	20
Abitanti equivalenti		260.000	340.000
Portata influente nera media	mc/h	2283	3177
Portata influente nera massima	mc/h	3425	4765
Portata influente punta di pioggia	mc/h	5479	6353
BOD <sub>5</sub>	g/mc	285	268
Solidi sospesi totali acqua grezza	gTSS/mc	427	401
Concentrazione TKN	g/mc	56.9	53,5
Concentrazione P totale	g/mc	4.75	4.46

Dati acqua trattata – USCITA – D.Lgs152/99 s.m.i. – D.M. 185/2003		
Parametro	Valore	u.m.
BOD <sub>5</sub>	20	g/mc
Solidi sospesi totali	10 (*)	gTSS/mc
Concentrazione TN (azoto totale)	10	g/mc
Ammoniaca	2	g/mc
Concentrazione P totale	1	g/mc
Escherichia coli	10 UFC/100mL (**) 100 UFC/100mL	

(\*) il limite atteso per i solidi sospesi allo scarico è < 5 mgTSS/L

(\*\*) il valore di 10 UFC/100mL è da riferirsi a l 80% dei campioni prelevati, mentre il valore di 100 UFC/100mL è il valore massimo ammesso

## PARAMETRI CINETICI

I parametri caratteristici per microrganismi adatti alla degradazione di un refluo civile nelle condizioni di temperatura di progetto sono riassunti nella seguente tabella.

### Fango Eterotrofo – Degradazione sostanza organica (ossidazione e denitrificazione)

Parametro	Simbolo	u.m.	Situazione non estiva	Situazione estiva
Temperatura	T	°C	12	20
Massima velocità di crescita	$\mu_m$	gVSS/gVSS*d	3,49	6,00
Massima velocità di utilizzo del substrato	k	g bCOD/gVSS*d	8,73	15,00
Coefficiente di crescita batterica	Y	gVSS/gbCOD	0,40	0,40
Semisaturazione sostanza organica	$K_s$	gbCOD/mc	20,00	20,00
Coefficiente di decadimento endogeno	$K_d$	gVSS/gVSS*d	0,09	0,12
Frazione di biomassa persa per lisi cellulare	$f_d$	gVSS/gVSS	0,15	0,15

### Fango Autotrofo – ossidazione ammoniacale a nitrati

Parametro	Simbolo	u.m.	Situazione non estiva	Situazione estiva
Temperatura	T	°C	12	20
Massima velocità di crescita nitrificanti	$\mu_{mn}$	gVSS/gVSS*d	0,44	0,75
Coefficiente di crescita batterica	$Y_n$	gVSS/gN	0,12	0,12
Coefficiente di decadimento endogeno	$K_{dn}$	gVSS/gVSS*d	0,06	0,08
Semisaturazione sostanze azotate	$K_n$	gNH <sub>4</sub> -N/mc	0,49	0,74
Semisaturazione ossigeno disciolto	$K_o$	gDO/mc	0,50	0,50

#### 5.2.6.3 – Ossidazione biologica fase aerobica – età del fango fase aerobica

In condizioni aerobiche la biomassa attiva è sia quella eterotrofa, responsabile della degradazione della sostanza organica carboniosa, che quella autotrofa, responsabile della ossidazione della ammoniacale a nitrati. Il tasso di crescita degli organismi autotrofi è tuttavia significativamente più basso di quelli eterotrofi. Per questo motivo essi rappresentano lo stadio limitante dell'intero processo di ossidazione. Pertanto, dimensionando il volume necessario alla ossidazione sulla base delle cinetiche degli organismi deputati alla nitrificazione, si può ritenere che siano soddisfatte anche le rese di degradazione dei substrati carboniosi.

Utilizzando i valori relativi alle cinetiche biologiche già riportate in tabella si può calcolare la velocità di crescita degli organismi autotrofi, in funzione della concentrazione di ammoniacale prevista allo scarico.

$$\mu_m = (\mu_{mm} \times NH_3-N_{OUT} / (K_N + NH_3-N_{OUT})) \times (DO / (DO + K_O)) - k_{dn}$$

L'inverso del tasso di crescita sarà l'età del fango autotrofo. Con il termine età del fango si indica in questo caso il tempo di residenza che è necessario dare al fango per mantenere costante la sua concentrazione nel sistema.

$$\eta_{Aut} = 1 / \mu_{Aut}$$

Moltiplicando questo valore per un coefficiente di sicurezza SF si ottiene che l'età della biomassa nel sistema aerobico



$$\eta = \eta_{Aut} \times SF$$

SF tiene conto delle oscillazioni di portata in ingresso all'impianto dovrà essere al minimo pari al rapporto fra la portata massima e quella media.

Parametro	u.m	Situazione non estiva	Situazione estiva
Concentrazione NH4 in uscita - $NH_3-N_{OUT}$	g N/mc	1,50	1,50
Tasso di crescita autotrofi - $\mu_{Aut}$	gVSS/gVSS d	0,20	0,32
Età del fango teorica	d	4,90	3,10
Coefficiente sicurezza – SF	d	3,06	3,59
Età del fango nel sistema aerobico - $\eta$	d	14,9	11,2

Per il calcolo del volume minimo necessario al processo di nitrificazione si dovrà calcolare la produzione netta di solidi del sistema.

#### 5.2.6.4 – Produzione fango biologico

Dai parametri cinetici e biologici già indicati per la biomassa in relazione ad un'acqua di scarico civile, è possibile ricavare la produzione di fango totale per l'impianto a regime.

##### - Fango eterotrofo

L'indicazione fondamentale per la produzione di fango è il carico di substrato carbonioso biodegradabile in ingresso all'impianto (bCOD). Questo viene approssimativamente stimato essere circa il 60% in più del BOD misurato all'ingresso.

Quindi

$$bCOD = BOD \times 1,6$$

Il carico organico giornaliero di substrato organico rapidamente biodegradabile sarà quindi

$$S_{IN} = Q \times bCOD$$

Tenendo conto dei parametri cinetici relativi al fango eterotrofo già indicati nella tabella iniziale, si calcola la produzione di fango eterotrofo usando la seguente formula

$$P_{ete} = (Q \times bCOD \times Y) / (1 + K_d \times \eta)$$

Dove:

Q	=	Portata influente in mc/d
bCOD	=	COD biodegradabile (kg/mc)
Y	=	Crescita cellulare fango eterotrofo (gVSS/g b COD)
$K_d$	=	Coefficiente di decadimento endogeno fango eterotrofo d <sup>-1</sup>
$\eta$	=	Età del fango di design del comparto di ossidazione (d)

Accanto ai processi di produzione cellulare ci sarà anche un processo endogeno di lisi cellulare. La lisi cellulare porta alla demolizione delle cellule eterotrofe ma anche alla formazione di un residuo organico non ulteriormente biodegradabile. Questo viene quantificato dalla

$$P_{end} = (P_{ete} \times f_d \times K_d \times \eta)$$

Dove  $f_d$  è la frazione in peso non biodegradabile residua.

#### - Fango autotrofo

Per calcolare la produzione di fango autotrofo si dovrà prendere in considerazione il bilancio di massa relativo all'azoto, e quindi la quantità di azoto da ossidare da ammoniacale a nitrati. Questa viene espressa come segue:

$$N_{ox} = (TKN_{in} \times (1 - f_{N,nb})) \times Q - (NH_4 - N_{out}) \times Q - (f_{N,VSS} \times P_{x,VSS})$$

Dove

$N_{ox}$	=	quantità totale di azoto da nitrificare
$TKN_{in}$	=	concentrazione TKN ingresso
$f_{N,nb}$	=	frazione di azoto organico non biodegradabile (pari a 0.044 del $TKN_{in}$ )
$NH_4 - N_{out}$	=	concentrazione ammoniacale permessa allo scarico
$f_{N,VSS}$	=	frazione in peso di azoto nella biomassa (pari a 0,12)
$P_{x,VSS}$	=	$(P_{aut} + P_{ete} + P_{end})$ produzione giornaliera complessiva di VSS (fango autotrofo e fango eterotrofo)

Come esplicitato nella formula precedente, la quantità di azoto rimosso dal sistema dai processi di crescita cellulare dipende dalla produzione di fango stesso, servirà quindi una seconda equazione che valuterà i parametri cinetici di crescita.

$$P_{aut} = (N_{ox} \times Y_n) / (1 + K_{dn} \times \eta)$$

Dove:

$N_{ox}$	=	Quantità totale di azoto da nitrificare
$Y_n$	=	Crescita cellulare fango eterotrofo (gVSS/g N)
$K_{dn}$	=	Coefficiente di decadimento endogeno fango autotrofo $d^{-1}$
$\eta$	=	Età del fango di design del comparto di ossidazione (d)

Ipotizzando per la biomassa una percentuale di volatile dell'85%, ricaviamo una produzione giornaliera di TSS dovuti alla crescita cellulare di:

$$P_{TSS} = P_{VSS} / 0.85$$

#### 5.2.6.5 – Solidi inerti

Per calcolare la produzione totale di solidi del sistema si dovrà calcolare anche il contributo dato dall'ingresso di solidi inerti (inorganici e organici) e dei fanghi chimici prodotti dalla rimozione del fosforo.

La frazione di solidi inerti inorganici ed organici considerata sulla quota di solidi totali all'ingresso è pari al 22,0% nella situazione estiva del quantitativo totale di TSS in ingresso. Più in dettaglio, il quantitativo di solidi inerti si considera composto da una quota di solidi inorganici inerti pari al 10% di  $TSS_{in}$  equivalente a circa 40 ppm. TSS e una quota di solidi organici non biodegradabili stimati in circa il 10% del COD influente equivalenti a circa 48 ppm.

Per quanto riguarda la produzione di fango chimico viene considerata la seguente equazione per il calcolo del fosforo da rimuovere.

$$TP_{rim} = (TP_{in} \times Q - TP_{out} \times Q) - (P_{X,VSS} \times f_{P,VSS})$$

Dove

$TP_{rim}$	=	quantità totale di fosforo da rimuovere per precipitazione
$TP_{in}$	=	concentrazione fosforo all'ingresso
$TP_{out}$	=	concentrazione fosforo richiesta all'uscita
$P_{X,VSS}$	=	produzione giornaliera complessiva di VSS (fango autotrofo e fango eterotrofo)

Il valore impiegato per la determinazione del fango chimico prodotto con alluminato sodico è di 3,90 kg<sub>Fango</sub>/kgTP<sub>RIM</sub> (nota: cautelativamente si è considerato TP in uscita uguale a 0 mg/l).

Dai valori ricavati si calcola la produzione totale

$$P_{X,TSS} = P_{TSS} + P_{inerti} + P_{chimico}$$

Sviluppando le equazioni elencate si ricavano i seguenti valori:

Parametro	u.m	Situazione non estiva	Situazione estiva
Produzione biomassa eterotrofa - $P_{ete}$	kgVSS/d	4.322	5.583
Produzione biomassa autotrofa - $P_{aut}$	kgVSS/d	145	188
Produzione residuo endogeno - $P_{end}$	kgVSS/d	848	1.119
Produzione totale biomassa volatile - $P_{VSS}$	kgVSS/d	5.316	6.892
Produzione totale biomassa - $P_{TSS}$	kgTSS/d	6.254	8.109
Produzione solidi inerti organici	kgSS/d	2.466	3.660
Produzione solidi inerti inorganici		2.340	3.060
Produzione fango chimico	kgSS/d	600	789
Produzione totale - $P_{X,VSS}$	kgVSS/d	7.782	10.552
<b>Produzione totale - <math>P_{X,TSS}</math></b>	<b>kgTSS/d</b>	<b>11.660</b>	<b>15.618</b>

#### 5.2.6.6 – Rapporto di ricircolo – concentrazione biomassa

La definizione di un rapporto di ricircolo R (rapporto fra la portata ricircolata dalla sezione UF e la portata in ingresso all'impianto) incide sul ciclo dell'azoto nel sistema (sulla concentrazione di nitrati allo scarico) e sulle concentrazioni relative della biomassa nelle sezioni biologica e di ultrafiltrazione.

E' possibile ricavare il valore di R minimo dalla equazione

$$(R+1) = (N_{ox}/Q) / NO_3-N_{out}$$

Dove  $NO_3-N_{out}$  è la concentrazione di nitrati allo scarico e  $N_{ox}$  la quantità di nitrati prodotti.

A sua volta la  $NO_3-N_{out}$  viene ricavata dai limiti imposti allo scarico nel caso in cui siano esplicitati i nitrati, mentre viene ricavata con la seguente formula nel caso sia indicato solo il valore di azoto totale consentito.

$$NO_3-N_{out} = TN_{limite} - NH_4-N_{out} - TKN_{in} \times f_{N,nb}$$

Il rapporto di ricircolo sarà anche il dato che ci permetterà di stimare la concentrazione di fango raggiunta dal sistema.

Ipotizzando una concentrazione di fango nella sezione di nitrificazione di 9.1 g/L, attraverso la seguente formula

$$MLSST_{mem} = ((R+1) / R) \times MLSST_{ox}$$

Dove

$MLSST_{ox}$  = concentrazione solidi sospesi totali vasca ossidazione

$MLSST_{mem}$  = concentrazione solidi sospesi totali vasca membrane

Si ricava la concentrazione in vasca membrane.

In realtà solo una frazione dei solidi sospesi in vasca sarà quella biologicamente attiva. Come è stato già distinto in precedenza i solidi presenti nel sistema si possono considerare costituiti infatti dalle tre componenti: inerti organici, inerti inorganici, biomassa. Per stimare la frazione di fango eterotrofo realmente attiva sarà necessario confrontare la produzione netta di fango eterotrofo calcolata in precedenza con la produzione totale di solidi.

$$f_{bio} = P_{ete} / P_{x,TSS}$$

Riassumendo:

Parametro	u.m	Situazione non estiva	Situazione estiva
Rapporto di ricircolo di design		6,5	6,0
Concentrazione solidi sospesi vasca ox	mgTSS/L	9.100	9.100
Concentrazione solidi sospesi vasca membrane	mgTSS/L	10.500	10.617
Frazione biomassa eterotrofa attiva	% VSS/TSS	37,1	35,8
Frazione solidi sospesi volatili	%	66,7	67,6
Concentrazione solidi sospesi volatili vasca ox	mgVSS/L	6.073	6.149

#### 5.2.6.7 – Aerazione fase biologica

Le reazioni di ossidazione della sostanza organica e di nitrificazione devono essere supportate da una continua fornitura di ossigeno. Il calcolo della quantità totale di ossigeno richiesto viene calcolato con la formula:

$$AOR = Q \times (S - S_o) - 1,42 \times P_{x,bio} + 4,33 \times Q \times N_{ox} - 2,86 \times NO_r$$

Dove:

AOR = quantità di ossigeno totale richiesta (AOR)  
 Q = portata influente  
 $P_{x,bio}$  = produzione totale della biomassa  $P_{x,bio} = P_{ete} + P_{aut} + P_{end}$   
 $Nox$  = quantità totale di azoto da nitrificare  
 $NO_r$  = quantità totale di nitrati rimossi in predenitrificazione

Le richieste di ossigeno riferite alle condizioni di massimo carico giornaliero sono di seguito riportate.

Parametro	u.m	Situazione non estiva	Situazione estiva
AOR richiesta di ossigeno media	kgO <sub>2</sub> /h	984	1.291
AOR richiesta di ossigeno massima	kgO <sub>2</sub> /h	1.476	1.936

Sulla base dei dati di AOR sopra calcolati vengono determinati i valori di SOTR e quindi i volumi di aria richiesti per soddisfare le esigenze nelle varie condizioni di funzionamento previste secondo le formule:

$$SOTR = (1/\alpha) \times (C^*_{inst}/\beta \times C^*_{infT-CL}) \times \theta^{(st-t)} \times (AOR/\text{tempo di aerazione}) \times k_1$$

$$ARIA = SOTR / (kgO_2/mc \text{ aria} \times \text{resa media di trasferimento})$$

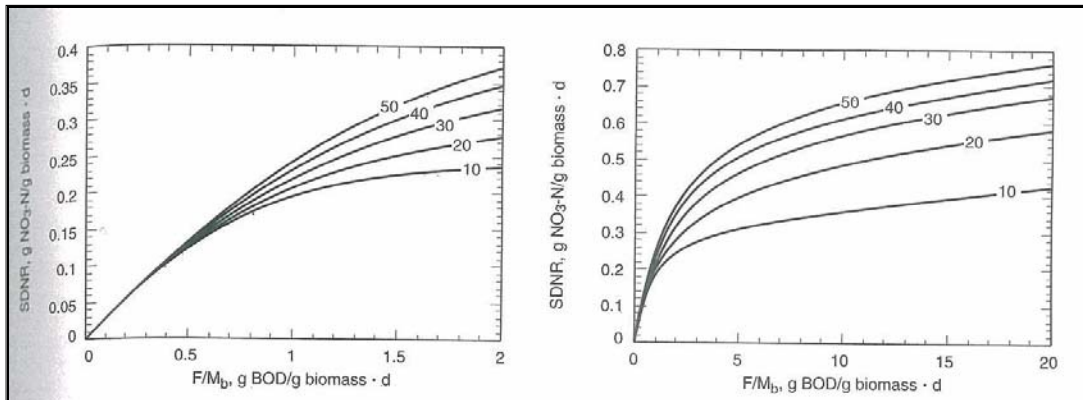
Formula	Definizione	u.m.	Valore
beta	Rapporto tra la concentrazione di saturazione nei liquami ed in acqua pulita		0,98
St	Temperatura standard	°C	20,00
T	Temperatura di riferimento	°C	20,00
C* <sub>inst</sub>	Concentrazione di saturazione a temperatura standard (*)	mg/l	10,79
C* <sub>infT</sub>	Concentrazione di saturazione alla temperatura di riferimento a 0 m.s.l.m. (*)	mg/l	12,80/10,79
CL	Concentrazione di ossigeno in vasca di aerazione	mg/l	2,00
Theta	Fattore di correzione della temperatura		1,024
Time	Ore di aerazione per giorno	h/d	24,00
K1	Fattore di correzione massimo per ora		1,00
α	Rapporto fra la capacità di ossigenazione nella miscela aerata e acqua pulita		0,54

(\*) i valori indicati sono riferiti al valore di immersione di 5,5 m.

CALCOLO ARIA					
	u.m.	avg. non estiva	max non estiva	avg. estiva	max. estiva
SOTR	kgO <sub>2</sub> /h	2.293	3.439	3.008	4.511
DIFFUSORI	n	6.066	6.066	6.066	6.066
RESA DI TRASFERIMENTO	%	36,8	35,2	35,7	34,1
ARIA RICHIESTA	mc/h	22.520	35.358	30.481	47.872
PORTATA ARIA PER DIFFUSORE	mc/h	3,71	5,83	5,02	7,89

### 5.2.6.8 – Calcolo volumi – Fase anossica – Denitrificazione

Il dimensionamento della fase anossica e del volume della relativa vasca di denitrificazione viene calcolato attraverso la velocità di denitrificazione. Questa viene estrapolata graficamente dai grafici seguenti.



Il dimensionamento del volume di Denitrificazione è basato sul calcolo della velocità specifica di Denitrificazione SDNR ricavata dal grafico che permette di calcolare la SDNR a 20°C in funzione del carico del fango ( $F/M_b$ ) per varie percentuali di rbCOD (COD facilmente biodegradabile):

La curva scelta per l'estrapolazione grafica della SDNR nel progetto in esame è stata cautelativamente considerata quella relativa alla percentuale di rbCOD uguale al 10% (valore cautelativo).

Per ricavare il fattore di carico si usa la seguente formula

$$F/M_b = (Q \times S_0) / (V_{anox} \times X_b) \quad [1]$$

Dove:

$F/M_b$	=	Carico del fango basato sulla biomassa eterotrofa attiva in g BOD / g Biomassa attiva * d
Q	=	Portata influente in mc/d
$S_0$	=	BOD influente in mg/l
$V_{NOX}$	=	Volume vasca anossica in mc
$X_b$	=	$MLSST_{ox} \times f_{bio}$ (concentrazione biomassa attiva in vasca anossica in mg/L)

Vengono di seguito indicati i valori relativi al dimensionamento del volume totale dedicato alle reazioni di denitrificazione pari a 9000 mc.

Sulla base della velocità di denitrificazione ricavata si calcola la quantità di azoto teoricamente allontanabile dal sistema.

Parametro	u.m	Situazione non estiva	Situazione estiva
Temperatura	°C	12	20
Volume denitrificazione	mc	9000	9000
F/M <sub>b</sub> fattore di carico organico	g BOD / g biomassa attiva * d	0,514	0,697
Velocità specifica di denitrificazione S <sub>NDNR</sub> <sub>adj</sub>	g NO <sub>3</sub> -N/g VSS d	0,108	0,164
Rapporto di ricircolo		6,5	6,0
Concentrazione TKN ingresso	g/mc	56,94	53,52
Carico azoto influente	kg N/d	3.120	4.080
Frazione non biodegradabile	%	4,4	4,4
Carico di azoto da rimuovere per denitrificazione	kg NO <sub>3</sub> -N/d	1.961	2.537
Massima potenzialità denitrificazione	kg NO <sub>3</sub> -N/d	3.278	4.798
Concentrazione nitrati uscita	mg/L	5,5	5,5
Concentrazione di NH <sub>4</sub> -N nell'effluente finale	g/mc	1,5	1,5
Concentrazione TN uscita	mg/L	9,5	9,4

#### 5.2.6.9 – Calcolo volumi – Fase aerobica – Ossidazione

Il volume della fase aerobica viene facilmente calcolato sfruttando quanto già calcolato nei paragrafi precedenti. Dall'età del fango e le concentrazioni di biomassa calcolate è possibile ricavare il volume necessario con la seguente formula.

$$V_{ox} = ((\eta \times P_{x,TSS}) - (V_{mem} \times MLSST_{mem})) / MLSST_{ox}$$

Dove il termine  $V_{mem}$  indica il volume della zona di ultrafiltrazione necessario all'alloggiamento delle cassette contenenti le membrane. In questo caso il volume utile della sezione di ultrafiltrazione è pari a 2000 mc.

Si ricava che il volume del reattore aerobico complessivo necessario è pari a 16.800 mc. Aggiungendo i volumi di denitrificazione verificati nel paragrafo precedente si ottengono le età del fango complessive.

Parametro	u.m	Situazione non estiva	Situazione estiva
Volume denitrificazione	mc	9.000	9.000
Volume nitrificazione/ossidazione	mc	16.800	16.800
Età del fango complessiva	d	22,0	16,4

#### 5.2.6.10 – Stadio di ultrafiltrazione

La separazione del sistema acqua/fango utilizzerà la tecnologia di ultrafiltrazione su fibra cava sommersa.

Il trattamento a membrana sostituisce la più tradizionale fase di sedimentazione a gravità comportando notevoli vantaggi in termini sia qualitativi che gestionali dell'intero sistema di trattamento.

Il processo conduce un'efficace azione filtrante prevenendo il trascinamento di biomassa e particelle colloidali nell'effluente consentendo di operare a concentrazioni di fanghi elevate con un controllo più accurato dell'età del fango.

Una volta definiti i parametri di lavoro caratteristici per il liquame filtrato e le condizioni di lavoro nonché la concentrazione massima di solidi sospesi all'interno delle vasche che ospitano le membrane, l'espressione usata per il dimensionamento della superficie filtrante è la seguente:

$$S_{Dim} = Q_p / \varphi R_{if}$$

dove

- $S_{Dim}$  = superficie delle membrane necessaria al trattamento della portata di progetto [mq]  
 $Q_p$  = portata di progetto [l/h]  
 $\varphi R_{if}$  = flusso di filtrazione di riferimento [l/mq\*h]; tiene conto della temperatura media e della temperatura minima di funzionamento oltre che della concentrazione di fango e della presenza di sostanze potenzialmente pericolose per le membrane.

Il processo richiede inoltre un apporto d'aria necessario per garantire la fluttuazione delle fibre e la continua rimozione dei solidi dalla superficie

Il riassunto dei dati è il seguente:

Parametro	U.M	Situazione non estiva	Situazione estiva
Temperatura progetto	°C	12	20
Treni	n	8	8
Superficie	mq	162.736	162.736
Flusso portata media	l/mq/h	14,0	19,5
Flusso portata massima giornaliera	l/mq/h	21,0	29,3
Flusso portata di punta pioggia	l/mq/h	33,7	39,0
Aria movimentazione membrane	Nmc/h	49.040	49.040

#### 5.2.6.11 – Defosfatazione

Sulla base delle scelte recentemente operate dalla Gestore si consegue la defosfatazione dosando in simultanea alluminato di sodio in soluzione commerciale in testa al trattamento biologico.

L'impianto esistente è già dotato di sistemi di stoccaggio e dosaggio dei reattivi ampiamente sufficienti a soddisfare anche le nuove esigenze in considerazione delle concentrazioni di fosforo nel liquame in ingresso sensibilmente inferiori a quelle previste dal progetto originario.

Tuttavia, si sceglie di installare due nuove pompe di dosaggio, specificamente destinate alla linea nuova, alimentate dagli stoccaggi esistenti.



IMPIANTO DI S.GIUSTINA		MEMBRANE	
DEFOSFATAZIONE		SITUAZIONE NON ESTIVA	SITUAZIONE ESTIVA
- ABITANTI EQUIVALENTI	n	260.000	340.000
- PORTATA INFLUENTE			
giornaliera	mc/d	54.794	76.238
oraria media Qm = Q24	mc/h	2.283	3.177
	l/s	634	882
oraria di punta Qp = Q16	mc/h	3.425	4.765
	l/s	951	1.324
oraria di pioggia al trattamento	mc/h	5.479	6.353
	l/s	1.522	1.765
- BILANCIO FOSFORO			
P ingresso impianto	Kg/d	260	340
	mg/l	4,75	4,46
P eliminato nei pretrattamenti	Kg/d	0	0
	mg/l	0	0
P eliminato per assimilazione biologica	Kg/d	106	138
	mg/l	1,94	1,81
P effettivo in uscita	Kg/d	54,79	76,24
	mg/l	1	1
P da eliminare chimicamente	Kg/d	98,91	125,77
	mg/l	1,81	1,65
Percentuale P eliminata	%	0,79	0,78
Reagente previsto		alluminato di sodio	
Concentrazione	%	40	
Densità	Kg/l	1,55	
Rapporto in massa	KgAl/KgP	0,87	
Rapporto molare effettivo	KgAl/KgP	1,22	
Dosaggio Al	mg/l	2,20	2,01
Dosaggio NaAlO2	mg/l	6,69	6,11
Consumo giornaliero NaAlO2	kg/d	366,58	466,16
Consumo giornaliero NaAlO2	l/d	236,50	300,75
Consumo giorno di soluzione commerciale	l/d	591,26	751,86
Consumo orario di soluzione commerciale	l/h	25	31
Consumo massimo orario di sol. com.	l/h	59	63
Autonomia richiesta	d	25	25
Volume serbatoio richiesto	l	14.782	18.797
Serbatoi installati	n	1	1
Volume di ciascun serbatoio installato	l	25.000	25.000
Volume serbatoi totale disponibile	l	25.000	25.000

**Segue tab. Defosfatazione**

Pompe dosatrici	n	2	2
Pompe dosatrici in funzione	n	1	1
Portata pompa dosatrice	l/h	150	150
Potenza motore	KW	1,5	1,5

**5.2.6.12 – Configurazione finale**

Vengono qui di seguito riassunti i principali valori ricavati o impiegati nel calcolo:

**Parametri di riferimento – tabella riassuntiva**

Parametro	u.m.	Inverno	Estate
Temperatura	°C	13	20
Portata influente (media)	mc/d	54.794	76.238
Concentrazione MLSS in vasca membrana	g/mc	10.500	10500
Concentrazione MLSS in vasca ossidazione	g/mc	9.100	9.100
Rapporto di ricircolo (portata media)	-	6,5	6,0
Produzione totale fango	kgTSS/d	11.660	15.618
Età del fango complessiva (denitrificazione, ossidazione, UF)	d	22,0	16,4

Sviluppando i calcoli sopra descritti risulta la necessità dei seguenti volumi di processo:

Sezione	UM	Estate	Inverno
Volume atossico	mc	9.000	9.000
Volume Aerobico	mc	16.800	16.800
Volume comparto membrane	mc	2.000	2.000

IMPIANTO DI S.GIUSTINA		MEMBRANE	
TRATTAMENTO BIOLOGICO		SITUAZIONE NON ESTIVA	SITUAZIONE ESTIVA
- ABITANTI EQUIVALENTI	n	260.000	340.000
- PORTATA INFLUENTE			
giornaliera	mc/d	54.794	76.238
oraria media Qm = Q24	mc/h	2.283	3.177
	l/s	634	882
oraria di punta Qp = Q16	mc/h	3.425	4.765
	l/s	951	1.324
oraria di pioggia al trattamento	mc/h	5.479	6.353
	l/s	1.522	1.765

**Segue tab. Trattamento biologico**

<b>- CARICHI INQUINANTI</b>				
BOD <sub>5</sub> da eliminare nel biologico	kg/d	15.052,1	19.637,6	
NTK da nitrificare	kg/d	2.262,8	2.960,2	
NO <sub>3</sub> -N da denitrificare	kg/d	1.961,0	2.537,0	
Temperatura in vasca	°C	12,0	20,0	
<b>- DENITRIFICAZIONE</b>				
moduli	n	3,00	3,00	
lunghezza di ciascun modulo	m	35,00	35,00	
larghezza di ciascun modulo	m	15,00	15,00	
altezza di ciascun modulo	m	6,50	6,50	
altezza del mixed liquor	m	5,75	5,75	
volume utile di ciascun modulo	mc	3.018,75	3.018,75	
Volume di denitrificazione	mc	9.056,25	9.056,25	
tempo di ritenzione alla Qm	h	3,97	2,85	
tempo di ritenzione alla Q di pioggia	h	1,65	1,43	
miscelatori installati per modulo	n	3,00		
miscelatori totali installati	n	9,00		
potenza unitaria motore	kw	5,60		
<b>- NITRIFICAZIONE</b>				
moduli	n	3,00	3,00	
lunghezza di ciascun modulo	m	68,00	68,00	
larghezza di ciascun modulo	m	15,00	15,00	
altezza di ciascun modulo	m	6,50	6,50	
altezza del mixed liquor	m	5,73	5,73	
volume utile di ciascun modulo	mc	5.844,60	5.844,60	
Volume di denitrificazione	mc	17.533,80	17.533,80	
tempo di ritenzione alla Qm	h	7,68	5,52	
tempo di ritenzione alla Q di pioggia	h	3,20	2,76	
Diffusori	n	6.066	6.066	
<b>- COMPRESSORI ARIA</b>				
compressori installati	n	3,00		
compressori in funzione	n	2	3	
portata	mc/h	6.500		
potenza motore	kw	150		
<b>- COMPRESSORI ARIA</b>				
compressori installati	n	3,00		
compressori in funzione	n	1	2	
portata	mc/h	9.300		
potenza motore	kw	240		
<b>- POMPE FANGHI</b>				
unità	n	2,00		
unità in funzione	n	2,00		
portata unitaria	mc/h	100		

**Segue tab. Trattamento biologico**

potenza unitaria motore	kw	7,5	
- POTENZA STAZIONE			
potenza totale	kw	1.235,40	

IMPIANTO DI S.GIUSTINA		MEMBRANE	
MEMBRANE		SITUAZIONE NON ESTIVA	SITUAZIONE ESTIVA
- ABITANTI EQUIVALENTI	n	260.000	340.000
- PORTATA INFLUENTE			
giornaliera	mc/d	54.794	76.238
oraria media Qm = Q24	mc/h	2.283	3.177
	l/s	634	882
oraria di punta Qp = Q16	mc/h	3.425	4.765
	l/s	951	1.324
oraria di pioggia al trattamento	mc/h	5.479	6.353
	l/s	1.522	1.765
- MEMBRANE			
moduli	n	8,00	8,00
lunghezza di ciascun modulo	m	36,00	36,00
larghezza di ciascun modulo	m	3,00	3,00
altezza media mixed liquor	m	3,07	3,07
volume di ciascun modulo	mc	331,56	331,56
volume totale	mc	2.652,48	2.652,48
superficie membrane per modulo	mq	20.342	20.342
superficie totale membrane	mq	162.736,00	162.736,00
- POMPE MIXED LIQUOR			
unità	n	8,00	
unità in funzione	n	8,00	
portata unitaria	mc/h	4.084	
prevalenza	m	3,00	
potenza unitaria motore	kw	55	
- POMPE ELUATO			
unità	n	8,00	
unità in funzione	n	8,00	
portata unitaria	mc/h	1.150	
prevalenza	m	10,00	
potenza unitaria motore	kw	45	

Segue tab. Membrane

- COMPRESSORI PULIZIA			
unità	n	8,00	
unità in funzione	n	8,00	
portata unitaria	mc/h	6.300	
pressione	bar	0,33	
potenza unitaria motore	kw	110	
- POMPE SVUOTAMENTO			
unità	n	2,00	
unità in funzione	n	1,00	
portata unitaria	mc/h	508	
prevalenza	m	6,18	
potenza unitaria motore	kw	15	
- POMPE CONTROLAVAGGIO			
unità	n	2,00	
unità in funzione	n	1,00	
portata unitaria	mc/h	870	
prevalenza	m	10,00	
potenza unitaria motore	kw	37	

### 5.2.7 – Accumulo e disinfezione

La disinfezione dell'acqua trattata dalla linea esistente, viene attualmente conseguita dosando reattivi chimici (ipoclorito di sodio, ma l'impianto dispone anche di impianti di trattamento a biossido di cloro) in una vasca di tipo a chicane del volume di 1.250 mc collocata sotto la sezione di filtrazione a sabbia esistente.

La vasca risulta idonea a garantire i tempi di contatto richiesti dalla linea esistente di tipo tradizionale.

Volendo adottare, come già detto, un sistema di disinfezione efficace e ambientalmente compatibile dell'acqua trattata dalla *linea esistente* si prevede di installare su apposita canaletta disposta a valle della vasca di contatto esistente una batteria di lampade UV mantenendo il dosaggio di reattivi come dosaggio di copertura o di emergenza.

Il sistema di disinfezione sarà costituito da lampade a bassa pressione, dimensionato per trattare l'intera portata sottoposta a filtrazione su sabbia pari a 2.055 in condizioni medie e 3.083 mc/h in condizioni di punta e capace di garantire allo scarico un limite di 500 UFC/100 ml.

L'acqua trattata dalla *linea nuova* a membrane non richiederebbe trattamento di disinfezione. Tuttavia, ottemperando alla prescrizione della Conferenza dei servizi del 10.03.2009, si prevede il dosaggio di ipoclorito in continuo nella vasca di contatto a valle del comparto di filtrazione.

La nuova vasca può essere utilizzata anche come vasca di compenso a servizio del sistema di recupero e riutilizzo dell'acqua trattata dalla linea membrane.  
La vasca sarà dotata di canaletta di by-pass.

IMPIANTO DI S.GIUSTINA		MEMBRANE	
DISINFEZIONE		SITUAZIONE NON ESTIVA	SITUAZIONE ESTIVA
- ABITANTI EQUIVALENTI	n	260.000	340.000
- PORTATA INFLUENTE			
giornaliera	mc/d	54.794	76.238
oraria media Qm = Q24	mc/h	2.283	3.177
	l/s	634	882
oraria di punta Qp = Q16	mc/h	3.425	4.765
	l/s	951	1.324
oraria di pioggia al trattamento	mc/h	5.479	6.353
	l/s	1.522	1.765
- VASCA DI CONTATTO			
unità	n	1	
larghezza	m	20,00	
lunghezza	m	30,00	
altezza utile	m	2,70	
volume utile	mc	1.620	
- TEMPI DI CONTATTO			
oraria media Qm = Q24	min	43	31
oraria di punta Qp = Q16	min	28	20
oraria di pioggia al trattamento	min	18	15
- IPOCLORITO			
dosaggio medio	mg/l	3	3
dosaggio massimo	mg/l	5	5
richiesta media di cloro a Qm	kg/d	164	229
richiesta massima di cloro	kg/d	657	762
richiesta media di soluzione commerciale	kg/d	1.370	1.906
	kg/h	57	79
richiesta massima di soluzione commerciale	kg/d	5.479	6.353
		228	265
volume di stoccaggio	mc	50	
pompe dosaggio	n	2,00	
pompe dosaggio in funzione	n	2,00	
portata unitaria	l/h	150,00	
portata totale	l/h	300,00	
portata unitaria motore	kw	0,75	

### 5.3 – LINEA FANGHI

La linea esistente dei fanghi biologici è stata progettata e realizzata per una potenzialità di 440.000 A.E. tenendo conto di una produzione massima di fanghi misti (fanghi primari + fanghi di supero):

- fanghi primari 23.760 kgSS/d
- fanghi di supero 13.402 kgSS/d
- fanghi misti 37.162 kgSS/d

La frazione di solidi volatili rispetto ai solidi totali, considerata ai fini del dimensionamento del trattamento di digestione anaerobica, è pari al 70% e quindi i solidi volatili presi in considerazione sono pari a 26.013 kgSSV/d.

Il carico volumetrico, quindi, risultava alla massima potenzialità pari a 2,48 kgSS/mc/d corrispondente a 1,73 kgSSV/mc/d.

Nelle nuove condizioni di funzionamento, e secondo le nuove ipotesi progettuali che tengono conto di un carico specifico di fosforo di 1 gr/ab/d anziché di 3 gr/ab/d previsto dal progetto preliminare avremo i seguenti quantitativi di fanghi prodotti.

*Linea tradizionale 220.000 A.E.:*

- fanghi primari: 11.880 kgSS/d
- fanghi di supero 6.701 kgSS/d
- fanghi totali 18.581 kgSS/d

e quindi i solidi volatili presi in considerazione sono pari a 13.007 kgSSV/d.

*Linea MBR 340.000 A.E.:*

- fanghi primari: 0 kgSS/d
- fanghi di supero 15.618 kgSS/d
- fanghi totali 15.618 kgSS/d

I quantitativi indicati comprendo i fanghi di supero biologici, i fanghi di supero inerti ed i fanghi chimici da coprecipitazione.

La frazione di solidi volatili rispetto ai solidi totali, considerata ai fini del dimensionamento del trattamento di digestione anaerobica è stata valutata in questo caso pari a circa il 67,6% e quindi i solidi volatili presi in considerazione sono pari a 10.552 kgSSV/d.

La somma della produzione di fanghi della linea tradizionale e della linea MBR risulta pari a:

kgSS/d	34.199
kgSSV/d	23.559

Avremo quindi una diminuzione della produzione di SST di circa 2.963 kg/d ed una diminuzione della produzione di SSV di circa 2.454 kg/d praticamente ininfluenti ai fini del trattamento di digestione anaerobica.

Il carico volumetrico alla massima potenzialità risulta infatti pari a circa 2,28 kgSS/mc/d corrispondente a 1,57 kgSSV/mc/d ed è quindi entro i limiti di accettabilità fissati dal progetto originario.

Occorre inoltre considerare che il fabbisogno di calore per il riscaldamento del digestore può essere soddisfatto dalla apparecchiature esistenti.

Si evidenzia, infine, che la frazione di solidi volatili è passata dal 70% del progetto originario al 68,9% (valore medio) del progetto attuale con una riduzione del 1,1% circa e quindi è logico attendersi una modesta riduzione del biogas prodotto che risulta trascurabile ai fini del bilancio energetico della stazione. Il biogas prodotto è più che sufficiente a soddisfare la richiesta calorica per il riscaldamento del digestore. Allo stato attuale questo è l'unico utilizzo che viene fatto del biogas prodotto.

Nella tabella sotto riportata vengono riepilogate le produzioni dei fanghi.

IMPIANTO DI S.GIUSTINA		MEMBRANE		TRADIZIONALE		IMPIANTO COMPLETO	
PRODUZIONE FANGHI		SITUAZIONE NON ESTIVA	SITUAZIONE ESTIVA	SITUAZIONE NON ESTIVA	SITUAZIONE ESTIVA	SITUAZIONE NON ESTIVA	SITUAZIONE ESTIVA
- ABITANTI EQUIVALENTI	n	260.000	340.000	110.000	220.000	370.000	560.000
PRODUZIONE FANGHI - BIOLOGICI							
giornaliera SS	kg/d	11.660	15.618	9.291	18.581	20.951	34.199
rapporto SS/SV	%	66,74	67,56	70,00	70,00	68,19	68,89
giornaliera SSV	kg/d	7.782	10.552	6.503	13.007	14.285	23.559
- PRODUZIONE FANGHI CHIMICI							
giornaliera SS	kg/d	0	0	3.319	6.924	3.319	6.924

### 5.3.1 – Preispessimento (ispessimento meccanico)

Allo stato attuale sono disponibili due ispessitori cilindrici con fondo a tramoggia conica attrezzati con ponte raschiatore aventi superficie unitaria di 380 mq e volume unitario di 1.140 mc e quindi superficie complessiva di 760 mq e volume complessivo di 2.280 mc.

Nella condizione del progetto originario risulta un carico superficiale di circa 49 kg/mq/d ed un tempo di ritenzione di circa 36 ore (ipotizzando concentrazioni in ingresso di 25 kg/mc).

Per aumentare la flessibilità gestionale dell'impianto si prevede una stazione di ispessimento meccanico, che implementa la sezione esistente, destinandola al trattamento dei fanghi provenienti dalla linea MBR e quindi idonea a trattare circa 15.618 kgSS/d ad una concentrazione in ingresso di circa 9,1 kg/mc e quindi corrispondenti ad un volume di circa 1.716 mc/d.



La stazione è costituita da due macchine appoggiate su apposite vasche di accumulo del fango ispessito (una per vasca) ognuna delle quali ha una potenzialità di trattamento pari a 100 mc/h ed è in grado di assicurare una concentrazione in uscita pari a circa 60 kg/mc. La stazione sarà completa di sistema di preparazione e dosaggio del polielettrolita. Il dosaggio previsto di polielettrolita è pari a 3 ÷ 4 g/kgSS.

Vengono inoltre previste modifiche dei sistemi di scarico dei preispessitori esistenti per far sì che il gestore possa disporre completamente dei loro volumi per lo stoccaggio dei fanghi. Il sistema di estrazione mediante telescopiche rende, allo stato attuale, utilizzabile solo parte di detti volumi.

IMPIANTO DI S.GIUSTINA		MEMBRANE		TRADIZIONALE	
PREISPESSIMENTO		SITUAZIONE NON ESTIVA	SITUAZIONE ESTIVA	SITUAZIONE NON ESTIVA	SITUAZIONE ESTIVA
- ABITANTI EQUIVALENTI	n	260.000	340.000	110.000	220.000
- PRODUZIONE FANGHI					
giornaliera	kg/g	11.660,00	15.618,00	9.291	18.581,00
concentrazione	kg/mc	9,10	9,10	25,00	25,00
volume	mc/g	1.281,32	1.716,26	371,62	743,24
- ISPESSITORI NUOVI					
unità	n	2,00		-	
tipo		tavola piana		-	
unità in funzione	n	2,00		-	
portata unitaria trattabile	mc/h	100,00		-	
portata totale trattabile	mc/h	200,00		-	
ore di funzionamento	h/d	6,41	8,58	-	
concentrazione in uscita	kg/mc	60,00	60,00	-	
volume fanghi in uscita	mc/d	194,33	260,30	-	
volume surnatante	mc/d	1.086,99	1.455,96	-	
potenza pompa alimentazione	kw	7,50		-	-
potenza ispessitore	kw	2,2 + 0,18 + 1,1		-	-
potenza pompa lavaggio	kw	4,00		-	-
potenza compressore	kw	1,10		-	-
potenza pompa dosatrice	kw	2,20		-	-
potenza polipreparatore	kw	1,1 + 1,1 + 0,18		-	-
- ISPESSITORI ESISTENTI					
unità	n			2,00	
unità in funzione	n			1,00	2,00
tipo				cilindrico con carroponete	
superficie unitaria	mq			380	
volume unitario utile	mc			1.140	

**Segue tab. Preispessimento**

fanghi totali dalle due linee	kg/d			20.951	34.199
concentrazione media	kg/mc			37,02	34,08
volume	mc/d			565,95	1.003,54
concentrazione in uscita	kg/mc			45,00	45,00
volume in uscita	mc/d			465,57	759,98
volume surnatante	mc/d			100,39	243,56
tempo di ritenzione	h			58,76	71,99
carico superficiale	kg/mq/d			55,14	45,01
diametro	m	-	-	22	
altezza totale	m	-	-	3,50	
altezza utile	m	-	-	3,00	
superficie unitaria	m	-	-	380	
volume unitario	m	-	-	1.140	
potenza motore	kw	-	-	1,50	

Oltre a conferire maggiore flessibilità gestionale al sistema, gli interventi previsti consentirebbero di conseguire un tenore di secco del fango ispessito più elevato di quello attuale e quindi volumi ridotti da avviare alla digestione anaerobica.

Occorre inoltre sottolineare che il sistema di grigliatura fine previsto in testa all'impianto (6 mm per l'impianto tradizionale e 1,5 mm per la linea MBR) rende di fatto superflua la esistente grigliatura dei fanghi che rappresenta attualmente un punto di gestione e manutenzione assai impegnativo.

**5.3.2 – Digestione anaerobica**

La stazione di digestione anaerobica esistente è costituita da due digestori primari aventi volume unitario di 5.000 mc e da un digestore secondario da 5.000 mc, per un volume complessivo di 15.000 mc.

<b>IMPIANTO DI S.GIUSTINA</b>			
<b>DIGESTIONE ANAEROBICA</b>		<b>SITUAZIONE NON ESTIVA</b>	<b>SITUAZIONE ESTIVA</b>
- ABITANTI EQUIVALENTI	n	370.000	560.000
- PRODUZIONE FANGHI			
giornaliera	kg/g	20.951	34.199
concentrazione	kg/mc	45,00	45,00
volume	mc/g	465,57	759,98
giornaliera SSV	kg/kg	14.285	23.559

**Segue tab. Digestione anaerobica**

- DIGESTORI			
unità	n	3,00	
unità in funzione	n	3,00	
volume unitario	mc	5.000	
volume totale	mc	15.000	
carico volumetrico SSV	kg/mc/d	0,95	1,57
carico volumetrico SS	kg/mc/d	1,40	2,28
- FANGHI DIGERITI			
giornaliera	kg/g	13.094	21.242
concentrazione	kg/mc	50,00	50,00
volume	mc/g	261,88	424,83
- FABBISOGNO CALORICO			
riscaldamento fanghi	kcal/d	12.570.300	15.199.556
perdite termiche	kcal/d	2.074.000	1.555.000
maggiorazione di sicurezza	kcal/d	1.367.900	1.367.900
totale giornaliero	kcal/d	16.012.200	24.000.000
totale orario	kcal/h	667.175	1.000.000
caldaie	n	2	2
caldaie in funzione	n	1	2
potenzialità unitaria caldaia	kcal/h	850.000	
potenzialità totale caldaie	kcal/h	850.000	1.700.000
scambiatori	n	2	2
sacmbiatori in funzione	n	1	2
potenzialità unitaria scambiatore	kcal/h	800.000	
potenzialità totale scambiatori	kcal/h	800.000	1.600.000

La sezione non richiede in pratica alcun intervento di adeguamento ovvero potenziamento in quanto perfettamente idonea a soddisfare le nuove esigenze in merito.

**5.3.3 – Postispessimento**

Prendendo a riferimento la potenzialità massima (560.000 A.E.), la quantità di fanghi digeriti, prevedendo una riduzione della frazione organica del 55%, risulta pari a:

- fanghi digeriti      *kg/d*    21.242

Avremo quindi una produzione di fanghi digeriti leggermente inferiore a quella prevista dal progetto originario (21.242 contro 22.855 kg/d) ma una produzione specifica sensibilmente inferiore (37,93 contro 51,94 gr/ab/d). Occorre poi tenere conto che i

quantitativi di fanghi digeriti della linea membrane comprendono anche i fanghi chimici e quindi in realtà la produzione specifica di fanghi è ancora più favorevole.

Allo stato attuale la fase di ispessimento dei fanghi digeriti viene conseguita in un ispessitore cilindrico con fondo a tramoggia conica attrezzato con ponte raschiatore avente superficie unitaria di 380 mq e volume unitario di 1.140 mc

Per aumentare la flessibilità gestionale dell'impianto si prevede un secondo ispessitore di dimensioni identiche a quello esistente.

IMPIANTO DI S.GIUSTINA			
POSTISPESSIMENTO		SITUAZIONE NON ESTIVA	SITUAZIONE ESTIVA
- ABITANTI EQUIVALENTI	n	370.000	560.000
- FANGHI DIGERITI			
giornaliera	kg/g	13.094	21.242
concentrazione	kg/mc	50	50
volume	mc/g	261,88	424,83
- ISPESSIMENTO			
unità esistenti	n	1,00	
unità di potenziamento	n	1,00	
unità in funzione	n	2,00	
tempo di ritenzione	d	8,71	5,37
concentrazione in uscita	kg/mc	60	60
volume fanghi in uscita	mc/d	218,23	354,03
volume surnatante	mc/d	43,65	70,81
- ISPESSITORI			
tipo		cilindrico con carroponte	
diametro	m	22	
altezza totale	m	3,50	
altezza utile	m	3,00	
superficie unitaria	m	380	
volume unitario	m	1.140	
potenza motore	kw	1,50	

Vengono inoltre previste modifiche del sistema di scarico del postispessitore esistente per far sì che il gestore possa disporre completamente del volume per lo stoccaggio dei fanghi. Il sistema di estrazione mediante telescopica rende, allo stato attuale, utilizzabile solo parte di detto volume.

IMPIANTO DI S.GIUSTINA			
ISPESSIMENTO FANGHI CHIMICI		SITUAZIONE NON ESTIVA	SITUAZIONE ESTIVA
- ABITANTI EQUIVALENTI	n	110.000	220.000
- FANGHI PRODOTTI			
giornaliera (da progetto originario)	kg/g	3.319	6.924
concentrazione	kg/mc	7	7
volume	mc/g	474	989
- ISPESSIMENTO			
unità esistenti	n	1,00	
unità in funzione	n	1,00	
tempo di ritenzione	d	2,40	1,15
concentrazione fanghi in uscita	kg/mc	35	35
volume fanghi in uscita	mc/d	95	198
volume surnatante	mc/d	379	791
- ISPESSITORE			
tipo		cilindrico con carroponte	
diametro	m	22	
altezza totale	m	3,50	
altezza utile	m	3,00	
superficie unitaria	m	380	
volume unitario	m	1.140	
potenza motore	kw	1,50	

#### 5.3.4 – Disidratazione meccanica dei fanghi

Attualmente l'impianto dispone di un sistema di disidratazione costituito da sei presse nastro. Le ipotesi del progetto originario destinano quattro presse al trattamento dei fanghi biologici e due al trattamento dei fanghi chimici.

Nella realtà gestionale le due correnti di fanghi (digeriti e chimici per complessivi  $22.855 + 13.847 = 36702$  kg/d) vengono miscelate e disidratate nella linea dei fanghi biologici mentre le apparecchiature della linea dei fanghi chimici vengono utilizzate solo in casi di emergenza.

Le nuove ipotesi progettuali definiscono quantitativi complessivi di fanghi:

- fanghi digeriti: 21.242 kgSS/d
- fanghi chimici 6.637 kgSS/d (linea esistente)
- fanghi totali 28.165 kgSS/d

e quindi sensibilmente inferiore ai quantitativi previsti dal progetto originario (- 23%). Riprendendo il discorso relativo alla produzione specifica, tenendo conto di tutti i fanghi prodotti, risulta che il progetto tradizionale originario prevedeva 83,41 gr/ab/d contro i 50,29 del progetto che vede l'impianto attuale potenziato con la nuova linea membrane.

La sezione di disidratazione meccanica risulta quindi idonea alle nuove esigenze. Per aumentare al flessibilità gestionale si prevede un secondo silo di accumulo sulla linea fanghi biologici ed un silo di accumulo sulla linea fanghi chimici triplicando così le possibilità di stoccaggio dei fanghi disidratati (da 130 a 390 mc).

<b>IMPIANTO DI S.GIUSTINA</b>			
<b>DISIDRATAZIONE MECCANICA DEI FANGHI</b>		<b>SITUAZIONE NON ESTIVA</b>	<b>SITUAZIONE ESTIVA</b>
- ABITANTI EQUIVALENTI	n	370.000	560.000
- FANGHI DIGERITI ISPESSITI			
giornaliera	kg/d	13.094	21.242
concentrazione	kg/mc	60	60
volume	mc/d	218,23	354,03
- FANGHI CHIMICI			
giornaliera	kg/d	3.319	6.924
concentrazione	kg/mc	35	35
volume	mc/d	94,81	197,81
- FANGHI TOTALI INGRESSO			
giornaliera	kg/d	16.412	28.165
concentrazione	kg/mc	52	51
volume	mc/d	313,04	551,84
- DISIDRATAZIONE MECCANICA			
giornaliera disidratata 5 giorni settimana	kg/d	22.977	39.431
concentrazione	kg/mc	52	51
volume	mc/d	438,26	772,58
unità esistenti	n	6,00	
unità in funzione	n	2	3
ore lavorative	h/d	16	16
portata unitaria trattata	mc/h	13,70	16,10

**Segue tab. Disidratazione meccanica dei fanghi**

carico unitario trattato	kg/h	718	821
concentrazione in uscita	kg/mc	220	220
volume fanghi in uscita	mc/d	104,44	179,23
volume surnatante	mc/d	333,82	593,34
- DISIDRATATRICE			
tipo	m	pressa nastro	
larghezza telo		2,00	
- SILOS FANGHI DISIDRATATI			
unità esistenti	n.	1,00	
unità di nuova realizzazione	n	2,00	
unità totali	n	3,00	
volume unitario	mc	130,00	
volume totale	mc	390,00	
tempo di ritenzione	d	3,73	2,18