



acda  
azienda cuneese dell'acqua spa

## Comune di CUNEO

Lavori di adeguamento impianto di depurazione acque reflue  
di Cuneo alla direttiva 91/271/CE

Livello di progettazione:	<b>PROGETTO PRELIMINARE</b>
Oggetto elaborato:	<b>Relazione di progetto</b>

**Progetto:**



Sede Legale: Corso Nizza 88 - 12100 Cuneo  
Tel. 0171.326711 - Fax 0171.326710  
Partita IVA: 02468770041  
Capitale sociale € 5.000.000  
e-mail: [acda@acda.it](mailto:acda@acda.it)

<b>Progettazione:</b> <i>(Ordine Ingegneri di Cuneo n. ° 696)</i>	Dott. Ing. Roberto Beltritti
<b>Direzione Lavori:</b>	Dott. Ing. Roberto Beltritti
<b>Responsabile del Procedimento:</b>	Dott. Ing. Alessandro Pirola
<b>Direzione Generale ACDA:</b>	Dott. Ing. Alessandro Pirola

COMMESSA	Livello di progetto	Categoria di progetto	Tipo elaborato	N. elaborato	REV.	DATA
<b>P0137</b>	<b>PR</b>	<b>GE</b>	<b>TX</b>	<b>01</b>	<b>00</b>	<b>30.03.2011</b>

REV.	Descrizione:	DATA:	Redatto da:	Verificato da:	Approvato da:
<b>00</b>	EMISSIONE per consegna progetto preliminare	30.03.11		F. Monaco	R. Beltritti

Questo elaborato è di proprietà dell'acda, qualsiasi divulgazione o riproduzione anche parziale deve essere espressamente autorizzata

Acda azienda cuneese dell'acqua spa  
Sede Legale: Corso Nizza 88 - 12100 Cuneo - Tel. 0171.326711 - Fax 0171.326710 - e-mail: [acda@acda.it](mailto:acda@acda.it)  
Capitale sociale € 5.000.000 - Partita IVA: 02468770041

## Sommario

<b>1</b>	<b>Premessa</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Autorizzazione allo scarico – limiti allo scarico attuali e futuri</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>I limiti in nutrienti N e P</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>L'impianto di Cuneo - Stato di fatto</b>	<b>9</b>
4.1	La filiera dei processi	10
4.2	Linea acque – principali volumetrie e caratteristiche	13
4.3	Linea fanghi – principali volumetrie	17
<b>5</b>	<b>La rete fognaria</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>Analisi dello stato di fatto</b>	<b>22</b>
6.1	Carichi idraulici	22
6.2	Dati statistici di portata	27
6.3	Principali volumetrie e delay time per il campionamento	28
6.4	Carichi di massa influenti	29
6.5	Carichi di massa del trattamento in conto terzi	30
6.6	Carichi di massa dopo sedimentazione primaria - prestazioni	31
6.7	Le concentrazioni dei macroinquinanti nell'influente di rete	32
6.8	Le concentrazioni dei macroinquinanti a valle della sedimentazione primaria	36
6.9	Le caratteristiche chimico fisiche dell'effluente impianto	38
6.10	Le prestazioni nell'abbattimento dei nutrienti	42
6.10.1	Abbattimento dell'azoto	42
6.10.2	Abbattimento del fosforo	43
6.11	Il processo biologico	44
6.12	Monitoraggio della denitrificazione	48
6.13	La gestione della linea fanghi	49
6.14	I consumi energetici	52
6.15	Il bilancio di massa dell'azoto	52
<b>7</b>	<b>Controlli analitici mirati dell'azoto</b>	<b>56</b>
7.1	Controllo in linea acque	56
<b>8</b>	<b>Adeguamento dell'impianto - Dati a base progetto</b>	<b>58</b>

<b>9</b>	<b>Limiti allo scarico</b>	<b>59</b>
9.1	Considerazioni sul conseguimento dei limiti allo scarico per l'azoto	59
<b>10</b>	<b>La verifica dimensionale dell'impianto</b>	<b>61</b>
10.1	Verifica della linea acque	61
10.1.1	Controllo in linea fanghi	67
<b>11</b>	<b>I processi di rimozione dell'azoto – simulazioni di processo</b>	<b>67</b>
<b>12</b>	<b>I lavori di adeguamento del fosforo allo scarico</b>	<b>72</b>
<b>13</b>	<b>Progettazione degli interventi di adeguamento</b>	<b>73</b>
13.1	Stazione di sollevamento	73
13.2	Pretrattamenti	74
13.2.1	Grigliatura	74
13.3	Interventi di ripartizione delle portate	74
13.3.1	IPOTESI N.1	74
13.4	Ripristino delle carpenterie dei sedimentatori primari e sedimentatori secondari	75
13.4.1	Carpenterie sedimentatori primari	75
13.4.2	Carpenterie sedimentatori secondari	75
13.5	Processo biologico	76
13.5.1	Interventi alle vasche biologiche esistenti	76
13.6	Trattamento di post-denitrificazione	77
13.6.1	Post denitrificazione	77
13.6.2	Edificio soffianti	78
13.6.3	Sedimentazione secondaria	79
13.6.4	Area di stoccaggio carbonio prontamente biodegradabile	80
13.7	Filtrazione	80
13.8	Disinfezione	81
13.9	Pozzo fiscale	81
13.10	Surnatanti Linea fanghi	82
13.11	Stazione pretrattamento rifiuti 20.03.04 e 20-.03-06	82
13.12	Adeguamento impianto elettrico e sistema di telecontrollo	82
13.12.1	Telecontrollo	83
13.13	Demolizione gasometro e spostamento cogeneratore	83
13.14	Realizzazione strada esterna all'impianto	84
13.15	Locale per deposito vernici, gas e solventi	85
13.16	Realizzazione manto bituminoso	85
13.17	Opere a corredo per la riqualificazione dell'impianto	85

<b>14</b>	<b>Previsione di spesa</b>	<b>87</b>
<b>15</b>	<b>Bibliografia</b>	<b>88</b>

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 3-1 Limiti di legge.....	9
Tabella 4-1 Filiere di processo.....	10
Tabella 4-2 Pretrattamenti .....	13
Tabella 4-3 Trattamenti primari .....	14
Tabella 4-4 Trattamenti biologici e sedimentazione secondaria .....	15
Tabella 4-5 Filtrazione e disinfezione.....	16
Tabella 4-6 Estrazione e pretrattamenti fanghi.....	17
Tabella 4-7 Digestione anaerobica .....	19
Tabella 4-8 Disidratazione e letti di essiccamento.....	19
Tabella 4-9 Linea gas e cogenerazione .....	20
Tabella 5-1 AE allacciati in rete.....	21
Tabella 6-1 Portate influenti .....	23
Tabella 6-2 Dati caratteristici delle piogge – 2008 .....	24
Tabella 6-3 Dati statistici Gennaio – Luglio 2009.....	27
Tabella 6-4 Analisi di stagionalità 0 - 24.....	27
Tabella 6-5 Carichi di massa influenti - 2008 .....	29
Tabella 6-6- Carichi di massa influenti - 2009.....	29
Tabella 6-7 Carichi di massa influenti – 2010 .....	30
Tabella 6-8 Quantità trattate (t) in conto terzi.....	31
Tabella 6-9 Carichi di massa effluenti la sedimentazione primaria -2008.....	31
Tabella 6-10 Carichi di massa effluenti la sedimentazione primaria -2009.....	31
Tabella 6-11 Carichi di massa effluenti la sedimentazione primaria -2010.....	32
Tabella 6-12 Prestazioni medie del trattamento primario.....	32
Tabella 6-13 Caratteristiche chimico fisiche dell'influente -2008 .....	33
Tabella 6-14 Rapporti caratteristici – influente impianto - 2008.....	33
Tabella 6-15 Caratteristiche chimico fisiche dell'influente -2009 .....	33
Tabella 6-16 Rapporti caratteristici influente impianto - 2009.....	34
Tabella 6-17 Caratteristiche chimico fisiche dell'influente -2010 .....	35
Tabella 6-18 Rapporti caratteristici influente impianto – 2010.....	35
Tabella 6-19 Concentrazioni macroinquinanti dopo sed. Primaria -2008.....	36
Tabella 6-20 Concentrazioni effluente sed primaria -2009.....	37
Tabella 6-21 Concentrazioni effluente sed primaria -2010.....	37
Tabella 6-22 Caratteristiche chimico fisiche dell'effluente impianto -2008.....	39
Tabella 6-23 Caratteristiche chimico fisiche dell'effluente impianto – 2009 .....	40
Tabella 6-24 Caratteristiche chimico fisiche dell'effluente impianto – 2010.....	40
Tabella 6-25 Rimozione dell'azoto.....	42
Tabella 6-26 Rendimenti di rimozione dell'azoto -2009-2010 .....	43
Tabella 6-27 Prestazioni nella rimozione del Ptot -2008.....	43
Tabella 6-28 Prestazioni nella rimozione del Ptot – 2009-2010.....	43
Tabella 6-29 Condizioni operative del processo biologico - 2008 .....	44
Tabella 6-30 Parametri di processo biologico -2008.....	45

Tabella 6-31 Condizioni operative del processo biologico – 2009.....	46
Tabella 6-32 Parametri di processo biologico – 2009.....	46
Tabella 6-33 Condizioni operative del processo biologico – 2010.....	47
Tabella 6-34 Parametri di processo biologico – 2010.....	47
Tabella 6-35 Numero di linee in funzione 2008 – 2010.....	47
Tabella 6-36 Dati statistici del ORP in vasca di denitrificazione -2008.....	48
Tabella 6-37 Gestione della linea fanghi -2008.....	50
Tabella 6-38 Surnatanti linea fanghi.....	51
Tabella 6-39 Fanghi di depurazione – base 2008-2009.....	52
Tabella 6-40 Consumi energetici.....	52
Tabella 6-41 Bilancio di massa in azoto (2008).....	53
Tabella 6-42 Speciazione dell'azoto (2008).....	54
Tabella 6-43 Feedback di azoto con i surnatanti.....	55
Tabella 7-1 Analisi in linea acque dell'azoto.....	57
Tabella 8-1 Dati a base progetto – adeguamento.....	58
Tabella 9-1 Limiti allo scarico.....	59
Tabella 9-2 Abbattimenti potenziali dell'azoto – base 2008.....	60
Tabella 9-3 Abbattimenti potenziali dell'azoto – base 2009.....	60
Tabella 9-4 Abbattimenti potenziali dell'azoto – base 2010.....	61
Tabella 10-1 Dati a base verifica.....	61
Tabella 10-2 Parametri operativi del processo biologico.....	62
Tabella 10-3 Dotazioni in fornitura di aria del processo biologico.....	63
Tabella 10-4 Parametri operativi dei nuovi sedimentatori secondari.....	66
Tabella 10-5 Controllo dell'azoto in linea fanghi.....	67
Tabella 11-1 Caratteristiche fisiche e chimico-fisiche dell'influenza l' impianto biologico.....	68
Tabella 11-2 Ripartizione percentuale del carbonio influente.....	68
Tabella 11-3 Ripartizione dei flussi e dei volumi.....	68
Tabella 11-4 Simulazioni scenario A – Processo DN.....	70
Tabella 11-5 Sintesi delle simulazione scenario A*.....	70
Tabella 11-6 Risultati di simulazione del processo DN-Post denitro.....	71
Tabella 11-7 Ricostruzione del Ntot nell'effluente medio.....	71
Tabella 13-1: Caratteristiche dimensionali pompe di sollevamento esistenti.....	73
Tabella 13-2: Carichi idraulici di progetto.....	74
Tabella 13-3: Caratteristiche dimensionali idrovore.....	75
Tabella 13-4: Caratteristiche dimensionali idrovore esistenti a servizi delle vasche biologiche.....	76
Tabella 13-5: Caratteristiche dimensionali idrovore di progetto a servizi delle vasche biologiche.....	76
Tabella 13-6: Caratteristiche dimensionali vasca di post-denitrificazione.....	77
Tabella 13-7: Caratteristiche miscelatori a servizio della post-denitro.....	78
Tabella 13-8: Caratteristiche dimensionali locale compressori.....	79
Tabella 13-8: Caratteristiche dimensionali sedimentatori secondari.....	79
Tabella 13-9: Area stoccaggio carbonio prontamente degradabile.....	80
Tabella 13-11: Caratteristiche dimensionali unità di filtrazione a servizio della Post-Denitro.....	80
Tabella 13-11: Caratteristiche dimensionali unità di filtrazione: Raddoppio dell'esistente.....	81
Tabella 13-12: Caratteristiche dimensionali unità di disinfezione.....	81
Tabella 13-13: Caratteristiche dimensionali edifici stoccaggio vernici, gas e solventi.....	85

## INDICE DELLE FIGURE

Figure 4-1 Schema di flusso dell'impianto di Cuneo – linea acque .....	12
Figure 4-2 Schema di flusso dell'impianto di Cuneo – linea fanghi.....	12
Figure 5-1 Cartografia della rete fognaria .....	22
Figure 6-1 Andamento mensile della portata - triennio 2008-2010 .....	23
Figure 6-2 Portate influente – valori puntuali - 2008.....	24
Figure 6-3 Portate puntuali influenti in periodi secchi certi - 2008.....	25
Figure 6-4. Analisi di dettaglio delle portate orarie del 2009 .....	26
Figure 6-5 Seasonal analysis 0 – 24 .....	28
Figure 6-6 Concentrazione dell'ammoniaca (N-NH4) nell'effluente - 2008 .....	39
Figure 6-7 Andamento del COD/N-NH4 effluente primari con l'N-NO3 effluente -2008 .....	41
Figure 6-8 Correlazione Ptot in e Ptot out .....	41
Figure 6-9 Ammoniaca residua in funzione del SRT del processo biologico.....	45
Figure 6-10 ORP in vasca di denitrificazione (2/3) – Gennaio 2009.....	48
Figure 6-11 ORP in vasca di denitrificazione (2/3) - 2009.....	49

## 1 Premessa

La Regione Piemonte con DGR 7-10588 del 19 Gennaio 2009, ha deliberato la conformità allo scarico dell’Impianto di Cuneo in aree sensibili prescrivendo per i nutrienti (N e P) sia limiti in concentrazione che valori obiettivo della percentuale di riduzione, entrambi come media annua. Per cui:

i limiti per il fosforo sono  $P_{tot} \leq 1 \text{ mg/l}$  e  $E\%P_{tot} \geq 80\%$ .

i limiti per l’azoto sono  $N_{tot} \leq 10 \text{ mg/l}$  e  $E\%N_{tot} \geq 80\%$  (Tabella 3-1). Il tutto in modo conforme alla Tab.2 del t.u. sulle acque 152/2006 e s.m.i.

L’intervento sull’impianto di Cuneo è stato selezionato in quanto di grande significato per ottimizzare la compatibilità del Piano d’Ambito con il PTA Regione Piemonte, anche in attuazione degli impegni assunti in sede di pianificazione a livello di bacino del Po.

ATO	Nome Impianto	Codice Regionale Impianto	Agglomerato	Classe di potenzialità dell’ Impianto (a.e.)	Parametri: media annua			
					Concentrazione		% Riduzione (Valori obiettivo)	
					Fosforo totale (mg/l)	Azoto totale (mg/l)	Fosforo totale	Azoto totale
4	Fossano	da assegnare	Fossano	$10.000 \leq a.e \leq 100.000$	$\leq 2$	$\leq 15$	$\geq 75$	$\geq 75$
4	Cuneo - A.C.D.A	4207	Cuneo	$\geq 100.000 \text{ a.e.}$	$\leq 1$	$\leq 10$	$\geq 80$	$\geq 80$

L’Ufficio Tecnico Aziendale, in collaborazione con il Servizio Depurazione e con la consulenza di un esperto nel settore, ha elaborato i dati di gestione dell’impianto allo scopo di caratterizzare le criticità emerse nel corso della gestione ordinaria e definire la tipologia degli interventi necessari per ottenere e garantire il raggiungimento dei limiti imposti.

L’analisi ha evidenziato che i settori maggiormente carenti dal punto di vista strutturale sono la sedimentazione finale e il processo biologico.

Per questi comparti si è scelta una tra le possibili ipotesi progettuali consci dell’esistenza di tecnologie e approcci tecnico – progettuali diversi che consentono di raggiungere gli obiettivi prefissati.

Trattandosi di un progetto a base di una procedura di Appalto Integrato si è voluto garantire ai concorrenti il massimo grado di libertà nelle soluzioni senza scegliere tecnologie e soluzioni coperte da privativa industriale.

Le basi per una soluzione “aperta” verranno definite nel Capitolato di Gara che privilegerà sicuramente i miglioramenti funzionali e i contenimenti dei costi gestionali.

La presente relazione tecnica descrittiva e di dimensionamento dei processi sviluppa:

- l'analisi delle opere e degli impianti che costituiscono l'impianto di depurazione di Cuneo nello stato di progetto e di fatto;
- l'analisi della gestione tecnica con particolare riguardo alle condizioni di processo ed alle caratteristiche chimico fisiche dei diversi flussi coinvolti;
- la modellazione dei processi esistenti per ottimizzarne le caratteristiche e dei nuovi che si intendono applicare;
- gli interventi necessari.

## **2 Autorizzazione allo scarico – limiti allo scarico attuali e futuri**

Acda S.p.A. ha avuto approvato in data 28 Maggio 2010 (provvedimento n° 78 della Provincia di Cuneo) il piano di prevenzione e gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne; con lo stesso provvedimento Acda S.p.A. ha rinunciato all'AIA rilasciata il 27/12/2006 con determina n° 1306 del Responsabile del settore Tutela Ambientale della Provincia di Cuneo per l'esercizio del codice attività IPPC 5.3 *impianti per la eliminazione di rifiuti non pericolosi (attività D8 D9)* con capacità superiore ai 50 t/d.

Acda S.p.A. attualmente prosegue il trattamento di rifiuti nei limiti e nelle condizioni indicate nell'art. 110 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

In data 28 Maggio 2010 (provvedimento n° 77 della Provincia di Cuneo) ha ottenuto il rilascio della autorizzazione allo scarico sino al 31Marzo 2014 con l'osservanza dei seguenti limiti:

- Lo scarico deve rispettare i limiti di Tab. 1 e Tab.3 All. 5 del D.Lgs. 156/2006 e, per quanto attiene la Tab. 1, si deve fare riferimento al limite in concentrazione giornaliera;
- I limiti in Azoto Totale e Fosforo totale sono quelli contenuti nella Monografia d'area All. A DGR 7-10588 del 19/01/2009 Al 21 Stura di Demonte e debbono essere rispettati dal 31/12/2012;

## **3 I limiti in nutrienti N e P**

La Regione Piemonte con DGR 7-10588 del 19 Gennaio 2009, ha deliberato la conformità allo scarico dell'Impianto di Cuneo in aree sensibili prescrivendo per i nutrienti (N e P) sia limiti in concentrazione che valori obiettivo della percentuale di riduzione, entrambi come media annua. Per cui:

i limiti per il fosforo sono  $P_{tot} \leq 1 \text{ mg/l}$  e  $E\%P_{tot} \geq 80\%$ .

i limiti per l'azoto sono  $N_{tot} \leq 10 \text{ mg/l}$  e  $E\%N_{tot} \geq 80\%$  (Tabella 3-1). Il tutto in modo conforme alla Tab.2 del t.u. sulle acque 152/2006 e s.m.i.

L'intervento sull'impianto di Cuneo è stato selezionato in quanto di grande significato per ottimizzare la compatibilità del Piano d'Ambito con il PTA Regione Piemonte, anche in attuazione degli impegni assunti in sede di pianificazione a livello di bacino del Po.

ATO	Nome Impianto	Codice Regionale Impianto	Agglomerato	Classe di potenzialità dell' Impianto (a.e.)	Parametri: media annua			
					Concentrazione		% Riduzione (Valori obiettivo)	
					Fosforo totale (mg/l)	Azoto totale (mg/l)	Fosforo totale	Azoto totale
4	Fossano	da assegnare	Fossano	$10.000 \leq a.e \leq 100.000$	$\leq 2$	$\leq 15$	$\geq 75$	$\geq 75$
4	Cuneo - A.C.D.A	4207	Cuneo	$\geq 100.000$ a.e.	$\leq 1$	$\leq 10$	$\geq 80$	$\geq 80$

Tabella 3-1 Limiti di legge

I controlli analitici futuri per la verifica del rispetto del limite in prestazioni dovranno essere fatti sui campioni medi dell'effluente, prelevati rispettando il tempo di ritardo tra l'ingresso e l'uscita. Il tempo di ritardo, alla portata media del 2008, ammonta a 21,3 ore.

#### 4 L'impianto di Cuneo - Stato di fatto

La costruzione dell' impianto di depurazione di Cuneo è iniziata contemporaneamente alle opere di canalizzazione consortile, nel gennaio 1980, dopo l'espletamento dell' appalto concorso in seguito al quale risultò aggiudicatario dei lavori il Raggruppamento Degremont Italia S.p.A di Milano e Ferrero Attilio Costruzioni S.p.A di Ceva .

Lo studio ed il dimensionamento dell'impianto, nonché la tecnologia del processo depurativo è Degremont. L'impianto è entrato in funzione nel Settembre 1984 ed è stato ampliato nel 1988. Il trattamento, basato sul processo a fanghi attivi, era stato articolato su due linee e comprendeva le seguenti fasi :

linea acque :

- grigliatura grossolana meccanizzata (1)
- sollevamento
- grigliatura fine curva (2 )
- dissabbiatura aerata con disoleazione(2 bacini )
- decantazione primaria (3 vasche )
- ossidazione a fanghi attivi (3 vasche )
- decantatore finale (3 vasche )
- disinfezione ( 2 bacini )

- linea fango :
  - ispessitore (2 bacini)
  - digestione primaria (2)
  - disidratazione 2 macchine nastro pressa .
- 
- L' impianto era in grado di trattare una portata media nera di 38000 m<sup>3</sup>/d pari 1583 m<sup>3</sup>/ora. La portata massima ai pretrattamenti era pari a 5 ed al biologico 3 volte la portata nera media.

Nel 1999 sono stati fatti lavori sulla linea fanghi con installazione di un addensatore dinamico fanghi ed una centrifuga. Successivamente, nel 2003, sono iniziati i lavori del Terzo Stadio, affidati alla Ditta Agema. I lavori sono terminati nel 2005-2006.

In sintesi gli interventi realizzati sono i seguenti :

- Nitrificazione-denitrificazione
  - realizzazione di vasca di nitrificazione e ossidazione
  - posa di un nuovo impianto di diffusori a membrana e tubazioni di convogliamento aria;
  - posa di pompe di ricircolo della miscela aerata
  - posa in opera di agitatori sommersi per fase di denitrificazione
- Filtrazione finale
  - Posa di sistema di filtrazione modulare a dischi filtranti ( installate n. 3 macchine )
  - Posa di sistema di debatterizzazione a U.V.

Installazione di un gruppo di cogenerazione con posa di sistema catalitico selettivo per abbattimento di NOx dalle emissioni dei motori a gas.

#### 4.1 La filiera dei processi

L'impianto di Cuneo è costituito da una linea acque (Tabella 4-1) che in parte si sviluppa in due linee (pretrattamenti) in parte in tre linee parallele (trattamenti primari, sedimentazione secondaria e disinfezione) ed in parte in cinque linee (trattamenti biologici).

**Tabella 4-1 Filiera di processo**

Linea acque	Linee
DISSABBIATURA	2
SEDIMENTATORE PRIMARIO	3
DENITRIFICAZIONE	5
NITRIFICAZIONE	5
SEDIMENTATORE SECONDARIO	3
SOLLEVAMENTO DEI FANGHI RICIRCOLATI	

CLORAZIONE	2
<b>Linea fanghi</b>	
ISPESITORE statico	2
ISPESITORE dinamico	1
DIGESTORE PRIMARIO	2
DIGESTORE SECONDARIO	1
DISIDRATAZIONE	2
Letti di essiccamento	7

La linea fanghi è sostanzialmente sviluppata su due linee parallele ad esclusione del digestore secondario (unico).

I processi adottati rispettano i criteri progettuali utilizzati per raggiungere i limiti di legge vigenti al momento in cui è stata effettuata la progettazione, ovvero viene realizzata la sedimentazione primaria ed in serie il processo di predenitrificazione nitrificazione (DN) , quindi la filtrazione e la disinfezione.

I fanghi misti prodotti in linea acque vengono pre-ispessiti, quindi digeriti anaerobicamente in condizioni mesofile ed infine disidratati meccanicamente (estrattori centrifughi). Ovviamente tale filiera non opera la rimozione biologica del fosforo, a meno dello sviluppo di microorganismi fosforo accumulanti denitrificatori (dPAO) che normalmente si sviluppano nei processi DN, ma non costituiscono una rimozione biologica massiva del fosforo.

La presenza della sedimentazione primaria primaria che sottrae carbonio al processo di rimozione biologica dell'azoto, ma dispone un trattamento economico dei fanghi primari (la digestione anaerobica) potrebbe risultare penalizzante per una rimozione biologica spinta dell'azoto, quale quella richiesta per scarico in aree sensibili.

Lo schema di flusso della linea acque è visualizzato in Figura 4-1 e quello della linea fanghi in Figura 4-2.

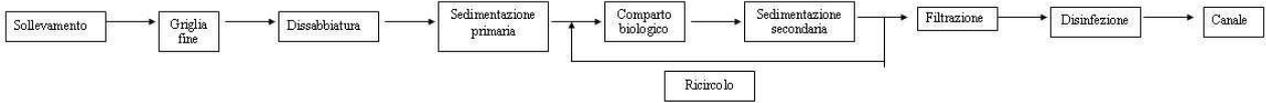


Figura 4-1 Schema di flusso dell’impianto di Cuneo – linea acque

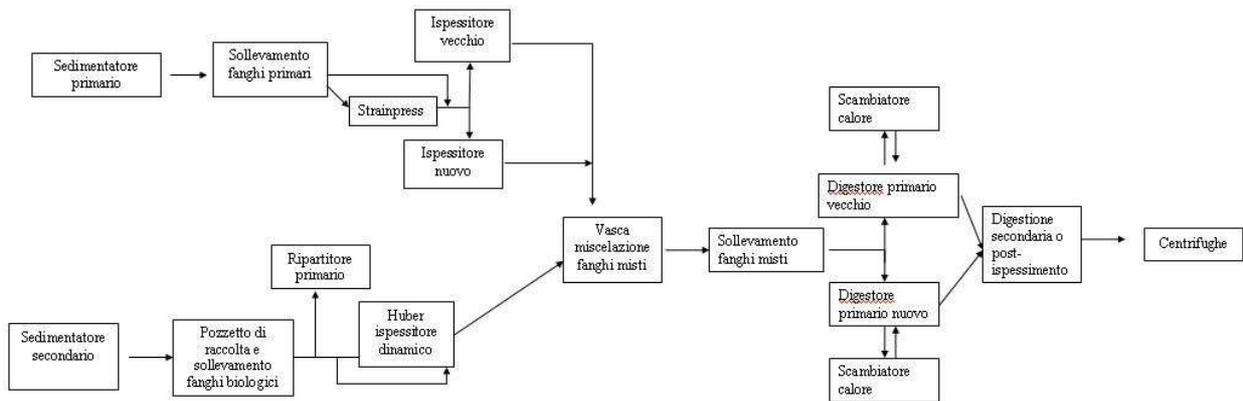


Figura 4-2 Schema di flusso dell’impianto di Cuneo – linea fanghi

#### 4.2 Linea acque – principali volumetrie e caratteristiche

La linea acque ha dotazioni di opere ed impianti di tutta rilevanza e le tabelle seguenti ne sintetizzano le principali dimensioni e dotazioni.

**Tabella 4-2 Pretrattamenti**

Grigliatura grossolana		
Tipo		Pneumatica automatica
Numero	n.	1
Larghezza	m	2
Luce	mm	30
Potenza installata	kW	5

Stazione di sollevamento		
Tipologia pompe		Sommergibili
Numero	n.	5
Pompa 1-2	Marca mod	FLYGT - CP 3300.181 LT - 620
Portata alla H 7,0 m	m <sup>3</sup> /h	1584
Potenza	kW	44
Pompa 3 -4	Marca mod	FLYGH - CP 3300.180 LT - 612
Portata alla H 7,5 m	m <sup>3</sup> /h	1485
Potenza	kW	49
Pompa riserva	Marca mod	FLYGT - CP 3300.181 LT - 620
Portata alla H 7,5 m	m <sup>3</sup> /h	1584
Potenza	kW	44
Portata totale sollevabile senza riserva	m <sup>3</sup> /h	7700

Grigliatura fine automatica		
Numero tot		2
Tipologia 2a griglia		Step screen a pulizia automatica
Numero		1
Luce	mm	6
Portata massima trattabile per ogni griglia	m <sup>3</sup> /h	2000
Portata massima trattabile	m <sup>3</sup> /h	4000

Desabbiatura - disoleatura		
Tipo		Longitudinale aerata
Numero	n.	2
Lunghezza	m	30
Larghezza	m	4
Altezza parete verticale	m	2,5
Altezza totale	m	4,5
Superficie unitaria	m <sup>2</sup>	120
Superficie singola	m <sup>2</sup>	240
Volume unitario	m <sup>3</sup>	360
Volume totale	m <sup>3</sup>	720
Pompe estrazione sabbie	n. per bacino	1
Totale pompe	n.	2
Q singola pompa	m <sup>3</sup> /h	150
Q totale	m <sup>3</sup> /h	300
Prevalenza – H	m	4

**Tabella 4-3 Trattamenti primari**

Sedimentazione primaria		
Tipo		Circolari a flusso radiale
Numero	n.	3
Diametro	m	30
Altezza parte cilindrica	m	3,3
Battente allo stramazzo	m	2,8
Altezza parte conica	m	0,86
Profondità centrale	m	5,4
Lunghezza stramazzo	m	94
Inclinazione	%	10
Superficie unitaria	m <sup>2</sup>	707
Superficie totale	m <sup>2</sup>	2121
Volume unitario	m <sup>3</sup>	2215
Volume totale	m <sup>3</sup>	6645

**Tabella 4-4 Trattamenti biologici e sedimentazione secondaria**

<b>Vasche biologiche</b>		
Tipologia reattore		Predenitrificazione - Nitrificazione
<i>Nitrificazione</i>		
Numero reattori	n.	5
Lunghezza	m	47
Larghezza	m	8,45
Battente	m	6,25
Superficie unitaria	m <sup>2</sup>	397
Superficie totale	m <sup>2</sup>	1986
Volume unitaria	m <sup>3</sup>	2482
Volume totale	m <sup>3</sup>	12411
<i>DbP dello stato di progetto originario</i>		
Carico volumetrico	kg/g/m <sup>3</sup>	0,68
MLSS min	kg/m <sup>3</sup>	2
MLSS max	kg/m <sup>3</sup>	4
Carico di massa	kgBOD5/kgfango	0,3
O <sub>2</sub> in vasca	mg/l (fino a )	4
<i>Sistemi di erogazione e distribuzione dell'aria</i>		
<i>Dotazioni per vasca</i>		
Pannelli	n.	64
tipo		Aquastrip T3,5 - EU150
numero calate	n.	16
pannelli per calata	n.	4
distanza per le prime 7 calate	m	1,3
distanza per seconde 5 calate	m	1,3
distanza per ultime 4 calate	m	1,7
Compressori a motore	n.	2
Tipo		HV turbo con moltiplicatore di giri
Q minima unitaria	m <sup>3</sup> /h	4410
Q massima unitaria	m <sup>3</sup> /h	10500
Potenza individuale installata	kW	250
Potenza individuale assorbita	kW	88 - 176
Pressione di scarico massima	Bar	1.56
<i>Denitrificazione</i>		
Numero reattori	n.	5
Lunghezza	m	50
Larghezza	m	8

Battente	m	4
Superficie unitaria	m <sup>2</sup>	430
Superficie totale	m <sup>2</sup>	2150
Volume unitaria	m <sup>3</sup>	1600
Volume totale	m <sup>3</sup>	8000
<u>Sistemi di agitazione biomassa</u>		
Tipo		Mixer sommergibili
Numero per vasca	n.	3
Numero Totale	n.	15
Velocità rotazione	rpm	705
Q	l/s	300
Potenza assorbita	kW	3,3

<b>Sedimentazione secondaria</b>		
Tipo		Radiale
Numero	n.	3
Diametro	m	34
Altezza parte cilindrica	m	3,3
Battente allo stramazzo	m	2,8
Altezza parte conica	m	0,7
Profondità centrale	m	4
Lunghezza stramazzo	m	106
Inclinazione	%	5
Superficie unitaria	m <sup>2</sup>	908
Superficie totale	m <sup>2</sup>	2724
Volume unitario	m <sup>3</sup>	2600
Volume totale	m <sup>3</sup>	7800

**Tabella 4-5 Filtrazione e disinfezione**

<b>Filtrazione</b>		
Tipo		Meccana MFS 10/50 PS
Esercizio		2005
Numero	n.	3
Superficie filtrazione unitaria	m <sup>2</sup>	50
numero dischi per filtro	n.	10
tipo tela		POLSTOFF
Peso filtro	kg	3000
Dispositivi di lavaggio		ugelli controcorrente
Pressione di lavaggio	bar	7
Portata media	m <sup>3</sup> /h	900
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	1300

TSS in massimo	mg/l	70
TSS uscita	mg/l	<10
Motore	kW	0,5
n°giri	n/min	2,8
Pompe per filtro		1+1
Potenza	kW	1,8
Porta h=9m	l/s	9,5
Disinfezione		
bacino	n	1
lunghezza	m	18
larghezza	m	9
battente idrico	m	3
profondità	m	3
volume utile	m <sup>3</sup>	454

### 4.3 Linea fanghi – principali volumetrie

La linea fanghi adotta operazioni unitarie le cui principali dotazioni sono riportate nelle tabelle seguenti.

**Tabella 4-6 Estrazione e pretrattamenti fanghi**

<b>Fanghi Primari</b>		
Produzione fango primario	kg/d	11000
Contenuto secco	Kg/m <sup>3</sup>	10
Portata giornaliera	m <sup>3</sup> /d	1100
	m <sup>3</sup> /h	45,83
<b>Fanghi di supero biologico</b>		
Produzione	kg/d	3500
Contenuto secco	kg/m <sup>3</sup>	3,5
Portata giornaliera	m <sup>3</sup> /d	1000
	m <sup>3</sup> /h	41,6
<b>Miscelazione (fanghi primari + fanghi di supero)</b>		
Portata fanghi primari	m <sup>3</sup> /h	9,16
Portata fanghi di supero	m <sup>3</sup> /h	2,9
Portata fanghi alla miscelazione	m <sup>3</sup> /h	12,06
Volume bacino miscelazione	m <sup>3</sup>	15
Agitatori previsti in miscelazione	n.	1 o 2

<b>Sollevarimento fanghi primari</b>		
Tipologia pompe		Sommergibili
Numero	n.	4
Q singola pompa	m <sup>3</sup> /h	60
Prevalenza - H	m	12

<b>Grigliatura fanghi primari</b>		
Numero macchine	n.	1
Tipo		Sgrigliatore automatico Starinpress
Q min	m <sup>3</sup> /h	40
Q max	m <sup>3</sup> /h	60

<b>Ispessitore statico</b>		
Tipo		a gravità
Numero	n.	2
Diametro	m	14
Superficie unitaria	m <sup>2</sup>	154
Superficie totale	m <sup>2</sup>	308
Battente allo stramazzo	m	3,5
Inclinazione fondo	%	15
Volume unitario	m <sup>3</sup>	625
Volume totale	m <sup>3</sup>	1250

<b>Sollevamento fanghi di supero</b>		
Tipologia pompe		Sommergibili
Numero	n.	3
Q singola pompa	m <sup>3</sup> /h	30
Prevalenza - H	m	8,5

<b>Ispessitore dinamico</b>		
Tipo		Addensatore a tamburo
Tempo di funzionamento	h/d	24
Q in	m <sup>3</sup> /h	41,66
Concentrazione in uscita	kg/m <sup>3</sup>	50
Portata fango ispessito	m <sup>3</sup> /d	70
	m <sup>3</sup> /h	2,9
Pompe dosaggio poli	n.	1+1
Consumo poli max	g/kgSS	5

<b>Sollevamento alla digestione anaerobica</b>		
Tipologia pompe		Mohno
Numero	n.	3
Q singola pompa	m <sup>3</sup> /h	19

**Tabella 4-7 Digestione anaerobica**

<b>Digestione anaerobica primaria</b>		
Numero	n.	2
Diametro interno	m	18,2
Altezza parte cilindrica	m	9,17
Altezza tronco conica	m	1,82
Volume unitario	m <sup>3</sup>	2500
Volume totale	m <sup>3</sup>	5000
Ricircolo		lance gas
Compressori biogas	n.	2
Q compressori biogas	m <sup>3</sup> /h	250
<b>Digestione anaerobica secondaria</b>		
Numero	n.	1
Diametro interno	m	15,1
Volume unitario	m <sup>3</sup>	1750

<b>Volume e concentrazione fanghi digeriti</b>		
Volume giornaliero fanghi immessi	m <sup>3</sup> /d	289
Contenuto secco	kg/d	14472
Secco volatile (70%)	kg/d	10130
Volatile distrutto (45%)	kg/d	4558
Volatile restante	kg/d	5271
Sostanze minerali restanti	kg/d	4322
Contenuto secco fanghi digeriti	kg/d	9594

**Tabella 4-8 Disidratazione e letti di essiccamento**

<b>Disidratazione</b>		
Produzione fango	kg/d	9593,72
Contenuto secco	kg/m <sup>3</sup>	30
Q giornaliera	m <sup>3</sup> /d	399
<i>Alimentazione</i>		
pompe mohno	n.	1
Qmax	m <sup>3</sup> /h	19
Pompe mohno	n..	2
Qmax	m <sup>3</sup> /h	52
<i>Centrifuga</i>		
Tipo		Westfalia AD 1835
Numero	n.	1
Diametro interno tamburo	mm	500
Q in	m <sup>3</sup> /h	41
<i>Centrifuga</i>		
Tipo		Pieralisi Jumbo 3
Numero	n.	1
Portata	m <sup>3</sup> /h	45
Potenza	kW	44
<i>Dosaggio flocculante</i>		

Polipreparatore	n.	1
Pompe dosatrici	n.	2+1
<b>Letti essiccamento</b>		
Numero	n.	7
Lunghezza	m	12
Larghezza	m	6

**Tabella 4-9 Linea gas e cogenerazione**

<b>Compressione biogas ai digestori primari</b>		
Numero	n.	4
Portata biogas aspirato	m <sup>3</sup> /h	250
Potenza installata	kW	22
<b>Gasometro</b>		
Numero	n.	2
Volume gasometro n.1	m <sup>3</sup>	400
Volume gasometro n.2	m <sup>3</sup>	800
<b>Centrale termica</b>		
Caldaie	n.	2
Potenzilità	kcal/h	370000
Scambiatori	n.	2
Superficie unitaria	m <sup>2</sup>	10,2
Superficie totale	m <sup>2</sup>	20,4
<b>Circuito fanghi</b>		
Pompe	n.	5
Portata	m <sup>3</sup> /h	70
Prevalenza	m	10
<b>Circuito acqua calda</b>		
Pompe	n.	6
Portata	m <sup>3</sup> /h	50
Prevalenza	m	10
<b>Cogenerazione</b>		
Cogeneratore	tipo	Jolly G 150
Motore	tipo	IVECO AIFO 8210 - SRG 75
Generatore	tipo	asincrono bi-supporto tipo STAMFORD
Potenza nominale	MW	0,145
Produttività giornaliera	MWh	2,54
Produttività annua	GWh	0,93

## 5 La rete fognaria

La rete fognaria che trasporta le acque reflue urbane all'impianto di Cuneo, serve i territori di 16 comuni (Tabella 5-1); globalmente sono allacciati circa 137000 AE di cui 118000 AE residenti e fluttuanti. Gli insediamenti industriali allacciati ammontano ad un totale di 19000 AE, di cui una considerevole porzione è dovuta ad acque reflue di macellazione.

L'estensione della rete fognaria collegata è di circa 600 km. Il comparto operativo acquedotti e fognature dell'azienda ben conosce le criticità dei singoli tratti, dovute sia ai materiali costruttivi che alle modalità di realizzazione dei singoli tratti; spesso si riscontrano tratti in cui la presenza di acque parassite è diffusa e sostenuta.

**Tabella 5-1 AE allacciati in rete**

	COMUNI SOCI A.C.D.A.	ABITANTI RESIDENTI ALLACCIATI	ABITANTI FLUTTUANTI ALLACCIATI	ABITANTI EQUIVALENTI ALLACCIATI	ABITANTI TOTALI	KM RETE FOGNATURA
1	BERNEZZO	1.850	80		1.930	3,9
2	BORGO S.D.	9.000	1.300	5.000	15.300	66,5
3	BOVES	9.000	700	800	10.500	56,2
4	CERVASCA	2.020			2.020	18,9
5	CUNEO	49.500	6.000	12.900	68.400	328,7
6	DEMONTE	950	800		1.750	12,5
7	GAIOLA	750	50		800	4,7
8	LIMONE P.	1.500	24.000		25.500	19,2
9	MOIOLA	120	144		264	2,5
10	RITTANA	120	40		160	3,4
11	ROBILANTE	2.050			2.050	18,7
12	ROCCAIONE	2.400		150	2.550	17,1
13	VALDIERI	963	473		1.436	13,0
13	VALLORATE	165	32		197	3,3
15	VERNANTE	1.300	1.400		2.700	14,6
16	VIGNOLO	1.100			1.100	8,5
		<b>82.788</b>	<b>35.019</b>		<b>136.657</b>	<b>591,7</b>

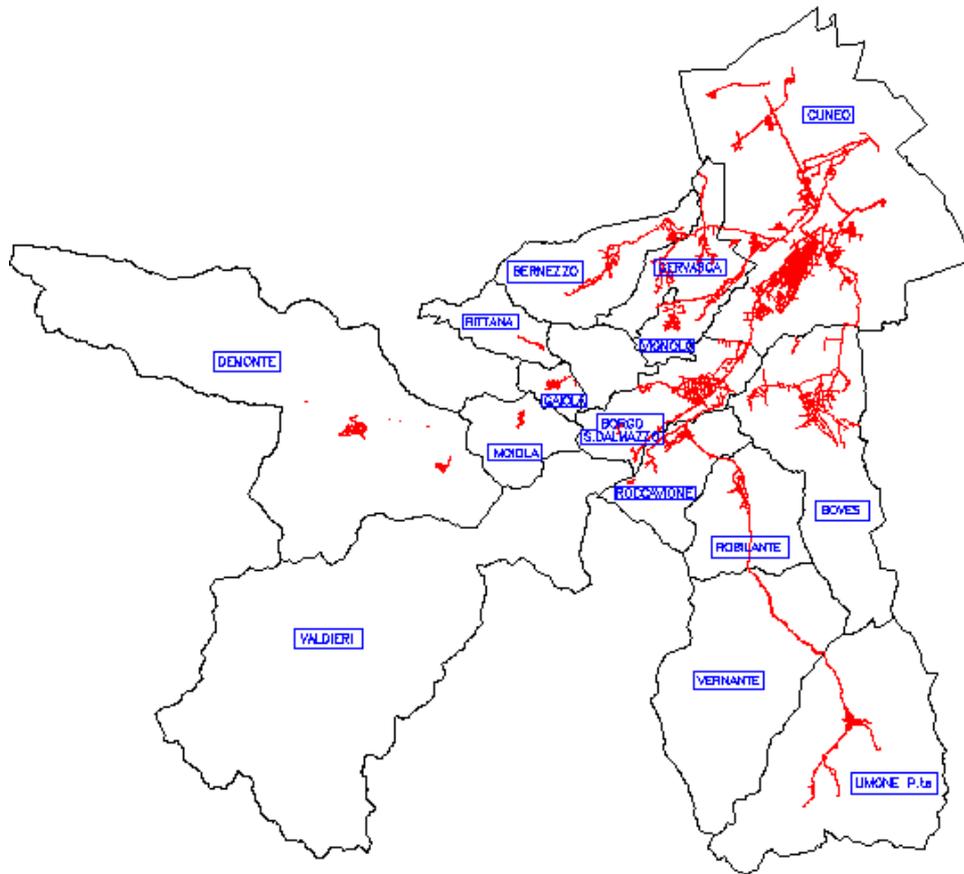


Figure 5-1

Cartografia della rete fognaria

## 6 Analisi dello stato di fatto

I dati della gestione tecnica relativi al 2008 – 2009 vengono elaborati per individuare le condizioni operative dello stato di fatto dell'impianto.

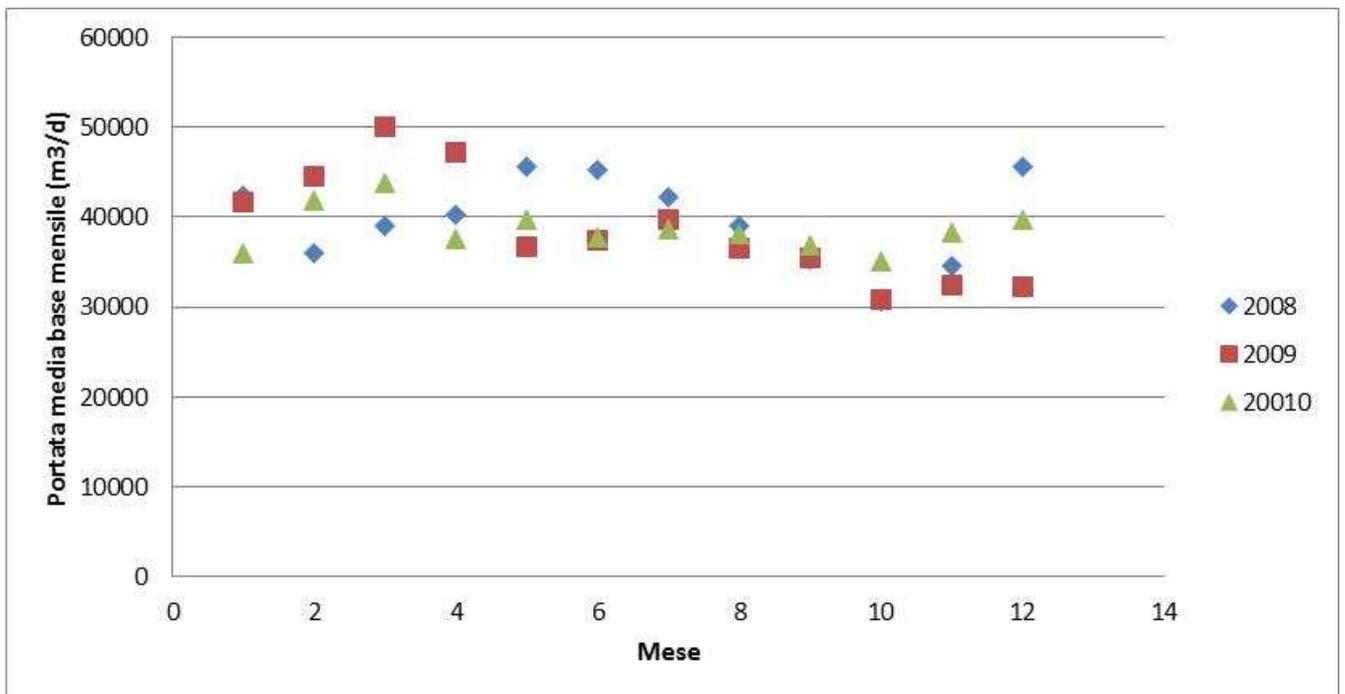
### 6.1 Carichi idraulici

Le portate sollevate in impianto, come medie giornaliere su base mensile, relative al triennio 2008 -2010, sono riportate in Tabella 6-1. La portata media giornaliera su base annua rimane sostanzialmente costante e corrisponde a circa 39000 m<sup>3</sup>/d.

**Tabella 6-1 Portate influenti**

	2008	2009	2010
Gennaio	42420	41706	36025
Febbraio	36060	44458	41896
Marzo	39018	50045	43866
Aprile	40335	47270	37548
Maggio	45589	36688	39652
Giugno	45231	37426	37745
Luglio	42209	39738	38735
Agosto	38943	36489	38068
Settembre	35239	35434	36889
Ottobre	30662	30864	35149
Novembre	34515	32455	38338
Dicembre	45602	32235	39763
<b>Media annua</b>	<b>39652</b>	<b>38693</b>	<b>38606</b>

I dati mensili evidenziano una stagionalità ripetuta nel triennio, ovvero si hanno portate elevate nel periodo Dicembre – Luglio e valori più contenuti nel periodo Agosto - Ottobre



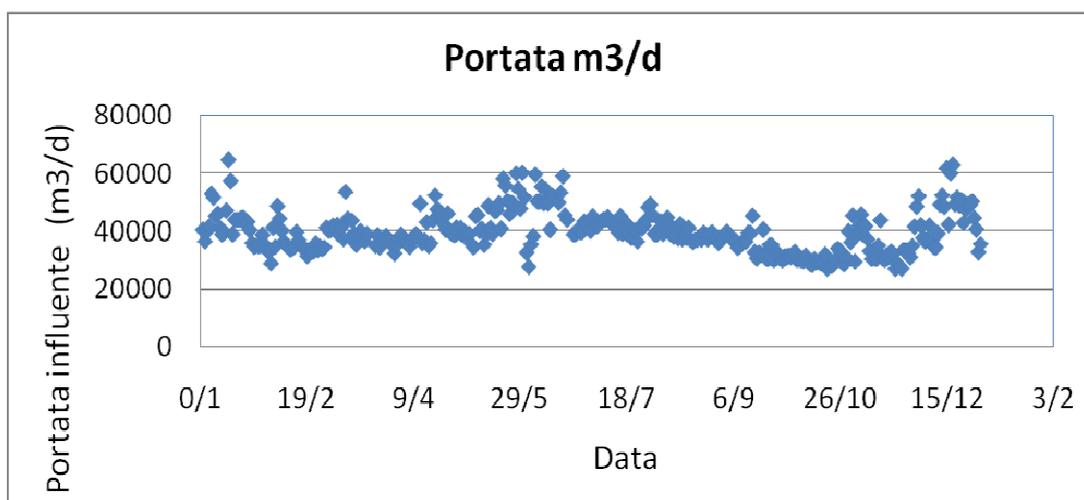
**Figure 6-1 Andamento mensile della portata - triennio 2008-2010**

Le portate medie giornaliere su base mensile sono fortemente determinate dalla pioggia, sia come numero di giorni piovosi che come accumulo in mm di pioggia

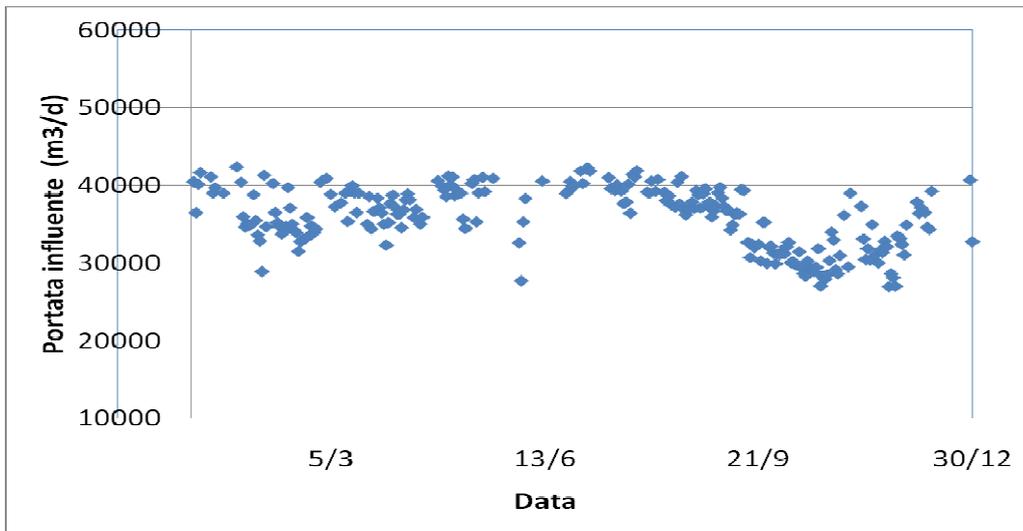
**Tabella 6-2 Dati caratteristici delle piogge – 2008**

	Accumulo	Giorni piovosi	Media giornaliera	max giornaliero
	mm	n°	mm	mm
gen-08	70	9	8	17
feb-08	13	2	6	12,4
mar-08	22	7	3	15,2
apr-08	163	14	12	37,4
mag-08	159	18	9	27,4
giu-08	78	13	6	13,6
lug-08	25	9	3	11,8
ago-08	41	6	7	24,4
set-08	51	13	4	24,8
ott-08	37	9	4	11,6
nov-08	178	14	13	63,4
dic-08	268	12	22	96

Dall'analisi dei valori puntuali di portata giornaliera (Figure 6-2-2008) è possibile osservare che nei periodi di pioggia vengono sollevate portate superiori alla portata media nera di progetto, ma non multiple. In realtà selezionando le sole portate di periodi secchi certi (Figure 6-3), è possibile ipotizzare una portata media nera di 35000 – 40000 m<sup>3</sup>/d nell'intero anno a meno del periodo settembre – ottobre 2008 in cui non arriva in impianto più di 30000 – 35000 m<sup>3</sup>/d. La portata media annua del periodo secco cercato è di 35900 m<sup>3</sup>/d.



**Figure 6-2 Portata influente – valori puntuali - 2008**



**Figure 6-3 Portate puntuali influenti in periodi secchi certi - 2008**

Un' analisi di dettaglio delle portate orarie del 2009 (Figure 6-4) permette di osservare come nei mesi di pioggia esistono:

- tempi di ritorno ai valori di portata media nera molto lunghi,
- un' evidente presenza continua di acque parassite, tanto che un rientro ed una permanenza di lunga durata ai valori di portata media nera si ha nei soli periodi di Maggio – Giugno – Luglio;

Ciò significa che per molti tratti le reti sono interessate allo sversamento di acque bianche dai bacini scolanti di interesse. Tali bacini solo molto estesi e/o numerosi, per il fatto che si rientra ai valori normali di portata sono dopo molti mesi di bassa piovosità.

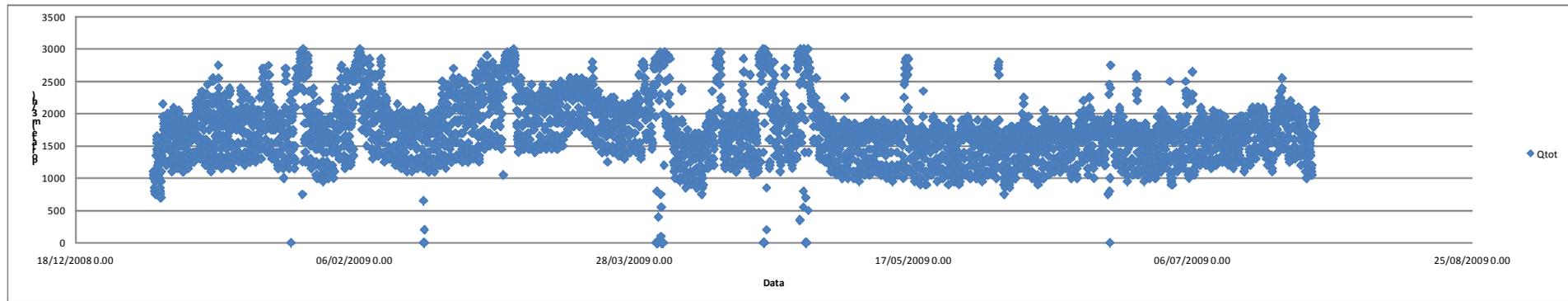


Figure 6-4. Analisi di dettaglio delle portate orarie del 2009

## 6.2 Dati statistici di portata

Del periodo Gennaio Luglio 2009 sono state analizzate le portate sollevate in impianto, i dati statistici (Tabella 6-3) individuano una portata massima oraria di 3000 m<sup>3</sup>/h, registrata nei periodi di pioggia.

**Tabella 6-3 Dati statistici Gennaio – Luglio 2009**

Dati statistici	Da	a
Periodo	01/01/2009	28/07/2009
Q <sub>mn</sub>	m <sup>3</sup> /h	1741
Q <sub>min</sub>	m <sup>3</sup> /h	0
Q <sub>max</sub>	m <sup>3</sup> /h	3000

Nel periodo secco certo di maggio- luglio 2009, l'analisi di stagionalità 0-24 (Tabella 6-4-Figure 6-5) permette di individuare gli altri valori statistici di portata, in particolare:

- La portata media nera di 1516 m<sup>3</sup>/h;
- Un coefficiente di minima (Q<sub>min</sub>/Q<sub>mn</sub>) pari a 0.68, a cui corrisponde una portata minima di 1025 m<sup>3</sup>/h, registrata normalmente alle 6 di mattina;
- Un coefficiente di punta secca fp (Q<sub>p</sub>/Q<sub>mn</sub>) di 1.2, a cui corrisponde una portata di punta secca di 1800 m<sup>3</sup>/h, registrata normalmente alle 15.

Tali dati sono conformi all'atteso per reti di tali estensioni e con 134.000 AE serviti, come valore medio su base annua.

**Tabella 6-4 Analisi di stagionalità 0 - 24**

				Time (h/d)
Q <sub>mn</sub>	Portata media nera	m <sup>3</sup> /h	1516	
Q <sub>min</sub>	Portata minima	m <sup>3</sup> /h	1025	
f <sub>m</sub>	fattore di minima		0,68	6,0
Q <sub>p</sub>	Portata di punta secca	m <sup>3</sup> /h	1801	
f <sub>p</sub>	fattore di punta secca		1,19	15,0

Tutto ciò significa che il personale addetto non attiva più di due pompe della stazione di sollevamento interna all'impianto stesso ed i sovrafflussi vengono by-passati in ingresso impianto. La portata massima sollevata di 3000 m<sup>3</sup>/h corrisponde a circa il doppio della portata di punta secca, per cui i flussi by-passati hanno ridotte se non minime concentrazioni.

Una decisione operativa di questo tipo risiede nella criticità elevatissima dei sedimentatori primari o secondari, cosa che verrà appurata nella verifica dimensionale successiva.

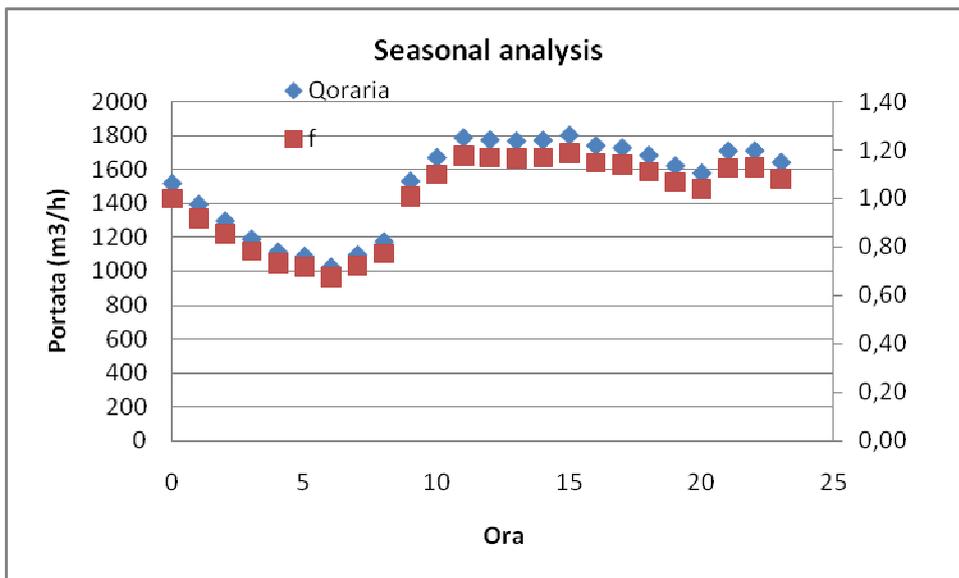


Figure 6-5 Seasonal analysis 0 – 24

### 6.3 Principali volumetrie e delay time per il campionamento

In base alla portata media annuale influente all’impianto il delay-time per il campionamento dell’effluente, in modo da poter calcolare correttamente le prestazioni nella rimozione del fosforo, è di 21.3 ore.

<b>Qmn</b>	<b>m3/d</b>	<b>39600</b>
	<b>m3/h</b>	<b>1650</b>
disabb	m3	720
sed prim	m3	6600
vasc biol den	m3	8000
vasca biol oxid	m3	12000
sed sec	m3	7800
cloraz	m3	0
vol tot linea acque	m3	35120
HRT delay	h	21,3

#### 6.4 Carichi di massa influenti

La rete mista trasporta carichi di massa dei principali macroinquinanti variabili nel corso dell'anno (Tabella 6-5 e Tabella 6-6). I carichi di punta sono associati ai periodi umidi, ovvero precipitazioni intense e ripetute determinano un continuo wash out dei solidi sedimentati in rete ed il loro arrivo in impianto. Il fenomeno non è attribuibile a scarichi industriali stagionali.

**Tabella 6-5 Carichi di massa influenti - 2008**

	<b>CODtq</b>	<b>TSS</b>	<b>N-NH4</b>	<b>Ntotmis</b>	<b>Ptot</b>	<b>AE base COD</b>	<b>AE base Ntot</b>
	<b>kgCOD/d</b>	<b>kgTSS/d</b>	<b>kg n-NH4/d</b>	<b>kg N/d</b>	<b>kg P/d</b>	<b>AE</b>	<b>AE</b>
Gennaio	12776	6139	952	1297	151	106467	108071
Febbraio	11795	5642	949		124	98293	
Marzo	20690	11298	936	1575	119	172420	131269
Aprile	20260	13872	1095	2014	156	168832	167803
Maggio	21490	13298	806	2283	138	179083	190268
Giugno	16772	9741	827	1801	86	139763	150122
Luglio	16368	8894	785	1460	92	136403	121647
Agosto	17977	8638	790	1649	120	149812	137425
Settembre	12694	6701	579	1310	97	105781	109164
Ottobre	11477	6479	611	1370	141	95640	114170
Novembre	13853	5050	549	1368	115	115443	113976
Dicembre	17728	4566	694	2934	157	147737	244470
<b>Media</b>	<b>15715</b>	<b>7890</b>	<b>790</b>	<b>1572</b>	<b>121</b>	<b>134640</b>	<b>144399</b>

**Tabella 6-6- Carichi di massa influenti - 2009**

	<b>CODtq</b>	<b>TSS</b>	<b>N-NH4</b>	<b>Ntot</b>	<b>Ptot</b>	<b>AE</b>	<b>AE</b>
	<b>kgCOD/d</b>	<b>kgTSS/d</b>	<b>Kg/d</b>	<b>Kg/d</b>	<b>kg P/d</b>	<b>base COD</b>	<b>base Ntot</b>
Gennaio	19549	6317	461	948	113	162906	79025
Febbraio	18769	5562	481	1022	126	156409	85188
Marzo	10694	4483	429	807	152	89113	67248
Aprile	12789	5025	394	1414	111	106575	117822
Maggio	13121	6083	531	1152	62	109344	95975
Giugno	15930	8243	473	974	84	132748	81185
Luglio	17480	8731	407	1101	127	145665	91719
Agosto	11368	5223	480	1057	101	94731	88078
Settembre	14134	8636	487	893	90	117782	74430
Ottobre	19907	12224	598	1229	78	165893	102386
Novembre	14620	7782	648	1149	78	121837	95754
Dicembre	16167	8324	677	1205	99	134728	100405
<b>Media</b>	<b>16167</b>	<b>8324</b>	<b>677</b>	<b>1205</b>	<b>99</b>	<b>128144</b>	<b>89934</b>

**Tabella 6-7 Carichi di massa influenti – 2010**

	CODtq	TSS	N-NH4	Ntot	Ptot	AE	AE
	Kg/d	Kg/d	Kg/d	Kg/d	Kg/d	Base COD	Base Ntot
Gennaio	16395	8392	786	1588	108	136623	132319
Febbraio	12121	5866	752	1517	113	101007	126407
Marzo	12412	5502	643	1378	136	103433	114796
Aprile	11778	5679	708	1437	120	98153	119732
Maggio	11306	4756	609	1167	106	94219	97290
Giugno	11641	5241	656	1612	101	97012	134355
Luglio	20264	11085	711	1353	129	168865	112755
Agosto	16687	8985	635	1458	150	139060	121515
Settembre	15786	7852	629	1103	124	131547	91922
Ottobre	11178	5222	581	1077	85	93147	89783
Novembre	9592	5027	540	1014	100	79932	84524
Dicembre	13993	6287	750	1229	138	116606	102436
<b>Media</b>	<b>13703</b>	<b>6690</b>	<b>668</b>	<b>1324</b>	<b>120</b>	<b>113300</b>	<b>110653</b>

**Gli abitanti serviti** dalla rete sono calcolabili dai carichi di massa misurati e dai fattori di carico unitario in COD e Ntot; in definitiva si ritiene che la rete serva su base annuale 113000 - 135000 AE su base COD e 90.000 - 144000 AE su base Ntot. Gli AE serviti nei mesi di minimo carico influente scendono a 80000 – 85000 AE. Gli AE serviti massimi arrivano a 175000 su base carbonio; il mese in cui si manifestano è variabile, per questo i massimi carichi si ritengono attribuibili a scarichi industriali.

Sui dati di Ntot si avanzano alcune riserve, nel senso che pur non avendo la misura degli N-NOx in ingresso, il rapporto Ntot/N-NH<sub>4</sub> sembra eccessivo, ovvero la frazione di azoto organico è troppo elevata. Comunque tale aspetto verrà curato nell'analisi delle concentrazioni influenti.

## 6.5 Carichi di massa del trattamento in conto terzi

I quantitativi di rifiuti in conto terzi conferiti e trattati, scendono progressivamente nel triennio da 39000 t/y a 24000 t/y. Il rifiuto conferito in maggiore quantità è il percolato di discarica, la sua incidenza sale dal 68% (2008) al 91% (2010).

**Tabella 6-8 Quantità trattate (t) in conto terzi**

Anno	19.08.05 liquidi	19.08.05	vari	19.07.03	20.03.04	Totale
	t/y	t/y	t/y	t/y	t/y	t/y
2008	6488	3842	444	26747	1637	39158
2009	380		176	27125	1867	29548
2010	577			22073	1585	24235

### 6.6 Carichi di massa dopo sedimentazione primaria - prestazioni

Dopo sedimentazione primaria vengono controllati alcuni macroinquinanti in campioni medi orari nelle 24 ore, per cui è possibile calcolare anche la loro rimozione (Tabella 6-9 Tabella 6-10 Tabella 6-11).

**Tabella 6-9 Carichi di massa effluenti la sedimentazione primaria -2008**

	E%	E%	E%	E%	E%
	COD	BOD5	TSS	Ntot	N-NH4
media	40,5	28,0	50,9		7,1
min	1,8	-22,2	-18,2		-27,4
max	76,0	71,4	85,3		65,6
sd	17,5	24,4	19,8		13,1

\*Ntot non eseguita con frequenza significativa

**Tabella 6-10 Carichi di massa effluenti la sedimentazione primaria -2009**

	E%	E%	E%	E%	E%	E%
	COD	BOD5	TSS	Ntot	N-NH4	Ptot
	46,5	32,6	55,3	21,8	8,3	9,0
min	6,8	-7,1	4,1	2,2	-30,9	-21,2
max	94,7	100,0	98,9	43,1	30,2	28,9
sd	21,5	23,1	26,3	12,9	8,9	10,5

**Tabella 6-11 Carichi di massa effluenti la sedimentazione primaria -2010**

	E%	E%	E%	E%	E%
	COD	BOD5	TSS	Ntot	N-NH4
Media	41,7	28,9	45,3	15,5	16,4
Min	-56,2	-58,1	-33,3	-11,8	-7,3
Max	84,5	79,2	87,6	39,8	47,0
sd	23,6	27,4	25,4	10,1	10,2

Le prestazioni medie vengono riassunte nella tabella seguente ed in particolare nella colonna “Assunto” si riportano, a garanzia di sicurezza, le percentuali di abbattimento assunte per il calcolo dei dati a base progetto degli interventi di sistemazione dell’impianto.

**Tabella 6-12 Prestazioni medie del trattamento primario**

		2008	2009	2010	Media	Assunto
COD	%	40,0	46,0	42,0	42,7	40
BOD5	%	28,0	33,0	29,0	30,0	27
TSS	%	51,0	55,0	45,0	50,3	47
NTOT	%	10,0*	22,0	15,5	15,8	15

\*Non eseguito con frequenza significativa

## 6.7 Le concentrazioni dei macroinquinanti nell’influente di rete

L’influente di rete viene controllato con frequenza variabile, da un minimo di una ad un massimo di tre volte ogni sette giorni; sono analizzati campioni medi orari raccolti nelle 24 ore. I risultati ( periodo 2008 – 2010), mostrano una concentrazione media dei principali macroinquinanti abbastanza elevata. A questo quadro generale fa eccezione il fosforo, come Ptot, e l’azoto (N-NH<sub>4</sub>), che risultano particolarmente bassi.

Una valutazione di maggior dettaglio permette di osservare quanto segue:

- Il rapporto caratteristico BOD<sub>5</sub>/COD individua una frazione degradabile variabile ma sostanzialmente in linea con i dati classici per reti fognarie di acque reflue urbane;
- Il rapporto caratteristico COD/Ntot indica l’esistenza di abbastanza carbonio per affrontare una buona rimozione biologica dell’azoto;
- Il rapporto caratteristico Ntot/N-NH<sub>4</sub> risulta troppo elevato, segno del fatto che esiste molto azoto organico. Infatti, ipotizzando in modo cautelativo una presenza media di N-NOx di 2 mg/l, la percentuale di azoto organico sull’azoto totale è mediamente del 43%, con massimi del 57%. Ciò

significa che esistono scarichi produttivi significativi in rete, che si ritengono in via presuntiva di allevamenti zootecnici o di macellazione.

**Tabella 6-13 Caratteristiche chimico fisiche dell'influente -2008**

Mese	COD	BOD5	TSS	N-NH4	Ntot	Ptot
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Gennaio	331	181	160	23,8	34,6	3,8
Febbraio	311	201	146	26,3		3,4
Marzo	531	203	290	24,3	40,9	2,9
Aprile	522	189	363	28,0	53,0	4,4
Maggio	526	280	325	18,6	50,4	4,0
Giugno	384	201	224	17,9	42,4	1,7
Luglio	377	186	204	18,7	34,9	2,2
Agosto	470	171	226	20,4	41,5	3,1
Settembre	365	177	192	16,7	38,3	2,7
Ottobre	381	201	215	20,2	44,6	4,7
Novembre	418	184	152	16,3	41,5	3,4
Dicembre	405	209	106	16,1	56,2	3,6
<b>Media</b>	<b>412</b>	<b>193</b>	<b>209</b>	<b>20,5</b>	<b>40,2</b>	<b>3,2</b>

**Tabella 6-14 Rapporti caratteristici – influente impianto - 2008**

Mese	COD/N-NH4	COD/TSS rete	Ntot/N-NH4	BOD5/COD	COD/Ntot
Gennaio	13,5	2,1	1,5	0,62	9,76
Febbraio	12,3	2,2		0,62	
Marzo	24,1	1,9	1,8	0,38	15,74
Aprile	18,4	1,5	2,2	0,59	8,67
Maggio	19,5	1,6	2,1	0,50	9,21
Giugno	18,7	1,8	2,0	0,59	11,64
Luglio	20,3	2,0	2,0	0,50	10,20
Agosto	23,2	2,4	2,1	0,42	7,74
Settembre	20,5	1,9	2,1	0,47	8,66
Ottobre	17,3	1,8	2,2	0,52	8,62
Novembre	21,3	2,8	1,9	0,49	12,18
Dicembre	24,1	4,0	2,5	0,51	7,49
<b>Media</b>	<b>19,6</b>	<b>2,3</b>	<b>2,0</b>	<b>0,51</b>	<b>10,30</b>

**Tabella 6-15 Caratteristiche chimico fisiche dell'influente -2009**

	<b>COD</b>	<b>BOD5</b>	<b>TSS</b>	<b>N-NH4</b>	<b>Ntot</b>	<b>Ptot</b>
	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>
Gennaio	458	205	147	17,5	35,9	2,6
Febbraio	421	223	126	18,2	38,7	2,8
Marzo	219	150	91	16,3	30,6	3,1
Aprile	318	160	119	14,9	53,5	2,5
Maggio	364	213	169	20,1	43,6	2,5
Giugno	425	238	219	17,9	36,9	2,3
Luglio	461	225	233	15,4	41,7	3,1
Agosto	314	190	144	18,2	40,0	2,7
Settembre	384	186	230	18,4	33,8	2,5
Ottobre	636	349	390	22,7	46,5	2,7
Novembre	457	259	242	24,5	43,5	2,5
Dicembre	534	325	275	25,6	45,6	3,2
<b>Media</b>	<b>421</b>	<b>241</b>	<b>202</b>	<b>19,1</b>	<b>40,4</b>	<b>2,7</b>

**Tabella 6-16 Rapporti caratteristici influente impianto - 2009**

	<b>COD/N-NH4</b>	<b>COD/TSS</b>	<b>Ntot/N-NH4</b>	<b>BOD5/COD</b>	<b>COD/Ntot</b>
Gennaio	26,5	3,2	2,1	0,4	12,4
Febbraio	23,0	3,8	2,2	0,5	10,3
Marzo	13,0	2,4	1,7	0,7	7,4
Aprile	19,5	2,6	2,4	0,7	12,9
Maggio	17,3	2,2	1,8	0,6	8,2
Giugno	24,1	2,0	2,2	0,6	10,7
Luglio	25,7	2,1	2,7	0,5	12,8
Agosto	17,3	2,4	2,2	0,6	7,2
Settembre	21,7	1,8	1,9	0,5	10,9
Ottobre	28,6	1,8	2,0	0,5	11,7
Novembre	19,7	1,9	1,5	0,6	10,2
Dicembre	20,7	2,1	1,9	0,6	11,7
<b>Media</b>	<b>21,2</b>	<b>2,3</b>	<b>2,0</b>	<b>0,6</b>	<b>10,7</b>

**Tabella 6-17 Caratteristiche chimico fisiche dell'influente -2010**

	<b>COD</b>	<b>BOD5</b>	<b>TSS</b>	<b>N-NH4</b>	<b>Ntot</b>	<b>Ptot</b>
	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>
Gennaio	444	272	228	24,7	44,2	3,0
Febbraio	309	211	149	22,1	39,7	2,9
Marzo	285	180	126	17,4	33,3	3,1
Aprile	333	187	159	23,4	42,2	3,4
Maggio	318	189	134	19,2	33,2	3,0
Giugno	302	137	136	19,8	40,6	3,0
Luglio	508	219	277	21,3	34,1	3,3
Agosto	420	204	226	19,0	36,3	3,7
Settembre	439	216	219	20,0	30,4	3,4
Ottobre	343	196	161	20,3	32,8	2,6
Novembre	279	179	147	17,5	27,0	2,9
Dicembre	387	196	175	23,2	33,7	3,8
<b>Media</b>	<b>365</b>	<b>199</b>	<b>178</b>	<b>20,7</b>	<b>35,2</b>	<b>3,2</b>

**Tabella 6-18 Rapporti caratteristici influente impianto – 2010**

	<b>COD/N-NH4</b>	<b>COD/TSS</b>	<b>Ntot/N-NH4</b>	<b>BOD5/COD</b>	<b>COD/Ntot</b>
Gennaio	17,2	2,1	1,5	0,6	10,9
Febbraio	14,8	2,1	1,7	0,7	8,2
Marzo	17,3	2,4	1,7	0,6	9,4
Aprile	15,4	2,2	1,9	0,5	7,8
Maggio	15,0	2,7	1,5	0,6	9,6
Giugno	15,3	2,2	2,1	0,4	9,0
Luglio	24,1	1,9	1,6	0,4	14,8
Agosto	20,4	1,9	1,7	0,5	12,4
Settembre	22,0	2,2	1,5	0,5	17,9
Ottobre	15,5	2,3	1,5	0,6	11,1
Novembre	14,0	2,0	1,4	0,7	9,5
Dicembre	15,7	2,4	1,4	0,6	10,9
<b>Media</b>	<b>17,4</b>	<b>2,2</b>	<b>1,6</b>	<b>0,5</b>	<b>11,6</b>

## 6.8 Le concentrazioni dei macroinquinanti a valle della sedimentazione primaria

A valle della sedimentazione primaria si registrano concentrazioni di macroinquinanti sensibilmente inferiori a quelle dell'influente, ciò vale particolarmente per il COD, BOD<sub>5</sub> e TSS-

Rispetto all'ingresso impianto si assiste a:

- un sostanziale abbassamento del rapporti caratteristico COD/Ntot,
- un immutato valore del rapporto COD/TSS (da 2,3 a 2,4 medio annuale);
- un incremento del rapporto BOD<sub>5</sub>/COD.

Tutto ciò è in linea, a meno del rapporto immutato COD/TSS, con il fatto che in sedimentazione primaria viene sottratto principalmente carbonio e di tipo particolato.

Agli effetti della rimozione biologica dell'azoto, la minore disponibilità relativa di carbonio determina prestazioni più limitate di quelle ottenibili quando si opera senza sedimentazione primaria.

**Tabella 6-19 Concentrazioni macroinquinanti dopo sed. Primaria -2008**

Mese	COD	BOD5	TSS	N-NH4	COD/N-NH4	COD/TSS	BOD5/COD
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l			
Gennaio	234	167	100	24,2	9,5	2,3	0,74
Febbraio	255	215	107	25,8	10,3	2,4	0,82
Marzo	242	179	103	21,1	11,2	2,4	0,70
Aprile	337	153	163	21,5	13,8	2,3	0,43
Maggio	554		316	18,1	18,4	1,8	
Giugno	204	110	102	15,0	13,2	2,0	0,55
Luglio	223	146	129	17,7	13,8	1,9	0,66
Agosto	214	92	75	19,5	10,5	3,1	0,45
Settembre	192	86	98	15,1	12,6	2,1	0,42
Ottobre	230	107	97	18,3	11,4	2,5	0,45
Novembre	275	151	83	15,9	14,5	3,3	0,55
Dicembre	363	185	88	14,9	15,3	2,9	0,54
<b>Media</b>	<b>245,6</b>	<b>144,0</b>	<b>109,1</b>	<b>18,9</b>	<b>12,4</b>	<b>2,4</b>	<b>0,58</b>

**Tabella 6-20 Concentrazioni effluente sed primaria -2009**

	<b>COD</b>	<b>BOD5</b>	<b>TSS</b>	<b>Ntot</b>	<b>P tot</b>	<b>P-PO4</b>	<b>N-NH4</b>	<b>COD/Ntot</b>	<b>COD/TSS</b>	<b>BOD5/COD</b>
	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	
Gennaio	413	185	121				16,8			0,4
Febbraio	350	209	100				17,4			0,6
Marzo	187	158	70				15,3			0,8
Aprile	186	164	231				14,1			0,9
Maggio	187	166	67				17,6			0,9
Giugno	174	147	64	25	2,0	1,6	15,6	7,0	2,7	0,8
Luglio	157	150	51	29	2,5	2,1	13,9	5,5	3,1	1,0
Agosto	129	129	69	34	1,9	1,5	15,8	3,8	1,9	1,0
Settembre	140	98	55	24	1,8	1,3	16,6	5,8	2,6	0,7
Ottobre	275	202	146	37	2,5	2,3	21,4	7,4	1,9	0,7
Novembre	246	189	112	36	2,5	2,3	21,8	6,8	2,2	0,8
Dicembre	269	216	104	39	2,9	2,4	25,0	6,9	2,6	0,8
<b>Media</b>	<b>219</b>	<b>172</b>	<b>90</b>	<b>31</b>	<b>2,3</b>	<b>1,9</b>	<b>17,5</b>	<b>6,2</b>	<b>2,4</b>	<b>0,8</b>

**Tabella 6-21 Concentrazioni effluente sed primaria -2010**

	<b>COD</b>	<b>BOD5</b>	<b>TSS</b>	<b>Ntot</b>	<b>Ptot</b>	<b>P-PO4</b>	<b>N-NH4</b>	<b>COD/Ntot</b>	<b>COD/TSS</b>	<b>BOD5/COD</b>
	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>			
Gennaio	254	190	102	42	2,8	2,8	22	6,1	2,5	0,7
Febbraio	182	164	89	30	2,8	2,6	18	6,1	2,0	0,9
Marzo	235	199	117	31	2,5	1,7	15	7,6	2,0	0,8
Aprile	166	179	69	33	2,6	2,1	19	5,1	2,4	1,1
Maggio	208	143	329	26	2,6	1,5	15	8,1	0,6	0,7
Giugno	181	64	81	34	2,6	1,7	17	5,3	2,2	0,4
Luglio	182	122	89	27	2,8	2,3	18	6,6	2,0	0,7
Agosto	152	126	77	28	3,1	2,1	15	5,5	2,0	0,8
Settembre	175	132	65	26	2,4	2,2	18	6,6	2,7	0,8
Ottobre	212	159	91	27	2,0	1,4	16	7,8	2,3	0,7
Novembre	170	100	91	23	1,9	1,6	15	7,3	1,9	0,6
Dicembre	207	121	73	29	3,2	2,7	20	7,0	2,8	0,6
<b>Media</b>	<b>195</b>	<b>138</b>	<b>100</b>	<b>29</b>	<b>2,7</b>	<b>2,1</b>	<b>17</b>	<b>6,6</b>	<b>2,1</b>	<b>0,7</b>

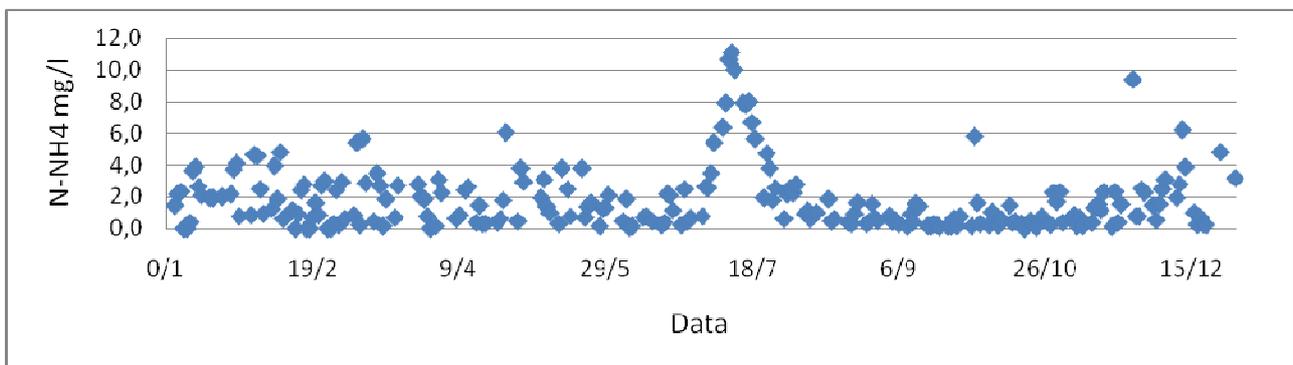
## 6.9 Le caratteristiche chimico fisiche dell'effluente impianto

L'effluente impianto viene controllato con frequenza minima di 1 volta e massima di 3 volte su sette giorni, tramite campioni medi orari. I valori medi mensili di concentrazione dei principali macroinquinanti permettono le seguenti osservazioni:

- L'effluente è sempre conforme agli attuali limiti allo scarico (Tab. 1 e Tab.3 L152/2006 e s.m.);
- Esiste una presenza medio alta di TSS, anche se sempre all'interno del valore limite di 35 mg/l, giustificabile con il fatto che esiste una sezione di microfiltrazione finale in grado di trattare parte delle acque effluenti;
- Esiste una presenza limitata e continua di 1-2 mg/l di N-NH<sub>4</sub>, nonostante lo sviluppo longitudinale delle vasche di ossidazione tale da individuare tre o più reattori CSTR in serie; la presenza di N-NH<sub>4</sub> nel 2009 e 2010 aumenta a valori di 4 mg/l nei mesi freddi ed è accompagnata da N-NO<sub>2</sub>, ciò è indicatore del fatto che la nitrificazione è parziale;
- Esistono a luglio 2008 valori elevati N-NH<sub>4</sub>, ma si ritengono accidentali, in quanto attribuibili ad un fatto tecnico di regolazione dei flussi di aria o al controllo dei microorganismi autotrofi (Figure 6-6);
- Esiste una presenza costante e medio alta di N-NO<sub>x</sub> nell'effluente; la motivazione di questo andamento non è dovuta alla minore concentrazione di ammoniaca nell'influenza il processo biologico. Una possibile causa può essere la limitata disponibilità di carbonio, misurata con il rapporto COD/N-NH<sub>4</sub> in ingresso al biologico nel 2008 e al basso rapporto COD/N<sub>tot</sub> nel 2009 e 2010. Una elaborazione del rapporto COD/N-NH<sub>4</sub> e degli N-NO<sub>x</sub> effluenti di tipo cronologico mostra meglio tale dipendenza (Figure 6-7) che è ben nota anche in letteratura; comunque il motivo potrebbe risiedere anche nelle condizioni operative del processo biologico (i.e. un basso ricircolo della miscela aerata o dei fanghi sedimentati).

**Tabella 6-22 Caratteristiche chimico fisiche dell'effluente impianto -2008**

Mese	COD	BOD5	TSS	Ntot	N-NH4	N-NO2	N-NO3	Ptot
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
<b>Gennaio</b>	26,3	10,5	13,3	12,5	2,5	0,2	9,0	1,1
<b>Febbraio</b>	26,3	8,8	16,4	33,2	1,8	0,3	8,7	1,8
<b>Marzo</b>	35,1	9,8	14,0	15,4	2,0	0,3	8,8	2,0
<b>Aprile</b>	36,1	10,2	12,7	15,1	1,8	0,3	8,0	2,3
<b>Maggio</b>	50,7	9,7	14,0	12,9	1,6	0,4	6,4	3,0
<b>Giugno</b>	29,1	5,4	12,5	13,8	0,8	0,2	6,5	0,9
<b>Luglio</b>	35,4	9,4	13,7	14,6	5,2	0,4	5,3	1,7
<b>Agosto</b>	29,5	9,3	11,4	16,0	0,9	0,4	10,0	2,2
<b>Settembre</b>	16,3	4,0	10,0	17,9	0,5	0,4	10,8	2,3
<b>Ottobre</b>	30,4	8,7	14,3	25,5	1,0	0,2	13,7	3,0
<b>Novembre</b>	13,9	6,0	4,8	19,6	1,6	0,1	9,4	2,3
<b>Dicembre</b>	16,9	6,9	9,8	14,1	2,6	0,4	6,8	1,9
<b>Media</b>	<b>27,2</b>	<b>8,0</b>	<b>12,0</b>	<b>16,0</b>	<b>1,9</b>	<b>0,3</b>	<b>8,7</b>	<b>2,0</b>



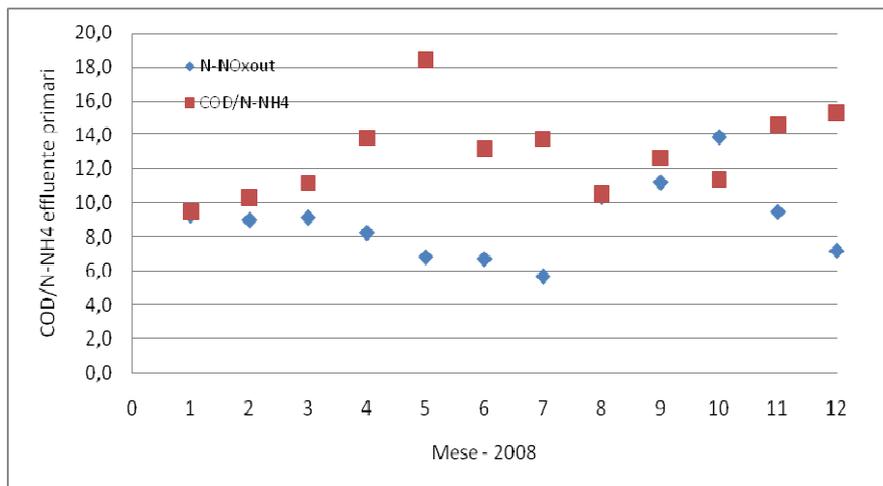
**Figure 6-6 Concentrazione dell'ammoniaca (N-NH4) nell'effluente - 2008**

**Tabella 6-23 Caratteristiche chimico fisiche dell'effluente impianto – 2009**

	<b>COD</b>	<b>BOD5</b>	<b>TSS</b>	<b>Ntot</b>	<b>N-NH4</b>	<b>N-NO2</b>	<b>N-NO3</b>	<b>Ptot</b>	<b>P-PO4</b>
	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>
Gennaio	14,7	5,5	18,9	14,7	2,7	0,4	6,4	2,2	
Febbraio	16,1	7,7	7,2	16,1	4,0	0,1	7,1	1,8	
Marzo	17,2	8,8	8,3	17,2	2,6	0,2	9,6	1,5	
Aprile	17,9	11,3	21,9	17,9	1,8	0,2	9,8	1,3	
Maggio	18,8	9,6	15,4	18,8	2,3	0,2	10,6	2,4	
Giugno	11,6	7,2	13,6	11,6	0,4	0,2	8,5	2,1	1,5
Luglio	15,0	7,0	5,8	15,0	1,0	0,2	7,4	2,4	2,3
Agosto	13,9	6,8	5,0	13,9	1,6	0,2	9,7	2,2	1,9
Settembre	11,9	11,5	18,5	11,9	2,1	0,1	8,8	2,3	1,6
Ottobre	15,2	5,5	12,3	15,2	0,8	0,1	8,5	2,5	2,4
Novembre	16,1	4,6	12,2	16,1	1,2	0,1	7,2	2,0	1,9
Dicembre	12,6	9,9	11,1	12,6	2,9	0,1	5,2	2,3	2,2
<b>Media</b>	<b>24,0</b>	<b>7,9</b>	<b>0,0</b>	<b>14,1</b>	<b>2,0</b>	<b>0,2</b>	<b>8,2</b>	<b>2,1</b>	<b>2,0</b>

**Tabella 6-24 Caratteristiche chimico fisiche dell'effluente impianto – 2010**

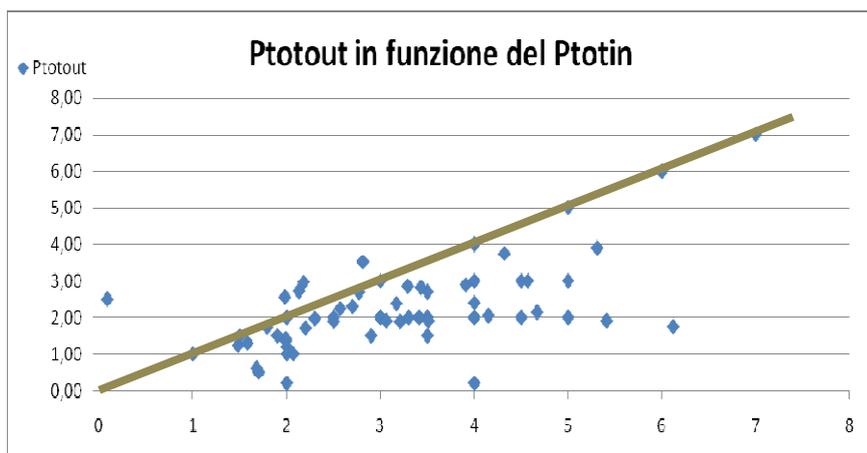
	<b>COD</b>	<b>BOD5</b>	<b>TSS</b>	<b>Ntot</b>	<b>N-NH4</b>	<b>N-NO2</b>	<b>N-NO3</b>	<b>Ptot</b>	<b>P-PO4</b>
	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>
Gennaio	23,4	10,4	14,6	13,7	3,8	0,5	3,8	1,9	1,7
Febbraio	36,6	13,8	24,5	11,9	3,5	1,6	2,5	2,1	1,9
Marzo	20,5	10,1	9,5	11,2	4,9	1,5	2,0	1,6	1,0
Aprile	25,0	10,0	13,0	7,6	2,1	1,4	2,7	1,5	1,2
Maggio	38,3	6,8	28,3	12,6	0,2	0,1	7,2	1,8	1,3
Giugno	22,6	2,1	9,4	10,8	0,2	0,1	5,9	1,0	1,0
Luglio	22,3	4,3	11,0	10,5	0,4	0,1	6,7	1,8	1,6
Agosto	17,9	5,3	9,4	14,6	0,5	0,1	9,6	1,7	1,6
Settembre	19,3	8,9	12,3	11,4	2,1	0,1	6,1	1,9	1,8
Ottobre	36,8	11,2	14,8	13,5	1,9	0,1	6,9	2,0	1,7
Novembre	23,3	6,3	6,0	11,4	0,8	0,1	7,3	2,0	2,0
Dicembre	29,6	13,3	17,6	8,8	1,4	0,3	6,0	2,1	1,8
<b>Media</b>	<b>25,7</b>	<b>8,5</b>	<b>13,9</b>	<b>11,6</b>	<b>1,8</b>	<b>0,5</b>	<b>5,5</b>	<b>1,7</b>	<b>1,6</b>



**Figure 6-7 Andamento del COD/N-NH4 effluente primari con l’N-NO3 effluente -2008**

Per alcuni macroinquinanti quali Ntot e Ptot la frequenza delle misure è troppo bassa, ovvero oscilla da 1 campione mese a 9 campioni mese, comunque in termini relativi è da 20 a 14 volte inferiore a quella dei macroinquinanti che costituiscono i limiti dell’effluente. Ovviamente tutto questo è determinato dal fatto che attualmente i limiti sono quelli di tab. 1 e 3 della L. 152/2006, ma limita molto il significato delle considerazioni che seguono. In particolare, il fosforo ha una concentrazione estremamente variabile nell’effluente impianto (dati 2008), infatti, a fronte di un dato medio annuale di 2 mg/l, si osservano dati medi mensili che oscillano nell’intervallo 0.9 – 3.0 mg/l; del fosforo viene analizzato il solo Ptot, per cui non si conosce la frazione costituita dall’ortofosfato. La misura del P-PO4 viene eseguita negli anni 2009 e 2010 per cui è ben visibile che quasi tutto il fosforo presente nell’effluente è costituito da ortofosfato.

Come è logico aspettarsi la concentrazione di Ptot nell’effluente impianto è scarsamente legata al contenuto di solidi sospesi dato il basso valore di TSS in uscita impianto.



**Figure 6-8 Correlazione Ptotin e Ptot out**

In buona sostanza si ritiene che il P<sub>tot</sub> effluente dipende dalle condizioni di sequestro dell'ortofosfato nel processo biologico e dalla sua ritenzione nella linea fanghi a cui perviene con le biomasse dPAO (denitrifier phosphorus accumulating organism) che costituiscono una frazione dei fanghi di supero biologici. I dati dell'effluente permettono di affermare che esiste una forte prevalenza di P-PO<sub>4</sub> nel P<sub>tot</sub> misurato in uscita impianto.

## 6.10 Le prestazioni nell'abbattimento dei nutrienti

Vengono mostrati nel seguito i risultati del calcolo della percentuale di abbattimento dei nutrienti così come la legge (L. 152/2006 e s.m.) richiede, con la precisazione che il calcolo è condizionato dal fatto che esiste un campionamento medio contemporaneo in ingresso ed in uscita e ciò invalida almeno in parte la comparazione dei risultati.

### 6.10.1 Abbattimento dell'azoto

Paragonando i dati medi del N<sub>tot</sub> in ingresso ed uscita (dati 2008) è possibile calcolare la percentuale di rimozione, che risulta variabile in un intervallo ristretto da un minimo del 42.9% ad un massimo del 75%. In definitiva, i dati sono significativamente distanti dai valori richiesti nel futuro, ovvero si ha **una concentrazione media annua in uscita impianto di N<sub>out</sub> pari a 16 mg/l** contro N<sub>tot</sub> ≤10 mg/l ed una percentuale media annua di rimozione pari al 60.3% contro E%N<sub>tot</sub> ≥80%.

Analoghi risultati si ottengono nel 2009 e 2010 (Tabella 6-26).

**Tabella 6-25 Rimozione dell'azoto**

Mese	N <sub>tot in</sub> mg/l	N <sub>tot out</sub> mg/l	E%N <sub>tot</sub> %
Gennaio	34,6	12,5	64,0
Febbraio	n-d	n.d	n-d
Marzo	40,9	15,4	62,5
Aprile	53,0	15,1	71,5
Maggio	50,4	12,9	74,4
Giugno	42,4	13,8	67,5
Luglio	34,9	14,6	58,1
Agosto	41,5	16,0	61,5
Settembre	38,3	17,9	53,4
Ottobre	44,6	25,5	42,9
Novembre	41,5	19,6	52,7
Dicembre	56,2	14,1	75,0
<b>Media</b>	<b>40,2</b>	<b>16,0</b>	<b>60,3</b>

**Tabella 6-26 Rendimenti di rimozione dell'azoto -2009-2010**

	Ntotout	numero	E
	mg/l	analisi	%
2009	14,1	40	64,1
2010	11,6	51	64,8

**6.10.2 Abbattimento del fosforo**

Paragonando il Ptot nell'effluente e nell'influente, è possibile calcolare per il 2008 una prestazione di rimozione variabile di mese in mese da un minimo del 16% ad un massimo del 69%. In definitiva, i dati sono notevolmente lontani dalle prestazioni di progetto, ovvero Ptot max 1 mg/l ed una E% minima del 80%.

**Tabella 6-27 Prestazioni nella rimozione del Ptot -2008**

	IN		OUT			
Data	Portata	Ptot	Ptot	Ptot	Ptot	E%rimP
	m3/d	mg P/l	kg P/d	mg P/l	kg P/d	%
GEN	42420	3,75	151	1,1	46	69
FEB	36060	3,36	124	1,8	65	48
MAR	39018	2,87	119	2,00	78	
APR	40335	4,39	156	2,28	81	46
MAG	45589	4,00	138	3,00	104	25
GIU	45231	1,69	86	0,95	45	67
LUG	42209	2,19	92	1,73	72	21
AGO	38943	3,12	120	2,15	85	17
SET	35239	2,74	97	2,26	81	16
OTT	30662	4,72	141	2,98	88	37
NOV	34515	3,45	115	2,28	77	30
DIC	45602	3,59	157	1,92	83	46
<b>media annua</b>		<b>3,2</b>		<b>2,04</b>		<b>38.4</b>

Nel 2009 e 2010 (Tabella 6-28) la situazione è analoga, se non peggiore.

**Tabella 6-28 Prestazioni nella rimozione del Ptot – 2009-2010**

	Ptot out	E
	mg/l	%
2009	2,0	18,0
2010	1,7	42,1

### 6.11 Il processo biologico

Il processo biologico viene gestito nel 2008 usando tutto l'anno tre delle cinque linee disponibili di denitrificazione e cinque linee di nitrificazione. Viene inoltre impiegata una portata costante di fanghi di ricircolo (una coclea sempre in funzione per 19200 m<sup>3</sup>/d) e di miscela aerata (tre idrovore sempre in funzione per un totale di 19440 m<sup>3</sup>/d).

Tutto questo permette di operare con HRT effettivi, ovvero calcolati sulla effettiva portata entrante, elevati sia in denitrificazione che in nitrificazione (Tabella 6-29).

Dai risultati esposti si può osservare quanto segue:

- Il ricircolo totale R<sub>tot</sub> (miscela aerata e fanghi di ricircolo) è sempre intorno ad uno; ciò limita notevolmente la rimozione biologica dell'azoto.
- Lo SVI sui dati medi mensili è sempre molto basso anche nei periodi freddi (valore massimo 188 a Febbraio) (Tabella 6-29);
- l'operatore dell'impianto aumenta considerevolmente gli spurghi di fanghi biologici da aprile a tutto luglio 2008; questo permette di operare ad una bassa concentrazione di biomasse in vasca che realmente deve essere considerata troppo bassa, infatti raramente si superano i 2 Kg/m<sup>3</sup> (Aprile e Maggio 2008);
- l'età del fango è determinata dallo spurgo, ma anche dai solidi sospesi effluenti l'impianto (vedi il termine Q<sub>wXr</sub> e Q<sub>mn TSS</sub> in Tabella 6-30). Gli eccessivi spurghi di fango, iniziati in aprile 2008 e terminati in Luglio 2008, comportano una drastica riduzione del SRT da 15 giorni a 6,5 giorni e ciò molto probabilmente spiega la comparsa di ammoniaca residua ad alcuni mg/l (Luglio - 5,6 mg/l di N-NH<sub>4</sub> effluente);

In sintesi **l'impianto è sfruttato solamente in parte**, ovvero, pur avendo le volumetrie per fare i processi, si attuano ricircoli limitati, fatto che comporta una concentrazione di N-NO<sub>x</sub> residua elevata. Nel contempo in nitrificazione si usa una quantità limitata di biomasse e si opera sempre con una concentrazione residua di ammoniaca che arriva a valori medi mensili di 5-6 mg/l (Tabella 6-28). Il fenomeno sembrerebbe ascrivibile a quanto sopra, comunque un'ulteriore causa potrebbe essere l'ingresso di sostanze tossiche o inibenti le biomasse autotrofe. Non avendo sonde di controllo del processo, nulla si può dire sulla presenza a fine denitrificazione di N-NO<sub>x</sub> residui.

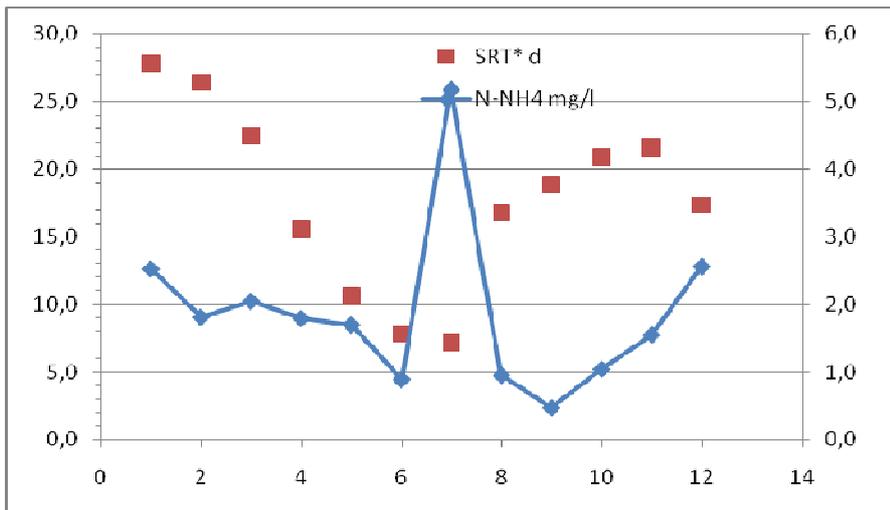
**Tabella 6-29 Condizioni operative del processo biologico - 2008**

Mese	Vdenitro	Vnitro	MLSS	MLSSr	Q <sub>in</sub>	Q <sub>r</sub>	Q <sub>ma</sub>	R <sub>tot</sub>	Q <sub>w</sub>	SVI	N-NH <sub>4</sub>
	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	g/l	g/l	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d		m <sup>3</sup> /d	ml/g	mg/l
Gennaio	4800	12410	1,6	3,3	42420	19200	19440	0,91	186	158	2,5
Febbraio	4800	12410	1,5	3,3	36060	19200	19440	1,07	172	188	1,8
Marzo	4800	12410	1,7	3,3	39018	19200	19440	0,99	428	137	2,0
Aprile	4800	12410	2,1	4,2	40335	19200	19440	0,96	637	88	1,8

Maggio	4800	12410	2,3	5,3	45589	19200	19440	0,85	849	74	1,7
Giugno	4800	12410	1,6	4,3	45231	19200	19440	0,85	827	77	0,9
Luglio	4800	12410	1,8	4,3	42209	19200	19440	0,92	886	76	5,2
Agosto	4800	12410	1,5	2,9	38943	19200	19440	0,99	369	75	1,0
Settembre	4800	12410	1,5	3,0	35239	19200	19440	1,10	357	84	0,5
Ottobre	4800	12410	1,7	3,3	30662	19200	19440	1,26	300	86	1,0
Novembre	4800	12410	1,8	3,7	34515	19200	19440	1,12	348	96	1,6
Dicembre	4800	12410	1,8	3,9	45602	19200	19440	0,85	359	109	2,6

**Tabella 6-30 Parametri di processo biologico -2008**

Mese	HRTeffd	HRTeffn	QwXr	QmnTSSe	SRT*
	H	h	Kg/d	Kg/d	d
Gennaio	1,4	3,7	616	563	24
Febbraio	1,5	4,0	567	590	23
Marzo	1,5	3,8	1423	548	15
Aprile	1,5	3,8	2656	511	11
Maggio	1,4	3,6	4464	638	8
Giugno	1,4	3,6	3535	565	6,5
Luglio	1,4	3,7	3773	577	7,2
Agosto	1,5	3,8	1078	444	17
Settembre	1,6	4,0	1062	351	19
Ottobre	1,7	4,3	1000	438	21
Novembre	1,6	4,1	1303	166	22
Dicembre	1,4	3,6	1416	445	17



**Figure 6-9 Ammoniaca residua in funzione del SRT del processo biologico**

Nel 2009 e 2010 le condizioni operative del processo biologico (Tabella 6-31, Tabella 6-33) risultano sostanzialmente analoghe a quelle del 2008. La differenza osservabile è che nel 2010 si opera con una maggiore concentrazione di biomassa (2,6 Kg/m<sup>3</sup> – valore medio annuale 2010) il che comporta, a meno dei mesi freddi, una ossidazione quasi totale dell'azoto. L'età del fango viene mantenuta a valori sufficientemente elevati.

Le linee in funzione sono riassunte in Tabella 6-35: in pratica solo per periodi limitati la denitrificazione viene attivata anche nella quarta e quinta linea, mentre la nitrificazione è sempre condotta nelle cinque linee disponibili.

Infine si vuole ricordare che la portata di miscela aerata viene riportata come registrata nelle tabelle di marcia dal personale di gestione; in realtà, l'analisi delle curve di lavoro delle idrovore, indica che le portate delle macchine alle perdite di carico calcolate, sono ben superiori a quelle riportate.

**Tabella 6-31 Condizioni operative del processo biologico – 2009**

	Vd	Vn	MLSS	MLSSr	Qin	Qr	Qma	R	Qw	SVI
	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d		m <sup>3</sup> /d	ml/g
Gennaio	4800	12410	2,7	5,3	37409	19200	19440	1,0	311	285
Febbraio	4801	12411	2,3	4,9	41648	19200	19440	0,9	614	215
Marzo	4802	12412	1,9	4,5	46127	19200	19440	0,8	561	145
Aprile	4803	12413	1,8	4,1	43966	19200	19440	0,9	475	258
Maggio	4804	12414	1,6	3,3	34814	19200	19440	1,1	493	259
Giugno	4805	12415	1,6	3,1	32743	19200	19440	1,2	673	308
Luglio	4806	12416	1,5	2,9	34969	19200	19440	1,1	591	274
Agosto	4807	12417	1,4	2,6	32992	19200	19440	1,2	323	140
Settembre	4808	12418	1,7	3,2	31838	19200	19440	1,2	260	126
Ottobre	4809	12419	2,2	4,0	28316	19200	19440	1,4	281	179
Novembre	4810	12420	2,6	4,2	30449	35200	30240	2,1	435	239
Dicembre	4811	12421	2,7	4,7	31206	35923	25290	2,0	472	366
<b>Media</b>		<b>Media</b>	<b>2,0</b>	<b>3,7</b>	<b>35496</b>	<b>21935</b>	<b>60629</b>	<b>1,2</b>	<b>458</b>	<b>233</b>

**Tabella 6-32 Parametri di processo biologico – 2009**

Mese	HRTd	HRTn	QwXr	QmnTSSe	SRT*
	h	H	Kg/d	Kg/d	d
Gennaio	1,9	4,9	1.655	705	20
Febbraio	1,8	4,7	3.001	300	12
Marzo	1,7	4,3	2.519	383	11
Aprile	1,8	4,6	1.970	962	10
Maggio	2,1	5,3	1.628	535	13
Giugno	2,0	5,3	2.069	446	11
Luglio	2,0	5,1	1.734	202	13
Agosto	2,1	5,4	844	165	23
Settembre	2,1	5,5	831	588	20
Ottobre	2,3	6,0	1.117	348	26
Novembre	2,6	4,5	1.848	371	23
Dicembre	2,3	4,5	2.227	347	20

**Tabella 6-33 Condizioni operative del processo biologico – 2010**

	Vd	Vn	MLSS	MLSSr	Qin	Qr	Qma	R	Qw	SVI
	m3	m3	Kg/m3	Kg/m3	m3/d	m3/d	m3/d		m3/d	ml/g
Gennaio	4800	12410	2,4	4,9	34614	24774	26965	1,5	337	371
Febbraio	4801	12411	2,3	4,4	36888	19200	28003	1,3	460	342
Marzo	4802	12412	2,7	5,2	36526	17961	24248	1,2	430	138
Aprile	4803	12413	3,0	5,3	31383	21760	25920	1,5	199	149
Maggio	4804	12414	3,0	5,5	36879	26632	25920	1,4	50	191
Giugno	4805	12415	3,1	6,2	35455	19200	25920	1,3	322	208
Luglio	4806	12416	2,7	6,6	36852	19200	25920	1,2	436	175
Agosto	4807	12417	2,3	4,8	37170	19200	25920	1,2	292	163
Settembre	4808	12418	2,2	5,1	34032	19200	25920	1,3	270	205
Ottobre	4809	12419	1,9	2,9	33251	30968	25920	1,7	36	213
Novembre	4810	12420	2,6	5,0	38622	24960	25920	1,3	150	380
Dicembre	4811	12421	2,7	5,5	35939	25394	25920	1,4	552	445
<b>Media</b>		<b>Media</b>	<b>2,6</b>	<b>5,1</b>		<b>22409</b>	<b>26028</b>	1,4	294	248

**Tabella 6-34 Parametri di processo biologico – 2010**

Mese	HRTd	HRTn	QwXr	QmnTSSe	SRT*
	h	h	Kg/d	Kg/d	d
Gennaio	2,71	5,05	1.637	504	21
Febbraio	2,38	4,91	2.039	904	14
Marzo	1,84	4,76	2.249	347	18
Aprile	1,99	5,14	1.049	409	36
Maggio	1,82	4,71	275	1044	40
Giugno	2,05	5,30	2.005	335	23
Luglio	2,00	5,17	2.877	405	14
Agosto	2,07	5,36	1.413	349	22
Settembre	2,06	5,33	1.368	420	21
Ottobre	1,80	4,65	104	493	54
Novembre	1,88	4,86	743	233	47
Dicembre	1,84	4,76	3.030	632	13

**Tabella 6-35 Numero di linee in funzione 2008 – 2010**

Anno	Denitrificazione	Nitrificazione
2008	3*	5
2009	3**	5
2010	3	5

\* cinque linee a novembre  
quattro linee a dicembre

\*\* quattro linee a Gennaio

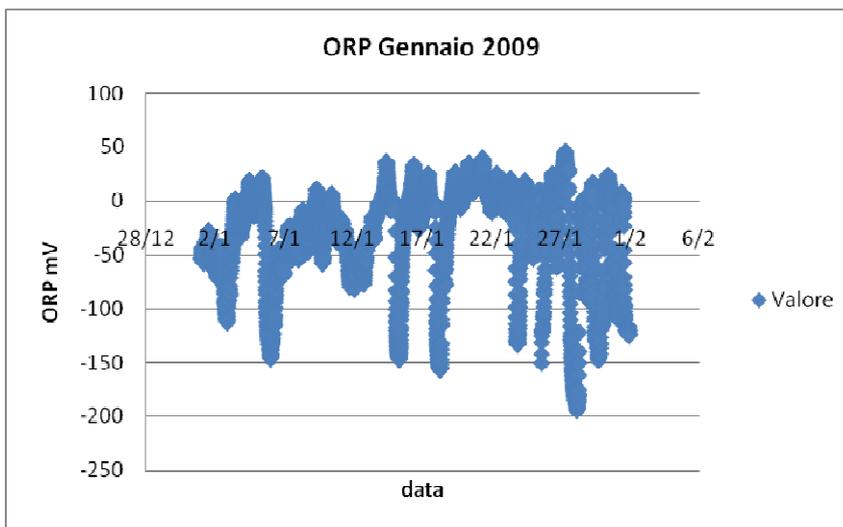
### 6.12 Monitoraggio della denitrificazione

Il processo di denitrificazione ha una sonda ORP posta a circa due terzi della lunghezza di vasca, la registrazione del segnale avviene in continuo ed il telecontrollo dell'impianto ha i dati storici registrati. Elaborando il segnale è possibile appurare che già a due terzi della vasca esistono molto spesso condizioni di completa denitrificazione in qualsiasi mese. Infatti vengono riportati a titolo esemplificativo le registrazioni di Gennaio 2009 (Figure 6-10) e Giugno-Luglio 2009 (Figure 6-11) che mostrano le aree in cui si verificano tali fenomeni, tali aree non mostrano una frequenza con stagionalità.

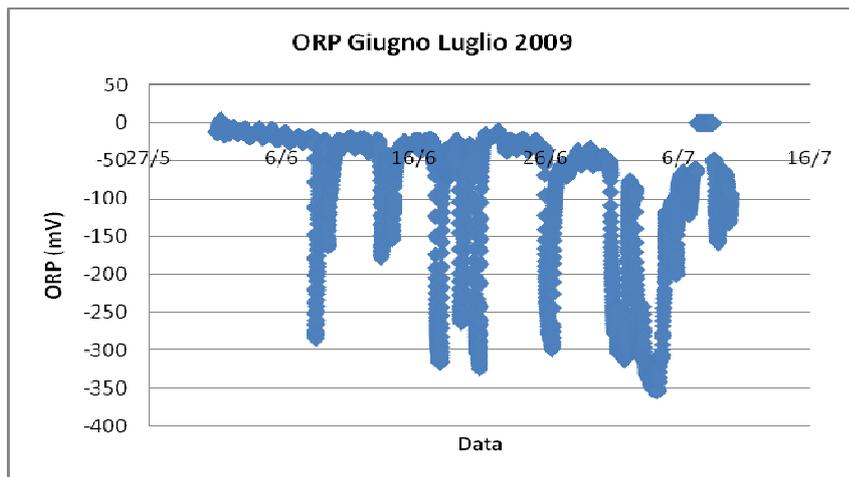
Un'elaborazione di maggiore precisione dimostra che la percentuale di incidenza di tali aree varia dal 4 al 22% (Tabella 6-36).

**Tabella 6-36 Dati statistici del ORP in vasca di denitrificazione -2008**

Gennaio			Giugno-Luglio		
ORP (mV)	%	min	ORP (mV)	%	min
<-100	8,6	3830	<-100	22,0	12350
<-140	4,1	1830	<-140	16,8	9420



**Figure 6-10 ORP in vasca di denitrificazione (2/3) – Gennaio 2009**



**Figure 6-11 ORP in vasca di denitrificazione (2/3) - 2009**

In sintesi la registrazione del ORP permette di osservare che la vasca di denitrificazione molto spesso, e già a due terzi della sua lunghezza, ha completamente denitrificato l’azoto; quindi, se si aumentano i nitrati influenti, si potrebbero avere maggiori prestazioni. Questo conferma quanto già osservato sulla base dei ridotti ricircoli di miscela aerata impiegati.

### 6.13 La gestione della linea fanghi

La linea fanghi viene alimentata dai fanghi primari e dai fanghi di supero biologico.

Nel periodo 2008 -2010 I fanghi primari vengono estratti giornalmente sempre nella stessa misura (640 m<sup>3</sup>/d); i fanghi biologici vengono estratti in portata variabile decisa dalla gestione tecnica.

Il destino dei fanghi di supero biologico è duplice, ovvero parte (S ai primari vedi Tabella 6-37) viene inviata in testa alla sedimentazione primaria e genera fanghi primari misti, parte viene inviata all’ispessitore dinamico (S a ID vedi Tabella 6-37).

I fanghi primari misti vengono estratti dal pozzo fanghi dei sedimentatori primari ed inviati ai due ispessitori statici, da qui il fango ispessito arriva al pozzetto fanghi misti a cui pervengono anche i fanghi biologici ispessiti dinamicamente; ciò avviene sino al 20 Febbraio 2009. Con la dicitura Fispess statico si intende la portata che alimenta il digestore anche se costituita da fanghi misti e da fanghi biologici diversamente ispessiti.

A partire dal 20 febbraio 2009 la portata di fanghi ispessiti staticamente (F ispess stat) è quella dei soli fanghi primari misti, mentre i fanghi biologici dinamicamente ispessiti alimentano direttamente il digestore anche se di questi non si conosce la portata.

**Tabella 6-37 Gestione della linea fanghi -2008**

Anno	Mese	Primari	Supero	S ai primari	S a I D	F ispezz stat	PAC	FeCl3	Biogas	Energia
		m3/d	m3/d	m3/d	m3/d	m3/d	l/h	l/h	m3/mese	kWh/mese
2008	Gennaio	640	186	144	23	140	0,0	0	54766	60864
	Febbraio	640	172	144	28	122	5,3	0	50251	50848
	Marzo	640	428	144	284	129	8,0	0	59179	61752
	Aprile	640	637	194	467	164	8,0	0	49655	59376
	Maggio	640	849	568	597	171	16,0	0	40466	44192
	Giugno	640	827	357	540	126	0,0	0	28549	0
	Luglio	640	886	834	52	0	16,0	0,8	37611	44480
	Agosto	640	369	369	0	0	16,2	0,8	39060	46160
	Settembre	640	357	140	217	153	0,0	16,0	53785	59720
	Ottobre	640	300	140	160	141	0,0	16,0	61672	53192
	Novembre	640	348	175	173	231	0,0	13,8	40371	44120
	Dicembre	640	359	154	195	177	0,0	13,8	43830	12848
2009	Gennaio	640	311	111	200	144	4,6	13,9	37740	27512
	Febbraio	640	614	257	357	103	17,5	13,9	52436	53896
	Marzo	640	561	271	290	121	11,2	13,9	59432	62968
	Aprile	640	475	271	200	73	18,1	0	50047	55776
	Maggio	640	493	140	353	189	7	0	14997	15344
	Giugno	640	673	140	533	219	3	0	0	0
	Luglio	640	591	126	465	260	12	0	0	0
	Agosto	640	323	0	323	289	0	0	0	0
	Settembre	640	260	0	260	232	3	0	0	0
	Ottobre	640	292	28	264	257	11	0	2128	4296
	Novembre	640	510	195	315	216	12	7,9	30995	69040
	Dicembre	640	505	157	348	912	7	15,6	36776	81344
2010	Gennaio	640	15	12	3		23	19,6	59922	42312
	Febbraio	640	460	360	100	111	35	14,2	44422	0
	Marzo	640	430	337	93	185	18	13,9	46359	48
	Aprile	640	199	156	43	234	12	13,9	47106	20880
	Maggio	640	50	50	0		18	13,9	31466	39584
	Giugno	640	322	0	322	181	29	13,9	33110	40800
	Luglio	640	472	159	313		13	13,9	39404	37816
	Agosto	640	337	101	236	255	9	13,9	36804	52784
	Settembre	640	270	119	151	131	0	13,9	46230	66296
	Ottobre	640	36	0	36		0	13,9	40813	65064
	Novembre	640	150	0	150		2	13,9	30114	53016
	Dicembre	640	552	310	242		16	17	44374	42312

Dagli stessi dati si possono calcolare le portate dei surnatanti ed il carico di massa in P-PO<sub>4</sub> che ritorna in testa impianto. In particolare, sulla base delle portate medie di Tabella 6-38 e della concentrazione in P-PO<sub>4</sub> dell’effluente impianto, nonché prendendo come costanti le concentrazioni in P-PO<sub>4</sub> dei surnatanti di centrifuga, è possibile stabilire che mediamente la più grande portata di surnatanti è generata dai pre

ispessitori (505 m<sup>3</sup>/d su una portata influente di 650 m<sup>3</sup>/d), il secondo flusso in ordine di importanza si genera nell'ispessitore dinamico (249 su 259 m<sup>3</sup>/d) ed infine 128 m<sup>3</sup>/d nella disidratazione meccanica.

In termini di contenuto in fosforo, solamente i surnatanti della centrifuga risultano rilevanti con un feedback di 8.3 KgP-PO<sub>4</sub>/d su un totale di 9.8 KgP-PO<sub>4</sub>/d. **Tutto questo significa che, se un' azione di precipitazione deve essere effettuata, questa va prioritariamente attuata sui surnatanti di centrifuga e secondariamente sugli altri.**

**Tabella 6-38 Surnatanti linea fanghi**

Calcolo dei surnatanti			
<b>Ispessitore dinamico</b>			
TS	ing	%	0,2
Tsuscita		%	5
Qmedia	ingr	m <sup>3</sup> /d	259
Qfanghi		m <sup>3</sup> /d	10
Qsurnatanti		m <sup>3</sup> /d	249
P-PO <sub>4</sub>		mg/l	2
LP-PO <sub>4</sub>		Kg/d	0,50
<b>Ispessitore statico</b>			
fanghi primari	in	m <sup>3</sup> /d	640
fanghi isp dinam		m <sup>3</sup> /d	10
fanghi ispessiti	out	m <sup>3</sup> /d	145
surnatanti		m <sup>3</sup> /d	505
P-PO <sub>4</sub>		mg/l	2
LP-PO <sub>4</sub>		Kg/d	1,01
<b>Centrifuga</b>			
fanghi ingr		m <sup>3</sup> /d	145
TS		%	3
fanghi disidratati		%	25
Qfanghi ispessiti		m <sup>3</sup> /d	17,4
Qsurnatanti		m <sup>3</sup> /d	128
P-PO <sub>4</sub>		mg/l	65
LP-PO <sub>4</sub>		Kg/d	8,3
<b>LP-PO<sub>4</sub> surnatanti tot</b>		Kg/d	9,80

I fanghi di depurazione ammontano a circa 3800 t/y, il loro contenuto in secco ed in secco volatile è costante 20-21%TS e 68-69%TVS/TS. In realtà sorprende che il contenuto in secco volatile sia così elevato dopo essere stati sottoposti a digestione anaerobica.

**Tabella 6-39 Fanghi di depurazione – base 2008-2009**

	Fanghi t.q.	TS	TVS/TS
	ton/y	%	%
2008	3842	20,8	68,3
2009	4299	20,0	69,4
2010	3472	20.5	69.5

#### 6.14 I consumi energetici

L'impianto ha consumi energetici assoluti e specifici sostanzialmente costanti nel triennio considerato.

Il consumo energetico specifico risulta contenuto ed è riferito alla portata trattata.

**Tabella 6-40 Consumi energetici**

Anno	EE	Portata	EEspecifico	AE base COD	EE Specifico
	MWh	m3/y	kWh/m3		Wh/AE/d
2008	3045	14225071	0,214	134640	62
2009	3435	14123064	0,243	128144	73
2010	3227	13782222	0,234	113300	78

#### 6.15 Il bilancio di massa dell'azoto

Dai risultati analitici e dai parametri di gestione dell'impianto di Cuneo è possibile calcolare il bilancio di massa in azoto. In particolare a fronte di un ingresso medio annuo (riferimento 2008) di 40,2 mg/l di Ntot, si ha un carico di massa pari a 1572 KgNtot/d. A questo fa riscontro una uscita di 634 KgNtot/d con l'effluente principale, per cui si ha in linea acque una rimozione di 938 Kg/d dovuta ai fanghi di depurazione ed alla denitrificazione, di circa il 60% . La quantità di azoto rimossa (938 KgN/d -Tabella 6-41) è dovuta principalmente alla denitrificazione ( 72%) e solo per il 28% ai fanghi di depurazione.

**Tabella 6-41 Bilancio di massa in azoto (2008)**

	sigla	u.m.			
Carico di massa influente	Lntotin	Kg/d	1572		
Carico di massa effluente	Lntotout	Kg/d	634		
Ntotout		mg/l	16		
Portata media annuale		m3/d	39624		
Azoto rimosso		Kg/d	938		
<b>Azoto rimosso per denitrificazione</b>		<b>Kg/d</b>	<b>672</b>	<b>E%</b>	<b>72</b>
<b>Azoto rimosso con i fanghi di depurazione</b>		<b>Kg/d</b>	<b>266</b>	<b>E%</b>	<b>28</b>
Percentuale di abbattimento	EN%	%	60		
<i>verifica sui fanghi di depurazione</i>					
fanghi smaltiti		t/y	8569		
		tTS/y	1782		
		tTVS/y	1217		
contenuto in secco		%TS	20,8		
		TVS/TS%	68,3		
contenuto di azoto		N%TS	5,45		
carico di azoto effluente	LNoutfanghi	Kg/d	266		

Un' analisi di maggiore dettaglio può essere condotta sulla speciazione dell'azoto effluente, ammettendo una presenza del 5,4% di N%TS nei fanghi in fuga dai sedimentatori secondari (Tabella 6-42); in definitiva risulta che ben il 96% dell'azoto presente nell'effluente principale è costituito da azoto solubile.

Partendo da questa situazione media annuale e guardando all'obiettivo limitante costituito da una rimozione dell' 80% dell'azoto influente, è necessario rimuovere ulteriori 320 KgN/d per uscire con 314 KgN/d. Nell'ipotesi di adottare la filtrazione finale dell'intero effluente, si ridurrebbe la presenza di TSS dagli attuali 12 mg/l ai futuri 7 mg/l (risultato inferiore al dato di targa per la filtrazione che è di 10 mg/l). Ciò significa che con i solidi intercettati con la filtrazione si avranno 11 Kg/d di Nparticolato, per cui è necessario rimuovere 309 anziché 320 KgNsolubile/d che saranno essenzialmente costituiti da N-NOx da denitrificare.

**Tabella 6-42 Speciazione dell'azoto (2008)**

<b>Analisi carico effluente N</b>		
TSSe	mg/l	12
N%TS	%	5,4
Qmn	m <sup>3</sup> /d	39600
LN <sub>totout</sub>	Kg/d	634
LN <sub>particolato effluente</sub>	KgN/d	26
N <sub>part out</sub>	mg/l	0,6
LN <sub>solub effluente</sub>	KgN/d	608
	%	96,0
<b>Obbiettivo</b>		
N <sub>totout</sub>	KgN/d	314
EN%	%	80
N <sub>totout da rimuovere</sub>	KgN/d	320
<b>Filtrazione</b>		
TSS <sub>out</sub>	mg/l	7
TSS rimosso	mg/l	5
N <sub>part rimosso</sub>	mgN/l	0,3
	KgN/d	10,7
N <sub>part residuo</sub>	mgN/l	0,4
	KgN/d	15,0
<b>Rimozione biologica</b>		
N-NO <sub>x</sub> da rimuovere	KgN/l	309

Infine, un ulteriore calcolo può essere effettuato per verificare la quantità di Nsolubile che viene ricircolato in testa impianto con i surnatanti dei pretrattamenti e di quelli anaerobici; i surnatanti sono già stati calcolati sulla base dei dati medi del periodo Gennaio 2008 – Giugno 2009, ma nell'ambito di uno scenario annuale viene riproposto l'intervallo di valori derivabili dalla gestione 2008. Ovviamente alcuni dati sono il risultato di analisi effettuate sporadicamente, pertanto i reali risultati sono subordinati ai valori effettivi di questi parametri. Ciononostante, si ritiene che i risultati globali ottenuti siano abbastanza in linea con i reali, quindi è possibile fare considerazioni conclusive. In particolare si può osservare (Tabella 6-43) come:

- tutti i surnatanti comportano un feedback in testa impianto di azoto solubile che ha un' incidenza del 9-10% sul N<sub>tot</sub> presente nelle acque reflue sollevate;
- i surnatanti della disidratazione meccanica fanghi concorrono per l' 80% in azoto solubile sul feedback totale dei surnatanti anaerobici;
- data la ridotta presenza di carbonio, si ritiene di non intervenire su questi flussi con un trattamento biologico dedicato.

**Tabella 6-43 Feedback di azoto con i surnatanti**

<b>Fanghi supero</b>	m3/d	350	350
MLSS	Kg/m3	4	4
<b>Ispessimento dinamico</b>			
Fanghi ispessiti TS	%	5	5
	Kg/m3	50	50
TVS	KgTVS/m3	35	35
	m3/d	42	42
Surnatanti	m3/d	308	308
Nsol	mg/l	1	1
	KgNtot/d	0,31	0,31
<b>Fanghi primari</b>	m3/d	640	640
contenuto in secco	Kg/m3	10	10
	kgTVS/m3	6,5	6,5
<b>Ispessimento statico</b>			
Fanghi ispessiti TS	Kg/m3	35	40
	KgTVS/m3	22,8	26
portata fanghi	m3/d	183	160
portata surnatanti	m3/d	457	480
Nsol	mg/l	70	70
	KgNtot/d	32,0	33,6
<b>Fanghi al digestore</b>			
portata totale al digestore	m3/d	225	202
Carico di massa al DAM	KgTS/d	8500	8500
	KgTVS/d	5630	5630
conc fanghi	KgTS/m3	37,8	42,1
	KgTVS/m3	25,0	27,9
<b>Digestato</b>			
carico di massa	KgTS/d	5967	5967
	KgTVS/d	3097	3097
E%TVS	%	45	45
portata	m3/d	225	202
contenuto in secco digestato	KgTS/m3	26,5	29,5
	KgTVS/m3	13,8	15,3
contenuto in secco fango	%TS	25	25
portata fango	m3/d	24	24
portata surnatanti	m3/d	201	178
Nsol nei surnatanti	Kg/m3	0,58	0,58
	Kg/d	116,6	103,3
Incidenza	%	7,4	6,6
Feedback Nsolubile			
Feedback Nsolubile	Kg/d	148,9	137,2
Incidenza	%	9,5	8,7

## 7 Controlli analitici mirati dell'azoto

In Giugno 2009 sono stati effettuati da Acda S.p.A. controlli analitici mirati per chiarire la speciazione del fosforo e dell'azoto, nonché il COD solubile a fine denitrificazione.

Il controllo dell'azoto nelle sue varie forme è stato eseguito:

- In linea acque ovvero:
  - In ingresso impianto - campione composito;
  - In uscita della sedimentazione primaria - campione medio;
  - In uscita impianto - campione medio.
- In linea fanghi ovvero:
  - nei surnatanti del preispessimento- campione istantaneo;
  - nei surnatanti dell'ispessimento dinamico fanghi – campione istantaneo;
  - nei surnatanti di centrifugazione del digestato - campione istantaneo.

### 7.1 Controllo in linea acque

Nel periodo di 15 giorni (dal 13 al 28 Giugno 2009) sono stati eseguiti campioni medi dell'influente, dell'uscita la sedimentazione primaria e l'uscita impianto, rispettando il delay time. I risultati analitici rivelano quanto segue (Tabella 7-1):

- L'azoto totale in ingresso ha una componente di Norg molto elevata (38-55%), fatto anomalo rispetto quanto verificato in reti di acque reflue urbane, che denuncia la presenza di scarichi di insediamenti produttivi-
- Esiste in ingresso un rapporto elevato TKN/N-NH<sub>4</sub> (intervallo 1,3 – 2,6) che data l'elevata estensione della rete conferma l'anomala presenza di azoto organico.
- La sedimentazione primaria comporta una rimozione di circa il 10% dell'ammoniaca e molto elevata dell'azoto organico (38-71% salvo un caso); ciò significa che l'azoto organico influente è particolato, ovvero associato a solidi sedimentabili. Come ultima conseguenza a quanto sopra osservato, anche l'N<sub>tot</sub> viene rimosso in percentuale variabile ma elevata (30-43% salvo un caso).
- In uscita impianto si misura una concentrazione di azoto organico variabile da 2,3 a 5 mg/l, nettamente superiore a quella normalmente osservata in impianti per il trattamento di acque reflue urbane. Tale forma è da ritenere solubile per la bassa concentrazione di solidi sospesi effluenti; ovviamente l'effluente impianto contiene come forma principale azoto nitrico per la limitata denitrificazione che realizza l'impianto.
- In termini di prestazionali globali l'impianto **non arriva mai** al limite di rimozione richiesto (80%) in quanto l' E%N<sub>tot</sub> oscilla da 62,5 a 75,5%; **il limite di N<sub>tot</sub> 10 mg/l viene più facilmente raggiunto, ovvero nel 42% dei casi.**

P0137-PR-GE-TX-01\_00 – Relazione di progetto

<b>INGRESSO</b>	dalle 19,00 del 13/06 alle 19,00 del 14/06	dalle 19,00 del 14/06 alle 19,00 del 15/06	dalle 19,00 del 17/06 alle 19,00 del 18/06	dalle 19,00 del 20/06 alle 19,00 del 21/06	dalle 19,00 del 22/06 alle 19,00 del 23/06	dalle 19,00 del 24/06 alle 19,00 del 25/06	dalle 19,00 del 27/06 alle 19,00 del 28/06
NH4+ (mg/l)	18,6	23,2	26,4	14,4	26,4	22,1	19,1
N-NO2 (mg/l)	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
N-NO3 (mg/l)	0,5	0,5	0,8	0,5	0,5	0,5	0,6
N tot (mg/l)	33,2	39,4	47,4	30,1	42,0	28,8	34,9
Norg	18,1	20,8	26,0	18,4	20,9	11,1	19,4
Norg/Ntot	54,7	52,7	54,9	61,0	49,8	38,4	55,5
TKN/N-NH4	2,3	2,2	2,3	2,6	2,0	1,6	2,3
<b>DOPO SEDIMENTAZIONE</b>	dalle 22,00 del 13/06 alle 22,00 del 14/06	dalle 22,00 del 14/06 alle 22,00 del 15/06	dalle 22,00 del 17/06 alle 22,00 del 18/06	dalle 22,00 del 20/06 alle 22,00 del 21/06	dalle 22,00 del 22/06 alle 22,00 del 23/06	dalle 22,00 del 24/06 alle 22,00 del 25/06	dalle 22,00 del 27/06 alle 22,00 del 28/06
NH4+ (mg/l)	16,7	19,9	23,7	11,8	23	18,8	16,6
N-NO2 (mg/l)	0,05	0,06	0,02	0,03	0,03	0,02	0,04
N-NO3 (mg/l)	0,9	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	1,3
N tot (mg/l)	19,65	27,45	29,75	21,1	29,4	26,1	19,85
Norg	5,7	11,4	10,7	11,4	11,0	11,0	5,6
Norg/Ntot	29,1	41,6	36,0	54,0	37,4	42,0	28,2
TKN/N-NH4	1,4	1,7	1,6	2,2	1,6	1,7	1,4
E%NH4	10,2	14,2	10,2	18,1	12,9	14,9	13,1
E%Norg	68,5	45,0	58,9	38,0	47,5	0,9	71,1
E%Ntot	40,7	30,3	37,2	29,9	30,0	9,4	43,1
<b>USCITA</b>	dalle 8,00 del 14/06 alle 8,00 del 15/06	dalle 8,00 del 16/06 alle 8,00 del 17/06	dalle 8,00 del 17/06 alle 8,00 del 18/06	dalle 8,00 del 21/06 alle 8,00 del 22/06	dalle 8,00 del 23/06 alle 8,00 del 24/06	dalle 8,00 del 25/06 alle 8,00 del 26/06	dalle 8,00 del 27/06 alle 8,00 del 28/06
NH4+ (mg/l)	0,3	0,9	0,2	0,3	0,2	1,1	0,1
N-NO2 (mg/l)	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1
N-NO3 (mg/l)	6,8	6,5	8,8	5,9	8,0	4,8	6,4
N tot (mg/l)	9,9	12,3	11,5	9,1	12,9	10,8	9,9
Norg	2,8	4,9	2,3	3,0	4,5	5,0	3,4
E%Norg	84,8	76,2	91,1	83,9	78,3	54,9	82,7
E%Ntot	70,3	68,8	75,7	69,8	69,3	62,5	71,6

Tabella 7-1 Analisi in linea acque dell'azoto

## 8 Adeguamento dell'impianto - Dati a base progetto

I dati a base progetto dello stato riformato (Tabella 8-1) vengono calcolati sulla base di una potenzialità immutata rispetto l'attuale (185.000 AE), tuttavia vengono introdotte alcune assunzioni per rendere l'influente di caratteristiche pari a quelle riscontrate nella gestione tecnica:

- il coefficiente di punta secca 1,2 è dedotto dall'analisi delle portate orarie in ingresso impianto nei periodi di secco certo;
- il coefficiente di infiltrazione globale è assunto essere 1,2; ciò comporta un ingresso di acqua di infiltrazione pari a 7400 m<sup>3</sup>/d (308 m<sup>3</sup>/h) ed una portata media nera effettiva di 1850 m<sup>3</sup>/h contro i 1542 m<sup>3</sup>/h della portata media nera. In tal modo però le concentrazioni dei principali macroinquinanti in ingresso impianto sono pari a quelle medie di rete, assumendo i fattori di carico unitario noti nella letteratura di settore; in definitiva i dati a base progetto sono in linea con la realtà;
- la portata massima al sollevamento in tempo di pioggia viene stabilita pari a 5 volte la portata media nera, come disposto dal art. 4 del DPGR 16.12.2008 n 17/R;
- La portata massima al biologico viene assunta pari a 2 volte la portata media nera, come disposto dall' art. 4 del DPGR 16.12.2008 n 17/R;

**Tabella 8-1 Dati a base progetto – adeguamento**

AE		185000						
Temperatura minima	°C	12						
fognatura	tipo	mista						
AE totali		185000						
<b>Portate</b>								
D.I.	l/AE d	250						
ALFA		0,8						
Qmn globale	m <sup>3</sup> /d	37000	m <sup>3</sup> /h	1542				
Coeff. Infiltr. globale		1,2						
Q infiltrazione	m <sup>3</sup> /d	7400	m <sup>3</sup> /h	308				
Qmn effettiva	m <sup>3</sup> /d	44400	m <sup>3</sup> /h	1850				
Coeffic. punta secca		1,2						
Qp punta secca			m <sup>3</sup> /h	2158				
Qmax pioggia	5 Qmn		m <sup>3</sup> /h	7708				
Qmax al biologico	2 Qmn		m <sup>3</sup> /h	3083				
<b>Fattori</b>	<b>di carico</b>		<b>Carichi</b>			<b>Concentrazioni</b>		
						Parametro	u.m.	
Fcu	gBOD5/AE d	60	LBOD5	Kg/d	11100	BOD5	mg/l	250
Fcu	gCOD/AE d	120	LCOD*	Kg/d	22200	COD	mg/l	500
Fcu	gNtot/AE d	12	LNtot	Kg/d	2220	Ntot	mg/l	50
Fcu	gPtot/AE d	0,9	Lptot**	Kg/d	167	Ptot	mg/l	3,8
Fcu	gTSS/AE d	60	LTSS	Kg/d	11100	TSS	mg/l	250

## 9 Limiti allo scarico

I limiti allo scarico per i nutrienti sono stati fissati dalla Regione Piemonte con DGR 7-10588 del 19 Gennaio 2009 e sono riassunti in Tabella 9-1.

**Tabella 9-1 Limiti allo scarico**

		Ntot	Ptot
Concentrazione	mg/l	≤10	≤ 1,0
Prestazioni	%	≥80	≥80

Pertanto l'impianto, nello stato riformato, avrà i limiti allo scarico secondo le seguenti tabelle:

1. Per COD, BOD5 e TSS i limiti esposti in Tab. 1 dell' All.5 della parte terza della L.152/2009 e s.s.m.;
2. Per i nutrienti i limiti sopra esposti;
3. Per tutti gli altri parametri i valori previsti nella Tab. 3 scarico in corpi d'acqua superficiali dell' All.5 della parte terza della L.152/2009 e s.s.m.;

### 9.1 Considerazioni sul conseguimento dei limiti allo scarico per l'azoto

Un' analisi può essere effettuata utilizzando i valori di Ntotin misurati al sollevamento dell'impianto di Cuneo, anche se tali analisi non sono state condotte con regolare frequenza nel 2008. L'Ntotin misurato può essere usato per il calcolo delle prestazioni, mentre la concentrazione di Ntot out può essere valutata utilizzando le migliori tecnologie di rimozione biologica dell'azoto e la filtrazione dell'effluente finale; queste permettono di raggiungere le seguenti concentrazioni:

- N-NH<sub>4</sub> 0,1 mg/l;
- N-NO<sub>2</sub> 0,1 mg/l;
- Norganico particolato 0,5 mg/l;
- azoto organico solubile pari a quello misurato in uscita impianto, ovvero 2,5 mg/l.

Per quanto riguarda la concentrazione degli N-NO<sub>3</sub> nell'effluente impianto, questa deve essere ipotizzata di 4 mg/l; solo in tal modo è possibile arrivare ad una concentrazione di Ntot out di 7,2 mg/l indipendentemente dal valore registrato al sollevamento. **Ciò permette sia la conformità al limite in concentrazione che quella in prestazioni;** infatti al 50 esimo percentile, l'efficienza di rimozione dell'azoto totale è pari al 81% ed al 99esimo percentile è 88.25%. In tal modo si rispetta il limite di E%Ntot >80% come media annua (Tabella 9-2).

Situazioni analoghe si ottengono estendendo l'analisi al Ntot in ingresso misurato nel 2009 (Tabella 9-3) e 2010 (Tabella 9-4).

**Nel valore di N-NO<sub>3</sub> massimo da dover raggiungere ( 4 mg/l)** sta tutta la difficoltà degli interventi da prevedere, in quanto difficilmente i processi di rimozione tradizionali permettono tali prestazioni; in aggiunta la filiera dei processi che compongono la linea acque dell'impianto di Cuneo sottrae carbonio limitando le prestazioni della denitrificazione. Infine, il processo di predenitrificazione nitrificazione, presente nello stato di fatto, segue un'ingegneria di processo che non può arrivare a valori di Nitrati così bassi come quelli richiesti.

**Tabella 9-2 Abbattimenti potenziali dell'azoto – base 2008**

Percentile	Ntotin	N-NO2	Norga sol	Norg particolato	N-NH4	N-NO3	Ntot	E%
	mg/l	mg/l	mg/l	Mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	%
0,1	29	0,1	2,5	0,5	0,1	4	7,2	75,26
0,2	32	0,1	2,5	0,5	0,1	4	7,2	77,64
0,3	33	0,1	2,5	0,5	0,1	4	7,2	78,26
0,4	36	0,1	2,5	0,5	0,1	4	7,2	79,83
0,5	38	0,1	2,5	0,5	0,1	4	7,2	81,10
0,6	41	0,1	2,5	0,5	0,1	4	7,2	82,52
0,7	45	0,1	2,5	0,5	0,1	4	7,2	83,82
0,8	50	0,1	2,5	0,5	0,1	4	7,2	85,63
0,9	54	0,1	2,5	0,5	0,1	4	7,2	86,70
0,99	61	0,1	2,5	0,5	0,1	4	7,2	88,25

**Tabella 9-3 Abbattimenti potenziali dell'azoto – base 2009**

Percentile	Ntotin	N-NO2	Norga sol	Norg particolato	N-NH4	N-NO3	Ntot	E%
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	%
0,1	30,1	0,1	2,5	0,5	0,1	4,0	7,2	76,1
0,2	34,8	0,1	2,5	0,5	0,1	4,0	7,2	79,3
0,3	35,9	0,1	2,5	0,5	0,1	4,0	7,2	79,9
0,4	37,2	0,1	2,5	0,5	0,1	4,0	7,2	80,6
0,5	40,8	0,1	2,5	0,5	0,1	4,0	7,2	82,3
0,6	42,5	0,1	2,5	0,5	0,1	4,0	7,2	83,1
0,7	43,6	0,1	2,5	0,5	0,1	4,0	7,2	83,5
0,8	47,0	0,1	2,5	0,5	0,1	4,0	7,2	84,7
0,9	49,3	0,1	2,5	0,5	0,1	4,0	7,2	85,4
0,99	59,1	0,1	2,5	0,5	0,1	4,0	7,2	87,8

**Tabella 9-4 Abbattimenti potenziali dell’azoto – base 2010**

Percentile	Ntotin	N-NO2	Norga sol	Norg particolato	N-NH4	N-NO3	Ntot	E%
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	%
0,1	25,7	0,1	2,5	0,5	0,1	4,0	7,2	72,0
0,2	28,9	0,1	2,5	0,5	0,1	4,0	7,2	75,1
0,3	31,3	0,1	2,5	0,5	0,1	4,0	7,2	77,0
0,4	32,8	0,1	2,5	0,5	0,1	4,0	7,2	78,1
0,5	34,5	0,1	2,5	0,5	0,1	4,0	7,2	79,1
0,6	36,8	0,1	2,5	0,5	0,1	4,0	7,2	80,5
0,7	38,8	0,1	2,5	0,5	0,1	4,0	7,2	81,4
0,8	40,9	0,1	2,5	0,5	0,1	4,0	7,2	82,4
0,9	46,4	0,1	2,5	0,5	0,1	4,0	7,2	84,5
0,99	53,4	0,1	2,5	0,5	0,1	4,0	7,2	86,5

## 10 La verifica dimensionale dell’impianto

### 10.1 Verifica della linea acque

La verifica viene condotta per la sola linea acque sulla base dei dati a base del progetto di ampliamento (Tabella 10-1). La verifica viene condotta calcolando i parametri operativi delle principali operazioni unitarie e confrontandoli con quelli di letteratura.

**Tabella 10-1 Dati a base verifica**

AE	Qmn eff	Qp secca	Qmax al sollevamento	Qmax biologico
	m3/h	m3/h	m3/h	m3/h
185000	1850	2158	7708	3083

In particolare risulta che :

- La stazione di sollevamento ha una criticità dovuta ad una portata massima sollevabile pari a quattro volte la Qmn, deve essere quindi adeguata alla portata massima di progetto;
- La desabbiatura è ben strutturata nel senso che alla Qmax in pioggia ha un tempo di ritenzione di 5,6 secondi, quindi adeguato al trattamento;
- La sedimentazione primaria non opera con parametri conformi alla letteratura e rivela criticità se effettua la produzione di fanghi misti alla portata massima di pioggia, infatti il Cis alla Qmax sollevabile in impianto è di  $90 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ /d}$ , superiore ai  $56 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ /d}$  consigliati. In conclusione i sedimentatori primari debbono essere gestiti come sedimentatori primari puri, ovvero l’intera

portata dei fanghi di supero biologici deve essere trattata nell'ispessitore dinamico; in tal caso a fronte di un Cis di picco tollerabile di  $100 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ /d}$ , qualsiasi portata influente non dovrebbe determinare problemi gestionali.

- Il processo DN è ben dimensionato in quanto prevede volumetrie adeguate (184 e 130 l/AE in base ai carichi di massa influenti il biologico ed agli AE corrispondenti) per effettuare i processi di rimozione biologica dell'azoto; inoltre gli HRT nominali alle diverse portate sono congrui con valori consolidati;

**Tabella 10-2 Parametri operativi del processo biologico**

	AE	Vtot	Vol specifica	HRT alla Q <sub>mn</sub>	HRT alla Q <sub>max</sub> biolo
	num	m <sup>3</sup>	l/AE	h	h
base COD	111000	20400	184	11,0	6,6
base N <sub>tot</sub>	157250	20400	130	11,0	6,6

- Le dotazioni del processo biologico in termini di fornitura di aria sono congrue alle attese infatti si possono sintetizzare le principali richieste a valori nettamente soddisfatti dalla dotazioni esistenti

**Tabella 10-3 Dotazioni in fornitura di aria del processo biologico**

<b>Carichi influenti</b>	Equazione	u.m.	valore	u.m.	valore
Portata media nera		m3/h	1850	m3/d	44393
Portata media nera effettiva		m3/h	1850	m3/d	44393
Coefficiente di punta			1,2		
Portata di punta secca		m3/h	2158		
Portata massima di pioggia		m3/h	3083		
Portata massima sollevata in impianto		m3/h	7708		
<b>Carichi di massa influenti totali</b>	Equazione	u.m.	7708	equazione	valore
COD	LCODin	Kg/d	13320		
BOD5	LBOD5	Kg/d	8103	Kg/h	337,6
Ntot	Lntotin	Kg/d	1887		
Ptot	Lptot	Kg/d	150		
TSS	LTSS	Kg/d	5883		
AE			44880		
<b>concentrazione di saturazione dell'ossigeno disciolto</b>		Temperatura (°C)	OD (mg/l)		
salinità (g/l)	0,5	10	11,33		
pressione (mmHg)	760	15	10,15		
		20	9,17		
		23	8,68		
		24	8,53		
<b>O2 DA fornire intero impianto</b>					
<b>Calcolo dell'ossigeno teorico in condizioni medie</b>	$O2t=(LBOD * E * 0,5 + Kd * XV * TVS / TS + 4,57 * L_{nitrif} - 2,7 * L_{den} \text{ min})$	Kg/h	537,6		
Carico orario in BOD5	LBOD5r	Kg/h	326,3		
	LBOD	Kg/h	479,9		
Rimozione del BOD	E		0,98		
Kd		h-1	0,0025		
X	MLVSS	Kg/m3	3,4		
V		m3	12411		
Carico di azoto da nitrificare	$L_{ntotin} - LN - Noxin - (XV / SRT * N \% TS)$	Kg/h	74,0		

Carico di azoto denitrificato	Lndenitrificato minimo	Kg/h	51,8	
percentuale di denitrificazione		%	70,0	
<b>Calcolo dell'ossigeno teorico in condizioni di punta secca</b>	$O2t=(LBOD * E * 0,5 * fp + Kd * XV * TVS / TS + (4,57 * Lnnitri - 2,7 * Lden * min) * fp)$	KgO2/h	624,3	
<b>Calcolo della portata di aria pratica alla Qmn ed a 15°C</b>	$O2tp/[SOTE * 0,28 * a * F] (Cs20 / (bCw - C) [1 / 1,024^{(T-20)}])$	m3/h	19134	
Efficienza di trasferimento standard dell'ossigeno alla sommergenza di progetto	SOTE	%	26,1	
alfa	fattore di correzione del trasferimento di ossigeno	□	0,5	
Concentrazione di saturazione in acqua pulita alla Pressione e cond di esercizio	Cw	mg/l	10,15	
beta	fattore di correzione della salinità e della tensione superficiale	□	0,98	
Concentrazione di saturazione dell'acqua pulita a 20°C ed 1 atm	Cs20	mg/l	9,17	
Concentrazione dell'OD alle condizioni del processo	C	mg/l	2	
	Temperatura	°C	15	
<b>Calcolo della portata di aria pratica alla Qmn ed alla max temperatura</b>	$O2tp/[SOTE * 0,28 * a * F] (Cs20 / (bCw - C) [1 / 1,024^{(20-)}])$	m3/h	19332	
Efficienza di trasferimento standard dell'ossigeno alla sommergenza di progetto	SOTE	%	26,1	
alfa	fattore di correzione del trasferimento di ossigeno	□	0,5	
Concentrazione di saturazione in acqua pulita alla Pressione e cond di esercizio	Cw	mg/l	8,68	
beta	fattore di correzione della salinità e della tensione superficiale	□	0,98	
Concentrazione di saturazione dell'acqua pulita a 20°C ed 1 atm	Cs20	mg/l	9,17	
Concentrazione dell'OD alle condizioni del processo	C	mg/l	2	
	Temperatura massima	°C	23	

<b>Calcolo della portata di aria pratica alla punta secca a 15°C</b>	$O2tp/[SOTE*0,28* a*F] (Cs20/(bCw-C) [1/1,024 ^{(t-20)}])$	m3/h	22219		
Efficienza di trasferimento standard dell'ossigeno alla sommergenza di progetto	SOTE	%	26,1		
alfa	fattore di correzione del trasferimento di ossigeno	□	0,5		
Concentrazione di saturazione in acqua pulita alla Pressione e cond di esercizio	Cw	mg/l	10,15		
beta	fattore di correzione della salinità e della tensione superficiale	□	0,98		
Concentrazione di saturazione dell'acqua pulita a 20°C	Cs20	mg/l	9,17		
Concentrazione dell'OD alle condizioni dle processo		mg/l	2		
	Temperatura	°C	15		
<b>Calcolo della portata di aria pratica alla punta secca ed alla max temperatura</b>	$O2tp/[SOTE*0,28* a*F] (Cs20/(bCw-C) [1/1,024 ^{(T-20)}])$	m3/h	22449		
Efficienza di trasferimento standard dell'ossigeno alla sommergenza di progetto	SOTE	%	26,1		
alfa	fattore di correzione del trasferimento di ossigeno	□	0,5		
Concentrazione di saturazione in acqua pulita alla Pressione e cond di esercizio	Cw	mg/l	8,68		
beta	fattore di correzione della salinità e della tensione superficiale	□	0,98		
Concentrazione di saturazione dell'acqua pulita a 20°C	Cs20	mg/l	9,17		
Concentrazione dell'OD alle condizioni dle processo		mg/l	2		
	Temperatura massima	°C	23		

- **I sedimentatori secondari sono i più critici** in quanto mostrano condizioni operative che denunciano un pesante sovraccarico idraulico. Il loro dimensionamento, in periodi in cui la rimozione dei nutrienti era abbastanza remota, ne giustifica le dimensioni; ciò non toglie che allo stato di progetto l'impianto non è in condizioni di lavorare le portate sollevate al biologico. Come valore massimo di carico idraulico superficiale, quindi alla portata massima al biologico, si assume  $0.7 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ , tenuto conto anche delle decisioni della Regione Veneto che per i nuovi impianti ha prescritto l'utilizzo di . In realtà, le condizioni sempre ***più balcose*** a cui lavorano gli impianti ad alte prestazioni nella rimozione biologica dei nutrienti, consigliano di dimensionare i sedimentatori secondari con carichi idraulici molto bassi e battenti allo stramazzo di almeno tre metri. Pertanto i sedimentatori secondari verranno integrati dagli attuali tre ai futuri cinque e costruiti conformemente alle nuove direttive per operare efficacemente.

**Tabella 10-4 Parametri operativi dei nuovi sedimentatori secondari**

stato	vasche		diametro	battente allo stramazzo	Superficie totale	Cis alla Q <sub>mn</sub>	Cis alla Q <sub>p</sub>	Cis alla Q <sub>max biol</sub>
	num	Tipo	m	m	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h
attuale	3	Circolari	34	2,8	2724	0,68	0,79	1,13
futuro	5	Circolari	34	3-3,2	4540	0,41	0,48	0,68

- La filtrazione esistente è limitata nella portata massima che può trattare, quindi deve essere integrata;
- La disinfezione rispetta un tempo di contatto di 0.5 h alla Q<sub>mn</sub>, in quanto l'effluente i tre sedimentatori secondari esistenti verrà in parte filtrato e sottoposto a disinfezione per UV. Per la parte eccedente si realizzerà una nuova filtrazione effettuando anche il trattamento di disinfezione con acido peracetico. Per l'effluente i due nuovi sedimentatori, si costruirà una nuova vasca di filtrazione e disinfezione.

### 10.1.1 Controllo in linea fanghi

Il controllo in linea fanghi è stato condotto sui diversi tipi di surnatanti prodotti (Tabella 10-5).

Le analisi evidenziano una presenza di 450 mg/l di N-NH<sub>4</sub> nei surnatanti di centrifugazione, dovuto alla degradazione anaerobica dei TVS, con conseguente rilascio dell'azoto; in realtà la concentrazione è minore di quella normalmente misurata e ciò può essere indice di una digestione anerobica con limitata rimozione dei TVS.

I surnatanti di pre-ispessimento presentano concentrazioni praticamente nulle nell'ispessimento dinamico e pari a 55 mgN-NH<sub>4</sub>/l nello statico.

La quantificazione del ritorno in testa impianto di azoto solubile viene eseguita al paragrafo *Bilancio di massa in azoto*, tenendo conto dei risultati analitici esposti.

**Tabella 10-5 Controllo dell'azoto in linea fanghi**

	N-NH <sub>4</sub>
	mg/l
surnatante ispessitore statico	55
surnatante ispessitore dinamico	0,32
surnatante centrifuga	451

## 11 I processi di rimozione dell'azoto – simulazioni di processo

Per individuare gli interventi più opportuni sul processo biologico, si effettuano le seguenti simulazioni di processo e di prestazioni, tramite i seguenti assunti.

- L'influente ha le portate e le caratteristiche chimico fisiche riportate in Tabella 11-1;
- La ripartizione del carbonio viene assunta come riportato in Tabella 11-2;
- I parametri operativi e le portate di ricircolo nonché i volumi dei reattori, sono riassunti in Tabella 11-3. Come si può notare, lo scenario A riguarda la simulazione con il processo biologico;
- Le simulazioni vengono condotte alla temperatura minima di 12°C e massima di 20°C ;
- Per aumentare le prestazioni in alcune simulazioni, viene usato un secondo influente costituito da un reagente ad alto contenuto in carbonio (RBCOD 250 Kg/m<sup>3</sup>);
- La concentrazione di biomasse viene determinata dal modello;
- Si utilizza il modello ASM n.3 (Activated Sludge Model n.3).

**Tabella 11-1 Caratteristiche fisiche e chimico-fisiche dell'influenza l' impianto biologico**

		Carichi	E%
LBOD5	Kg/d	8103	27
LTSS	Kg/d	5883	47
LNtot	Kg/d	1887	15
LCOD	Kg/d	13320	40
Lptot	Kg/d	150	10
AE	n	111000	
		157250	
		<b>Concentrazioni</b>	
BOD5	mg/l	182,5	
TSS	mg/l	132,5	
Ntot	mg/l	42,5	
COD	mg/l	300	
N-NH4	mg/l	31	
COD/Ntot		7,1	
COD/N-NH4		9,7	
Ntot/N-NH4		1,4	
		<b>Portate</b>	
Qmn	m3/d	44400	
Qfanghi primari misti	m3/d	-640	
Q surnatanti anaerobici	m3/d	633	
Qmn ingresso biologico	m3/d	44393	m3/h 1850
Qp secca			m3/h 2158
Qmax biologico			m3/h 3083

**Tabella 11-2 Ripartizione percentuale del carbonio influente**

Speciazione COD	%	mg/l
RBCOD	14	42
SBCOD	69	207
NBCODp	7	21
NBCODs	10	30
Totale	100	300

**Tabella 11-3 Ripartizione dei flussi e dei volumi**

			Scenario A
Parm operativi	Qmn	m3/d	44393
	Qric	m3/d	43200
	Qma	m3/d	94200
	SRT	d	variabile
	T min	°C	12
	Tmax	°C	20
Denitro	CSTR1	m3	2867
	CSTR2	m3	2867
	CSTR3	m3	2867
	<b>Tot</b>	<b>m3</b>	<b>4800</b>
Nitro	CSTR4	m3	3100
	CSTR5	m3	3100
	CSTR6	m3	3100
	CSTR7	m3	3100
	<b>Tot</b>	<b>m3</b>	<b>12410</b>
Sedimentatore secondario		m3	13000

Risultati di simulazione (Tabella 11-4)

- Sono state eseguite tre simulazioni nel periodo invernale A1-A3 e tre simulazioni per periodo estivo A4 A6, tutte corrispondenti a Ntot 50 mg/l nell'influente di rete;
- Tutte le simulazioni vengono effettuate usando tutte le cinque linee parallele della denitrificazione e della nitrificazione;
- I ricircoli sono al massimo del possibile, ovvero si opera con una portata di ricircolo totale pari a circa 137000 m<sup>3</sup>/d, nelle simulazioni A3 e A6 si usano ricircoli aumentati a 167000 m<sup>3</sup>/d;
- Tutte le simulazioni mostrano un'ossidazione quasi totale dell'ammoniaca ma una ridotta denitrificazione, in particolare le simulazioni A1 e A4 sono condotte senza utilizzare carbonio esterno, ciò comporta una uscita di N-NOx che oscilla da 11 a 12 mg/l in quanto non esiste adeguato carbonio per sostenere una denitrificazione elevata,
- L'aggiunta di una sorgente esterna di carbonio nella sezione di denitrificazione (simulazioni A2 e A5) pari a 10 m<sup>3</sup>/d e corrispondente a 2 ton/d di RBCOD, permette di effettuare una denitrificazione maggiore con un effluente rispettivamente a 8,3 e 8,4 mg/l di N-NOx;
- L'aumento dei ricircoli a 167000 m<sup>3</sup>/d e del carbonio esterno a 15 m<sup>3</sup>/d (corrispondente a 3 ton/d di RBCOD) permettono una ulteriore riduzione attestandosi a 7,3 E 6,9 mg/l di N-NOx;
- In termini di contenuto di azoto nell'effluente impianto (Tabella 11-5) sono soddisfatti i limiti in concentrazioni ed in prestazioni solo nelle simulazioni A3 ed A6, mentre non è sufficientemente garantito il limite in prestazioni (E% Ntot 80%).

**Le principali conclusioni sono le seguenti:**

- Il processo di predenitrificazione nitrificazione con le dotazioni attuali opera con una significativa riduzione degli N-NOx effluenti solo ricorrendo all'ausilio di carbonio esterno ed utilizzando tutte le volumetrie a disposizione (cinque linee di denitrificazione e cinque denitrificazione);
- I risultati raggiungibili non si ritengono idonei per operare con un adeguato margine di sicurezza e si ritiene indispensabile implementare i processi biologici per raggiungere prestazioni migliori.

**Tabella 11-4 Simulazioni scenario A – Processo DN**

Portata media nera (Q <sub>mn</sub> )	m3/d	44393	44393	44393	44393	44393	44393
Portata di ricircolo (Q <sub>ric</sub> )	m3/d	43200	43200	43200	43200	43200	43200
Portata secondo influente	m3/d	0	10	10	0	10	15
Processo		DN	DN	DN	DN	DN	DN
Q <sub>ma</sub>	m3/d	94200	94200	124000	94200	94200	124000
T	°C	20	20	20	12	12	12
SRT	d	14	14	14	14	14	14
<b>VOLUMETRIE</b>							
CSTRI-III	m3	2867	2867	2867	2867	2867	2867
CSTR4-7	m3	3100	3100	3100	3100	3100	3100
Vsedimentatore secondario	m3	13000	13000	13000	13000	13000	13000
<b>REATTORE</b>							
MLSS	mg/l	2432	2752	2759	2924	3333	3533
Richiesta Totale O <sub>2</sub>	Kg/h	470	526	518	448	448	502
<b>Uscita</b>							
P04out	mg/l	2,00	2	2	2	2	2
N-NH <sub>4</sub> out	mg/l	0,10	0,1	0,1	0,4	0,4	0,5
N-NO <sub>x</sub> out	mg/l	11,00	8,3	7,3	12	8,4	6,9
COD	mg/l	30,00	30	30	30	30	30

**Tabella 11-5 Sintesi delle simulazione scenario A\***

simulazione	N <sub>totin</sub>	N <sub>totout</sub>	E
	mg/l	mg/l	%
A1	50	13,60	72,8
A2	50	10,9	78,2
A3	50	9,9	80,2
A4	50	14,9	70,2
A5	50	11,3	77,4
A6	50	9,9	80,2

\*Norg 2,5 mg/l

### Simulazione dello scenario B

Lo scenario B vuole simulare le prestazioni ottenibili con uno stadio di post denitrificazione al quale inviare l'effluente di due delle cinque linee di predenitrificazione post denitrificazione. Questo viene scelto perché:

- è necessario realizzare a ridosso della nitrificazione due nuovi sedimentatori secondari;
- l'attuale profilo idraulico non permette di trattare in post denitrificazione il mixed liquor della terza e quarta linea per poi inviarlo ai vecchi sedimentatori;
- dati i ristretti spazi disponibili non è possibile realizzare una vasca di post denitrificazione di grande volume.

Pertanto le simulazioni vengono condotte utilizzando una vasca di 2400 m<sup>3</sup> di volume utile organizzata in tre CSTR dei quali due del volume individuale di 900 m<sup>3</sup> sono destinati alla denitrificazione ed il terzo, di 600 m<sup>3</sup>, ad ossidazione finale. Ovviamente il processo viene effettuato solo tramite aggiunta di carbonio esterno.

I risultati di simulazione (Tabella 11-6) permettono di ottenere un effluente finale che ha una concentrazione molto bassa di N-NOx sia in estate che in inverno, per cui l'effluente medio soddisfa con buona sicurezza il limite di legge per l'azoto (Tabella 11-7).

**Tabella 11-6 Risultati di simulazione del processo DN-Post denitro**

		<b>Due linee a post</b>	<b>due linee post</b>
Portata media nera (Qmn)	m3/d	17760	17760
Portata di ricircolo (Qric)	m3/d	17280	17280
Portata secondo influente	m3/d	6	7
Portata sec. influente	m3/d	6 in reatt 7	reatt 7
Qma	m3/d	37680	37680
<b>VOLUMETRIE</b>			
T	°C	20	12
SRT	d	14	17
<b>VOLUMETRIE</b>			
CSTRI-III	m3	1147	1147
CSTR4-6	m3	1653	1653
CSTR7	m3	900	900
CSTR8	m3	900	900
CSTR 9	m3	600	600
Sedimentatore secondario	m3	5200	5200
<b>REATTORE</b>			
<b>MLSS</b>	<b>mg/l</b>	<b>2364</b>	<b>3293</b>
<b>Richiesta O2 Post denitro</b>	<b>Kg/h</b>	<b>13</b>	<b>14</b>
<b>Uscita</b>			
N-NH4out	mg/l	0,1	0,3
N-NO3 out	mg/l	1,0	1,1
COD	mg/l	30,0	30,0

**Tabella 11-7 Ricostruzione del Ntot nell'effluente medio**

LINEA	Ntotin	N-NOx	N-NH4	N-org	Ntot	Entot
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	%
1	50	1,1	0,3	2,5	3,9	92,2
2	50	1,1	0,3	2,5	3,9	92,2
3	50	7	0,5	2,5	10	80,0
4	50	7	0,5	2,5	10	80,0
5	50	7	0,5	2,5	10	80,0
Media						84,9

Ovviamente il processo determina un consumo di carbonio, ma per le due linee sottoposte anche a post denitrificazione, il carbonio deve essere dosato solamente nella post denitrificazione in misura pari a 0,75 tCOD/d per linea, il che porta il consumo totale di carbonio esterno a 3,3 – 3,5 tCOD/d per tutte e cinque le linee di depurazione. In altri termini il dosaggio di carbonio esterno verrà effettuato:

- nelle linee sottoposte al processo DN (linee 2,3 e 4) nel primo stadio della denitrificazione in misura di 0,6 tCOD/d cadauna;
- nelle linee sottoposte a post denitrificazione (linee 1 e 2) nella postdenitrificazione in misura di 0,75 tCOD/d cadauna.

## **12 I lavori di adeguamento del fosforo allo scarico**

Sono attualmente appaltati i lavori per l'adeguamento del limite in fosforo dell'effluente. La fine lavori è prevista per il 31.12.2012.

I lavori riguardano interventi per la rimozione chimica del fosforo tramite la:

- Precipitazione con Sali di ferro per il trattamento dei surnatanti della linea fanghi;
- Precipitazione con Sali di alluminio degli ortofosfati in linea acque.

Gli interventi si completano, a garanzia di sicurezza, con la filtrazione di tutto l'effluente, come previsto nello stato di progetto del presente intervento per la rimozione dell'azoto.

I punti di dosaggio, il dettaglio degli interventi, sono ampiamente descritti nel progetto esecutivo allegato alla presente relazione.

### 13 Progettazione degli interventi di adeguamento

Nei seguenti paragrafi vengono descritti gli interventi di progetto e raggruppati secondo le macrocategorie di lavoro come proposto nel Quadro economico degli interventi allegato.

#### 13.1 Stazione di sollevamento

L'impianto di depurazione è dotato di N.5 pompe di sollevamento aventi caratteristiche tecnico dimensionali come riportato nella seguente tabella.

**Tabella 13-1: Caratteristiche dimensionali pompe di sollevamento esistenti**

<u>Voce</u>	<u>U.m.</u>	<u>Valore</u>
<i><u>Pompa N.1 – Flygt CP 3300.181.LT – 620</u></i>		
Portata massima di sollevamento	m <sup>3</sup> /h	1584
Prevalenza	m	7.0
Potenza installata	kW	44
<i><u>Pompa N.2 – Flygt CP 3300.181.LT – 620</u></i>		
Portata massima di sollevamento	m <sup>3</sup> /h	1584
Prevalenza	m	7.0
Potenza installata	kW	44
<i><u>Pompa N.3 – Flygt CP 3300.180 LT - 612</u></i>		
Portata massima di sollevamento	m <sup>3</sup> /h	1475
Prevalenza	m	7.0
Potenza installata	kW	49
<i><u>Pompa N.4 – Flygt CP 3300.180 LT - 612</u></i>		
Portata massima di sollevamento	m <sup>3</sup> /h	1475
Prevalenza	m	7.0
Potenza installata	kW	49
<i><u>Pompa N.5 – Riserva – Flygt CP 3300.181.LT – 620</u></i>		
Portata massima di sollevamento	m <sup>3</sup> /h	1584
Prevalenza	m	7.0
Potenza installata	kW	44

Ciascuna tubazione di mandata, dotata di misuratore di portata del tipo ad induzione elettromagnetica, invia il refluo sollevato in un canale, in cemento armato gettato in opera, di larghezza circa pari a 1.0m e profondità 1.0-1.5m. I dati a base progetto dello stato di progetto futuro prevedono il sollevamento di 5 volte la portata media nera [5Q<sub>mn</sub>] pari a 7708m<sup>3</sup>/h; pertanto le dotazioni esistenti permetteranno di sollevare i carichi idraulici di progetto utilizzando, in regime di sovra flusso idraulico, anche la pompa di riserva.

Gli interventi di progetto prevedono di utilizzare le pompe N.2 e n.3 per il sollevamento di 2Q<sub>mn</sub> mentre le restanti pompe verranno utilizzate in regime di pioggia; premesso ciò, gli interventi di progetto risultano i seguenti:

- ✓ I galleggianti a servizio delle singole pompe dovranno essere adattati alle nuove esigenze di progetto per garantire i volumi di invaso delle singole pompe;
- ✓ Dal momento che il canale esistente risulta sottodimensionato per garantire il passaggio di 7708m<sup>3</sup>/h, verrà realizzato un canale adiacente in cemento armato dedicato alla portata di secco influente;

pertanto le tubazioni di mandata delle pompe N.2 e N.3 dovranno essere prolungate fino alla nuova unità strutturale.

## 13.2 Pretrattamenti

### 13.2.1 Grigliatura

L'impianto è dotato, nello stato di fatto, di due griglie tipo step-screen a maglia fine luce 6mm, ciascuna in grado di trattare una portata di circa 2000m<sup>3</sup>/h. Gli interventi di progetto prevedono, innanzitutto, la sostituzione delle griglie esistenti con nuove unità di grigliatura di pari caratteristiche, ma in grado di trattare una portata massima di 2500m<sup>3</sup>/h cadauna.

Inoltre verrà prevista una terza griglia, del tipo a cestello e luce di filtrazione 3mm, in grado di trattare la portata sollevata dalle pompe N.2 e N.3 ossia circa 3000m<sup>3</sup>/h. La fornitura potrà essere alloggiata o in canale in cemento gettato in opera o in struttura prefabbricata in carpenteria metallica.

Le operazioni di manutenzione *della griglia a cestello* verranno garantite fermando le relative pompe di alimentazione; ad ogni modo dovranno essere previste paratoie manuali a monte e valle dell'unità di grigliatura; la manutenzione delle *griglie tipo step-screen* verrà assicurata utilizzando le paratoie esistenti, dal momento che le nuove macchine verranno installate in sostituzione di quelle esistenti.

## 13.3 Interventi di ripartizione delle portate

Le scelte progettuali prevedono il sollevamento ed il pretrattamento di una portata massima di circa 7700m<sup>3</sup>/h [5Qmn] mentre i carichi massimi da inviare al trattamento biologico, a valle della sedimentazione primaria, si attestano a circa 3080m<sup>3</sup>/h ossia 2Qmn, come di seguito riepilogato.

**Tabella 13-2: Carichi idraulici di progetto**

<u>Voce</u>		<u>U.m.</u>	<u>Valore</u>
Portata media nera influente	Qmn	m <sup>3</sup> /h	1542
Portata massima da pretrattare	5Qmn	m <sup>3</sup> /h	7708
Portata massima da inviare al trattamento biologico	2Qmn	m <sup>3</sup> /h	3083
Portata massima da scolmare	3Qmn	m <sup>3</sup> /h	4625

Premesso ciò, risulta indispensabile regolare la portata effluente dai trattamenti primari al fine di alimentare il trattamento biologico con un carico idraulico massimo pari a 2 volte la portata media nera; di seguito vengono proposte due ipotesi di intervento.

### 13.3.1 IPOTESI N.1

Il chiarificato la sedimentazione primaria viene inviato al trattamento biologico mediante N.3 tubazioni DN1000 in ferro zincato con moto a gravità. Le tubazioni verranno intercettate realizzando un pozzo in cemento armato il quale garantirà la continuità idraulica per il flusso di alimentazione alle vasche biologiche

dal momento che le pareti perimetrali dell'unità strutturale avranno elevazione pari o superiore alla soglia di stramazzo dei sedimentatori primari. Il pozzo verrà munito di N.3 idrovore, ciascuna di caratteristiche dimensionali come indicato nella seguente tabella, le quali entreranno in funzione solamente durante i sovrappiassi idraulici, ossia all'accensione della prima pompa di pioggia nella stazione di sollevamento. La tubazione di mandata delle idrovore verrà munita di misuratore di portata ed elettrovalvola o paratoia di monte al fine di regolare, mediante idoneo telecontrollo, la portata di by-pass. Detto ciò è bene sottolineare che:

1. La tubazione di mandata delle idrovore verrà collettata al by-pass esistente, DN1200 in ferro zincato; inoltre la portata sollevata dalle idrovore dovrà essere pari o superiore alla portata sollevata dalle tre pompe di pioggia installate nella stazione di sollevamento;
2. La tubazione di by-pass esistente è collegata, nello stato di fatto, al ripartitore di portata delle vasche biologiche; l'esclusione della tubazione viene garantita mediante paratoia manuale. In sede di progetto è opportuno prevedere la sostituzione della paratoia al fine di garantire la tenuta idraulica dal momento che sono possibili rigurgiti nella tubazione di by-pass all'accensione delle idrovore;
3. L'utilizzo delle idrovore potrebbe risultare opzionale una volta verificato che il percorso della tubazione di by-pass non interferisca con i sottoservizi esistenti ed il collegamento con la tubazione esistente (by-pass Dn1200) avvenga per caduta.

**Tabella 13-3: Caratteristiche dimensionali idrovore**

<b>Voce</b>	<b>U.m.</b>	<b>Valore</b>
Idrovore	N.	3
Portata sollevata singola idrovore	l/sec	ca 460
	m3/h	ca 1650
Prevalenza di progetto	m	1.0-1.2
Potenza installata singola macchina	kW	10-12

#### 13.4 Ripristino delle carpenterie dei sedimentatori primari e sedimentatori secondari

##### 13.4.1 Carpenterie sedimentatori primari

L'impianto di depurazione di Cuneo è dotato di tre sedimentatori primari. Alla data del 2011 solamente il sedimentatore primario n.2 (disposto centralmente in planimetria) risulta manutentato di recente; pertanto gli interventi di progetto riguarderanno il ripristino delle carpenterie metalliche dei sedimentatori N.1 e N.3, in termini di scum-box, lame paraschiume, lame convogliatrici e trappola schiume. Inoltre dovrà essere prevista la sabbiatura e riverniciatura dei carroponi e di tutte le altre parti meccaniche in carpenteria a vista, immerse o semi sommerse nel refluo. È pertanto indispensabile effettuare il sopralluogo al fine di definire la tipologia di intervento da realizzare.

##### 13.4.2 Carpenterie sedimentatori secondari

L'impianto di depurazione di Cuneo è dotato di n.3 sedimentatori secondari; gli interventi di progetto prevedono il ripristino completo delle carpenterie metalliche, quali thompson, e carroponi esistenti. Inoltre i

sedimentatori non dispongono di sistema di raccolta ed evacuazione delle schiume; pertanto dovranno essere previste le seguenti dotazioni per ciascuna unità operativa:

- Lama convogliatrice solidale con il carroponete;
- Lama paraschiume solidale con i profili Thompson;
- Scum box preferibilmente non fissa ma regolabile in gestione, di larghezza minima pari a 1.0-1.5m;
- Le schiume raccolte in ciascun sedimentatore verranno inviate a caduta al relativo pozzetto di raccolta; ciascun pozzo verrà munito di pompa centrifuga e di flussaggio acqua servizi a nebulizzazione per la disgregazione dei flottati. Le schiume verranno sollevate al pozzo fanghi a servizio dei sedimentatori primari.

### 13.5 Processo biologico

#### 13.5.1 Interventi alle vasche biologiche esistenti

Gli interventi alle vasche biologiche esistenti interesseranno la sostituzione delle idrovore ed il ripristino dei cementi armati ammalorati.

Nello stato di fatto l'impianto biologico sezione di nitrificazione è dotato di N.5 idrovore, una per ogni vasca di ossidazione, ciascuna delle quali rilancia in testa alla rispettiva vasca di denitrificazione le portate di miscela aerata mediante tubazione DN400 di lunghezza pari a 97m. Nella seguente tabella sono riportate le principali caratteristiche dimensionali.

**Tabella 13-4: Caratteristiche dimensionali idrovore esistenti a servizi delle vasche biologiche**

<u>Voce</u>	<u>U.m.</u>	<u>Valore</u>
Idrovore per vasca di denitrificazione	N.	1
Idrovore globali	N.	5
Portata sollevata singola idrovora	l/sec	ca 230
	m3/h	ca 828
Portata globale sollevata	m3/h	4140
	m3/d	Ca 94000
Prevalenza singola idrovora	m	1.5-2.0
Potenza installata singola macchina	kW	10-12

I dati a base progetto dello stato di progetto futuro prevedono una portata media nera di 1542m<sup>3</sup>/h; dovendo garantire il sollevamento di una portata di miscela aerata sino a 3.5 volte la portata media nera, ossia circa 130.000m<sup>3</sup>/d, le dotazioni esistenti dovranno essere sostituite con nuove macchine aventi caratteristiche dimensionali come di seguito riportate.

**Tabella 13-5: Caratteristiche dimensionali idrovore di progetto a servizi delle vasche biologiche**

<u>Voce</u>	<u>U.m.</u>	<u>Valore</u>
Portata media nera influente	m3/h	1542
Portata miscela aerata	m3/h	max 3.5Qmn
	m3/h	5397
	m3/d	129528

Idrovore per vasca di denitrificazione	N.	1
Idrovore globali	N.	5
Portata sollevata singola idrovora	l/sec	300
	m <sup>3</sup> /h	1080
Portata globale sollevata	m <sup>3</sup> /h	5400
	m <sup>3</sup> /d	129600
Prevalenza singola idrovora	m	1.5-2.0
Potenza installata singola macchina	kW	10_12

Gli interventi di progetto prevedono di effettuare il ripristino strutturale delle vasche biologiche esistenti con particolare interesse ai comparti di denitrificazione nei quali i ferri di armatura risultano visibili ad occhio nudo. Gli interventi interesseranno anche i travetti di tenuta delle pareti longitudinali delle vasche di dentro perpendicolari alla direzione del flusso; dal momento che le vasche e le travi di tenuta sono realizzate in cemento armato prefabbricato, gli interventi di ricostituzione dei ferri di armatura e dei cementi potranno essere evitati sostituendo le travi di tenuta con tiranti in acciaio idoneamente dimensionati. Relativamente alle altre parti ammalorate è consigliabile effettuare il ripristino mediante trattamento dei ferri e copri ferri.

Infine dovranno essere previsti i sistemi di misura per il controllo del processo a servizio delle vasche di denitrificazione e dei comparti di ossidazione.

### 13.6 Trattamento di post-denitrificazione

#### 13.6.1 Post denitrificazione

La vasca di post denitrificazione ha un volume di circa 2400 m<sup>3</sup> utili, la sua funzione è quella di effettuare la denitrificazione degli N-NO<sub>x</sub> presenti nel flusso di ingresso ed una fase finale di ossidazione per permettere una buona sedimentazione delle biomasse.

Il flusso effluente dalle vasche di ossidazione verrà inviato alla nuova vasca di post denitrificazione, realizzata ex-novo in cemento armato con caratteristiche dimensionali come riportato nella seguente tabella. La sua organizzazione deve essere almeno di tre reattori a completa miscelazione di cui i primi due destinati alla denitrificazione, il terzo ad aerazione del mixed liquor.

**Tabella 13-6: Caratteristiche dimensionali vasca di post-denitrificazione**

Voce	U.m.	Valore
Lunghezza vasca	m	36
Larghezza vasca	m	13
Battente idrostatico	m	5
Altezza globale pareti	m	2.5
Superficie netta	m <sup>2</sup>	468
Volume utile	m	2340

Il volume di reazione viene dimensionato nell'ipotesi di alimentare il reattore con il refluo effluente da N.2 comparti di ossidazione; per questo la soglia a tutto fronte a servizio delle vasche biologiche verrà dotata di

paratoia manuale da installare tra il secondo e terzo comparto di ossidazione. Si precisa che, in relazione all'idraulica dell'impianto, il primo comparto è la vasca più a Nord-Ovest come da planimetria allegata.

La denitrificazione viene effettuata tramite il carbonio endogeno e soprattutto con l'aggiunta di carbonio esterno, le biomasse nei comparti 1 e 2 vengono tenute in sospensione tramite elettromiscelatori sommersi. Il carbonio esterno viene fornito da apposito deposito e pompe di dosaggio che servono anche le linee di denitrificazione poste in testa al processo biologico.

Il terzo comparto viene organizzato con diffusori porosi a membrana EPDM o di pari o superiore prestazione, ai quali l'aria è fornita tramite una sala compressori esterna; la richiesta minima di ossigeno è costituita da 20 KgO<sub>2</sub>/h reso in soluzione.

E' indispensabile prevedere il controllo di processo della fase di denitrificazione al fine di ottimizzare sia la denitrificazione, che deve essere completa (max N-NO<sub>x</sub> effluenti 1 mg/l) ed il consumo di carbonio esterno. Analogamente deve essere predisposto il controllo delle forniture di aria al fine di operare con una concentrazione di ossigeno pari a 2-3 mg/l.

Per garantire la sospensione delle biomasse verranno previsti elettromiscelatori sommersi di caratteristiche dimensionali come riportato nella seguente tabella.

**Tabella 13-7: Caratteristiche miscelatori a servizio della post-denitro**

<b>Voce</b>	<b>U.m</b>	<b>Valore</b>
Volume di reazione	m <sup>3</sup>	2340
Elettromiscelatori sommersi	N.	3
Potenza resa all'asse singolo mixer	kW	6.2
Potenza globale all'asse da garantire	kW	19

### 13.6.2 Edificio soffianti

Per garantire la fase di ossidazione finale del processo di post denitrificazione, si provvederà alla realizzazione di un edificio per l'alloggio dei compressori. In relazione alle portate d'aria da garantire dovranno essere previsti compressori volumetrici, ad una velocità dotati di inverter o a due velocità, oltre ad un motore di riserva. Nella seguente tabella vengono riepilogate le caratteristiche dimensionali dell'edificio da realizzare il quale dovrà essere progettato in accordo alle seguenti disposizioni:

- Sistema di insonorizzazione a parete;
- Prese d'aria dimensionate in relazione alla portata da aspirare;
- Portoni insonorizzati di dimensioni tali da permettere l'estrazione dei compressori.

**Tabella 13-8: Caratteristiche dimensionali locale compressori**

<u>Voce</u>	<u>U.m.</u>	<u>Valore</u>
Lunghezza	m	6
Larghezza	m	12
Superficie utile	m2	72
Altezza	m	3,5
Cubatura	m3	252

### 13.6.3 Sedimentazione secondaria

Il mixed liquor effluente dal reattore di post-denitro verrà inviato ai due bacini di sedimentazione secondaria aventi caratteristiche dimensionali come riportato nella seguente tabella.

**Tabella 13-9: Caratteristiche dimensionali sedimentatori secondari**

<u>Voce</u>	<u>U.m.</u>	<u>Valore</u>
Vasche di sedimentazione	N.	2
Diametro singolo bacino	m	34
Superficie globale di sedimentazione	m2	1815
Battente centrale allo stramazzo	m	3.5

Ciascun bacino di sedimentazione dovrà essere dotato di profilo Thompson, carroponte radiale o diametrale, lame paraschiume, scum-box e pozzetto di raccolta ed evacuazione dei flottati. I fanghi raccolti da ciascun sedimentatore verranno inviati al relativo pozzo fanghi il quale verrà munito di pompe di ricircolo e supero biologico. Le dimensioni del pozzo dovranno permettere la posa delle pompe di riserva; inoltre la tubazione di estrazione fanghi dal sedimentatore dovrà essere munita di saracinesca manuale per garantire la manutenzione delle singole utenze senza vuotare il sedimentatore.

La portata di ricircolo verrà sollevata sino al ripartitore di portata delle vasche biologiche mentre il supero verrà inviato alla linea fanghi d'impianto.

Il refluo chiarificato verrà inviato alla filtrazione di nuova realizzazione, come di seguito descritto, i fanghi di ricircolo verranno sollevati al ripartitore di portata delle cinque linee biologiche mentre le schiume dovranno essere inviate alla linea fanghi d'impianto.

Le tubazioni di alimentazione ai bacini di sedimentazione dovranno essere dimensionate in maniera tale da poter mantenere un sedimentatore alla volta inviando tutto il refluo effluente dalla post-denitro nel secondo bacino. Dal momento che le prevalenze geodetiche a disposizione risultano minime, tale grado di libertà dovrà essere garantito mediante saracinesche manuali idoneamente installate.

13.6.4 Area di stoccaggio carbonio prontamente biodegradabile

Per garantire la completa denitrificazione dell'azoto in post-denitro ed in predenitrificazione (come indicato nel capitolo simulazioni di processo), verrà predisposta una piazzola per lo stoccaggio [600m<sup>3</sup>] ed il dosaggio di carbonio prontamente biodegradabile. Nella seguente tabella vengono riportati gli ingombri della piazzola e le principali dotazioni.

**Tabella 13-10: Area stoccaggio carbonio prontamente degradabile**

Voce	U.m.	Valore
Platea di alloggio serbatoi stoccaggio carbonio		
larghezza	m	16
lunghezza	m	30
Forniture per lo stoccaggio ed il dosaggio di carbonio esterno		
Serbatoi di stoccaggio	n°	8
volume globale di stoccaggio	m <sup>3</sup>	600
Pompe di dosaggio	N.	1+1 di riserva

13.7 Filtrazione

Il refluo effluente dai nuovi bacini di sedimentazione secondaria verrà inviato in disinfezione previa filtrazione **tipo a dischi semisommersi in tela o con intelaiatura in acciaio inox AISI304 con moto di filtrazione In to Out**. In relazione ai carichi idraulici massimi da inviare al trattamento biologico, ossia 3083m<sup>3</sup>/h pari a due volte la portata media nera, l'unità di filtrazione dovrà trattare una portata di 1240m<sup>3</sup>/h come riportato nella seguente tabella.

**Tabella 13-11: Caratteristiche dimensionali unità di filtrazione a servizio della Post-Denitro**

Voce	U.m.	Valore
Portata media nera influente	m <sup>3</sup> /h	1542
Portata massima al trattamento biologico	m <sup>3</sup> /h	3093
Linee biologiche	N.	5
Portata massima per singola linea biologica	m <sup>3</sup> /h	619
Linee biologiche in ingresso al post-denitro	N.	2
<b>Portata filtrazione di nuova realizzazione</b>	<b>m<sup>3</sup>/h</b>	<b>1237</b>

La portata residua, 1860m<sup>3</sup>/h, verrà inviata alla filiera di processo esistente costituita da tre bacini di sedimentazione secondaria, filtrazione e disinfezione. Pertanto viene previsto il raddoppio della filtrazione esistente, come riepilogato nella seguente tabella, dal momento che nello stato attuale è possibile trattare una portata massima non superiore ai 700-800m<sup>3</sup>/h.

**Tabella 13-12: Caratteristiche dimensionali unità di filtrazione: Raddoppio dell'esistente**

Voce	U.m.	Valore
Portata media nera influente	m3/h	1542
Portata massima al trattamento biologico	m3/h	3093
Portata al trattamento di post-denitro	m3/h	1237
Portata alla filtrazione esistente	m3/h	1856
Portata trattata dai filtri esistenti	ca m3/h	800
Portata nuovi filtri	m3/h	1056

### 13.8 Disinfezione

Il flusso effluente l'unità di filtrazione verrà inviato in disinfezione, da realizzare ex novo, dimensionata per garantire il dosaggio di acido per acetico; a corredo verrà prevista una piazzola per lo stoccaggio ed il dosaggio del reagente. In Tabella 13-13 vengono riportate le principali caratteristiche dimensionali dell'unità operativa.

**Tabella 13-13: Caratteristiche dimensionali unità di disinfezione**

Portata media nera influente	m3/h	1542
Linee biologiche esistenti	N.	5
Linee biologiche destinate alla disinfezione di nuova realizzazione	N.	2
Portata media nera inviata alla nuova vasca di disinfezione	m3/h	617
Volume massimo di reazione <b>MINIMO</b>	m3	432

Si precisa inoltre che:

1. La vasca di disinfezione dovrà essere organizzata in due linee parallele e dotata di paratoie per effettuare la manutenzione di ciascuna sub-linea;
2. Dovrà essere prevista la misura di portata del refluo effluente;
3. Il sistema di stoccaggio chemical dovrà essere dotato di vasca di contenimento di volume utile pari almeno ad un terzo di quello di stoccaggio;
4. Dovranno essere previste N.2 pompe, una per sub-linea, oltre ad una terza di riserva comune.

### 13.9 Pozzo fiscale

L'impianto di depurazione è dotato di pozzo fiscale con relativo campionatore automatico installato a valle della disinfezione esistente. Gli interventi di progetto prevedono la realizzazione di un secondo punto di campionamento a valle della disinfezione di nuova realizzazione; il nuovo pozzo fiscale dovrà essere dotato di campionatore automatico refrigerato a 12 o 24 flaconi.

Il refluo, dopo campionatura, verrà collettato alla tubazione di scarico principale la quale raccoglie il refluo effluente dal primo punto di scarico.

### 13.10 Surnatanti Linea fanghi

Nello stato attuale, i surnatanti della linea fanghi vengono inviati alla rete di drenaggio interna all'impianto, la quale sversa a gravità nella stazione di sollevamento.

In regime di sovra flussi idraulici, le scelte progettuali prevedono di trattare solamente 2Q<sub>mn</sub> mediante ripartizione a valle dei sedimentatori primari; pertanto eventuali feedback dei surnatanti con elevate concentrazioni in azoto potrebbero essere scolmati by-passando il trattamento biologico. Premesso ciò, i surnatanti degli ispessitori e della disidratazione dovranno essere intercettati realizzando un pozzo lungo la rete di drenaggio interno, il quale verrà dotato di pompe di sollevamento. In regime di sovra flusso idraulico, il sistema di controllo provvederà all'accensione delle pompe, garantendo il sollevamento dei surnatanti al processo biologico.

### 13.11 Stazione pretrattamento rifiuti 20.03.04 e 20-03-06

L'impianto di trattamento di accettazione bottini è costituito da grigliatura fine, compattazione, disidratazione, lavaggio dei residui di grigliatura e di sabbiatura dei liquami reflui provenienti da ricevimento bottini; tale impianto è dotato di un attacco rapido tipo "Perrot" per il collegamento diretto all'automezzo, di una valvola automatica di regolazione del flusso comandata da sensore di livello. A completamento dell'impianto precedentemente descritto è prevista l'installazione di un compattatore materiale grigliato ed un classificatore sabbie. A valle dell'impianto di trattamento dei bottini è prevista la costruzione di una vasca di accumulo in cemento armato dotata di n. 2 elettropompe sommergibili, di cui una di riserva, per il rilancio del refluo al pozzetto ripartitore dei sedimentatori primari.

L'unità di pretrattamento verrà alloggiata su platea, in cemento armato gettato in opera, da realizzare tra il bacino di sedimentazione secondaria N.2 e N.3 come da planimetria di progetto allegata.

### 13.12 Adeguamento impianto elettrico e sistema di telecontrollo

Gli interventi di progetto prevedono l'installazione di nuove forniture elettromeccaniche e sistemi di misura le quali dovranno essere opportunamente cablate e dotate di sistema di telecontrollo per garantire una gestione automatica del processo.

Inoltre dovranno essere effettuati i seguenti lavori elettrici quale forma di up-grading degli impianti esistenti:

- realizzazione quadro di distribuzione BT locale cabina
- fornitura e posa quadro di sollevamento pompe stazione di sollevamento

- fornitura e posa quadro elettrico pretrattamenti
- cavidotti da cabina post-denitro a cogeneratore
- fornitura e posa quadro elettrico a servizio di post-denitro, carroponti e locale compressori
- linea elettrica da cabina a pretrattamenti
- linea elettrica da cabina a quadro post-denitro
- linea elettrica da cabina a cogeneratore

### 13.12.1 Telecontrollo

L'impianto di depurazione in questione è monitorato attraverso una rete ethernet wi-fi interna all'impianto stesso. Sulla rete dialogano sei apparecchiature rtu S550 ed un supervisore centrale Pcwin, il tutto della ditta Lacroix-Sofrel. Ogni stazione, oltre ad eseguire alcuni automatismi locali, è dotata di modem gsm per il rilancio di allarmi via sms e scheda ethernet per la comunicazione con il supervisore, il quale si occupa di rappresentare graficamente l'impianto, archiviare gli allarmi, visualizzare curve di tendenza e rendere disponibili report necessari per la corretta conduzione dell'impianto.

Attualmente le sei stazioni di telecontrollo sono suddivise sull'impianto nel seguente modo:

1. Sollevamento: automatismo e monitoraggio di sgrigliatura, sollevamento e sedimentazione primaria.
2. Motori Aerazione: monitoraggio dei compressori a servizio dell'aerazione.
3. Vasche di aerazione: monitoraggio e regolazione ossigeno nelle vasche.
4. Ispessimento: monitoraggio impianto d'ispessimento fanghi.
5. Filtrazione: monitoraggio e automazione utenze zona filtrazione.
6. Uscita impianto: monitoraggio sedimentatori finali, portate impianto e disinfezione.

La rete di telecontrollo è aperta, ampliabile a nuove stazioni che dovranno rendersi necessarie per controllare e gestire nuove apparecchiature.

In caso di implementazioni di nuovi impianti o macchinari sarebbe auspicabile che gli stessi vengano forniti con apparecchiature di controllo Sofrel S550, in modo tale da essere integrate completamente nel sistema esistente.

### 13.13 Demolizione gasometro e spostamento cogeneratore

L'impianto di depurazione è dotato di N.1 gruppo di cogenerazione tipo a ciclo otto e N.2 gasometri per un volume complessivo di stoccaggio di circa 1200 m<sup>3</sup>. Come indicato in planimetria di progetto la

realizzazione delle nuove opere, vasca di post-denitro e sedimentatori secondari, comporta lo spostamento del cogeneratore e la demolizione di entrambi i gasometri esistenti e la successiva fornitura ed installazione su platea in cemento armato di gasometro a doppia membrana (entrambe stagne) di volume pari ad 800 mc completo di sonda ad ultrasuoni che permette di stabilire esattamente la quantità di gas immagazzinato ed una speciale guardia idraulica in acciaio inox per proteggere il gasometro dalle sovrappressioni. Detto ciò le scelte progettuali dovranno garantire un volume di stoccaggio di almeno 800m<sup>3</sup> ed il cogeneratore dovrà mantenere la piena funzionalità anche se spostato.

#### 13.14 Realizzazione strada esterna all'impianto

Per motivi di sicurezza (passaggio mezzi privati ed aziendali) e per garantire un accesso ai magazzini dislocati nella parte terminale dell'impianto, viene progettata la realizzazione di nuova viabilità esterna all'impianto di depurazione. La strada verrà realizzata in parte su terreni di proprietà ACDA SpA ed in parte sul sedime del Consorzio del Canale Grassa che a breve rilascerà l'autorizzazione necessaria. Verrà inoltre realizzata un'area parcheggi, sempre su terreni di proprietà ACDA, e verrà spostata ai confini di proprietà la pista ciclabile, con relative aree di sosta, evitando l'interferenza con il tratto interessato dal passaggio dei mezzi privati Beton SpA (impianto di betonaggio adiacente all'impianto di depurazione).

I lavori consistono principalmente in:

- Rimozione dei paletti, recinzione ed abbattimento alberi; rimozione griglia e successiva posa completa di guard-rail di protezione;
- Spianamento area di proprietà ACDA (mappali 803-805)
- Demolizione e nuovo raccordo muretto ingresso
- Rimozione recinzione, sovrizzo muretto e nuova collocazione recinzione
- Spostamento presa canale irriguo BETON
- Rimozione recinzione in legno pista ciclabile
- Copertura Canale Grassa con struttura tipo predalles della luce netta di 3.50 m per una lunghezza di ca. 85.00 m
- Scogliere con massi intasati con cls a protezione Canale Maestro e pista ciclabile
- Rimozione e successiva ricollocazione griglia di raccolta in ferro e guard-rail in acciaio zincato
- Cunetta in cls di raccordo con relative tubazioni e pozzetti di scarico acque
- Sovrizzo muro esistente e successiva posa di recinzione per un tratto di ca. 100 m
- Costruzione di muretto e relativa recinzione in ferro zincato per una lunghezza di ca. 150 m
- Realizzazione di nastro stradale a partire dall'ingresso impianto fino all'area parcheggio mediante preparazione e successiva bitumatura per un lunghezza di ca. 6.00 m
- Pavimentazione area parcheggi con medesime modalità della strada

- Delimitazione della strada, dell'area parcheggi e della pista ciclabile con recinzione in legno con pali tipo "pali stella"
- Piantumazione alberi presso area parcheggi
- Punti luce area parcheggi con pali fuori terra di altezza pari a 6.00 m
- Realizzazione di portina di ingresso, sistema di automatismo cancello in ingresso e videocitofono
- Segnaletica orizzontale e verticale ed opere di finitura.

### 13.15 Locale per deposito vernici, gas e solventi

Gli interventi di progetto prevedono la realizzazione di due nuovi locali, uno dedicato a deposito vernici mentre il secondo a deposito gas e solventi. Gli edifici potranno essere realizzati in prefabbricato o in cemento gettato in opera. Ad ogni modo dovranno essere adottate tutte le accortezze progettuali in accordo con le normative vigenti vista l'inflammabilità di alcuni stoccaggi. **Il locale di deposito gas e solventi dovrà essere organizzato in quattro comparti, rispettivamente dedicati allo stoccaggio di olii e grassi – solventi – gas combustibili – gas inerti ed ossigeno.**

Nella seguente tabella si riportano le caratteristiche dimensionali degli edifici come indicato anche nelle planimetrie di progetto.

**Tabella 13-14: Caratteristiche dimensionali edifici stoccaggio vernici, gas e solventi**

<b>Locale deposito vernici</b>		
Lunghezza	m	5
Larghezza	m	5
Altezza	m	3,5
Superficie	m <sup>2</sup>	25
Cubatura	m <sup>3</sup>	87,5
<b>Locale deposito gas e solventi</b>		
Lunghezza	m	10
Larghezza	m	4
Altezza	m	3,5
Superficie	m <sup>2</sup>	40
Cubatura	m <sup>3</sup>	140

### 13.16 Realizzazione manto bituminoso

È prevista l'asfaltatura di circa 10000m<sup>2</sup>; il manto bituminoso dovrà prevedere, oltre alla sottofondazione se necessaria, 5cm di binder ed almeno 2cm di tappetino; inoltre dovrà essere effettuata la parziale sostituzione dei cordoli perimetrali e la messa in quota dei pozzetti esistenti

### 13.17 Opere a corredo per la riqualificazione dell'impianto

Le opere di completamento sono le seguenti:

- Fornitura e posa in opera della tubazione di acquedotto, con punto di presa in prossimità del cancello di ingresso impianto, fino agli uffici limitrofi ed al locale magazzino [N.31 come da planimetria di progetto];
- Fornitura e posa in opera di tubazione di acquedotto, con punto di presa in prossimità del cancello di ingresso impianto, fino al locale magazzino [N.31 come da planimetria di progetto];
- Realizzazione di muretto in cls di ca. 0.50 m f.t. e sovrastante recinzione in acciaio zincato ai confini di proprietà a partire dal mappale 773 al mappale 779 per una lunghezza complessiva di circa 400m.

## 14 Previsione di spesa

I lavori sopra descritti, come risulta dal calcolo sommario della spesa, ammontano a complessivi

€ 7.400.000,00 così ripartiti:

a.1)Importo lavori	€	6.250.000,00	
di cui per la sicurezza	€	250.000,00	
a.2) Importo per le Spese Tecniche per progettazione definitiva, esecutiva, ottenimento autorizzazioni, Conferenza dei Servizi e VIA,coordinamento sicurezza in fase di progettazione	€	<u>400.000,00</u>	
			<b>IMPORTO LAVORI</b>
	€	<b>6.650.000,00</b>	
<b>B) SOMME A DISPOSIZIONE:</b>			
b1)Rilievi, accertamenti ed indagini	€	50.000,00	
b2)Accantonamento di cui all' Art.133 c. 4 e 7 D. Lgs. n. 163/2006	€	140.000,00	
b3) Spese tecniche per progettazione preliminare, direzione e contabilità lavori, coordinamento sicurezza in fase di esecuzione	€	200.000,00	
b4) Spese per commissioni giudicatrici	€	20.000,00	
b5) Spese per pubblicità	€	10.000,00	
b6) Spese per collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico e collaudi specialistici	€	30.000,00	
b7)Imprevisti	€	300.000,00	
IMPORTO TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE	€	<u>750.000,00</u>	€ <b><u>750.000,00</u></b>
			<b>IMPORTO TOTALE PROGETTO</b>
	€		<b><u>7.400.000,00</u></b>

## 15 Bibliografia

- Ahn, Y.-H. (2006) Sustainable nitrogen elimination biotechnologies: A review. *Process Biochemistry*, 41 1709-1721
- \*APAT “Guida per l’adeguamento, il miglioramento e la razionalizzazione del servizio di depurazione delle acque di scarico urbane” Settembre 2005
- P. Battistoni “ Rimozione del fosforo e dell’azoto dai surnatanti”.Recenti tendenze nella depurazione delle acque reflue: innovazioni tecnologiche e di processo – XLIV Corso di aggiornamento in Ingegneria Sanitaria Ambientale. Milano 26 Febbraio, 1 Marzo 1996. Ed.: Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale e del Rilevamento-sezione Ambientale-Politecnico di Milano, a cura di L. Bonomo. Vol. II, pp XXII 1- XXII 28.
- P. Battistoni. “La rimozione del Fosforo e dell’azoto dai surnatanti”Ed. P. Battistoni, M. Beccari, F. Cecchi, M. Maione, A. Musacco, P. Pavan, P. Traverso, “Una gestione Integrata del ciclo dell’acqua e dei rifiuti. Fondamenti, stato dell’arte, ingegneria di processo”. Ed. F. Angeli – Proaqua- Milano 1999, pp 130-159
- Bartoli, A. WWTP retrofit for N and P removal based on simulation study. Presented at the 5th IWA World Water Congress and Exhibition, Beijing, China. Sep 10-14, 2008
- Battistoni E.M., Fatone F., Pavan P., Beltritti R., Raviola M. Process control automation and remote on-line supervision: the strategy for wastewater treatment in an Italian piedmont. International conference AutMoNet2007 – Gent, Belgium, 5-7 September 2007- *Water Science & Technology—WST Vol 57 No 10 pp 1571–1577 © IWA Publishing 2008 doi:10.2166/wst.2008.152*
- Battistoni P., Boccadoro R., Bolzonella D., Marinelli M. (2004), An alternate oxic-anoxic process automatically controlled. Theory and practice in a real treatment plant network. *Water Sci. Technol.*, 48(11–12) 337–344
- Battistoni, P.; Fatone, F.; Cola, E.; Pavan, P. Alternate cycles process for municipal WWTPs upgrading: Ready for widespread application? *Ind. Eng. Chem. Res.* 2008, 47, 4387–4393.
- M. Beccari . “Rimozione combinata di azoto e fosforo per via biologica”, Ed. P. Battistoni, M. Beccari, F. Cecchi, M. Maione, A. Musacco, P. Pavan, P. Traverso“Una gestione Integrata del ciclo dell’acqua e dei rifiuti. Fondamenti, stato dell’arte, ingegneria di processo”. Ed. F. Angeli – Proaqua- Milano 1999, pp 130-159
- Eusebi A.L., Troiani C., Fatone F., Battistoni P. (2009) Biological nitrogen removal at high performances in platform for the treatment of industrial liquid wastes, *Chemical Engineering Transactions*, 17, 239-244 ICheap9 Rome 10 – 13 May 2009
- Fux, C., Lange, K., Faessler, A., Huber, P., Grueniger, B., Siegrist, H. (2003). Nitrogen removal from digester supernatant via nitrite - SBR or SHARON? *Water Science and Technology*, 48(8), 9–18
- Gali´, A., Dosta, J., van Loosdrecht, M., Mata-Alvarez, J. (2007). Two ways to achieve an anammox influent from real reject water treatment at lab-scale: Partial SBR nitrification and SHARON process. *Process Biochemistry*, 715-720
- Hellinga, C., Schellen, A.A.J.C., Mulder, J.W., van Loosdrecht, M.C.M., Heijnen, J.J. (1998). The SHARON process:

- An innovative method for nitrogen removal from ammonium-rich waste water. *Water Science and Technology*, 37 (9), 135–142
- Jin, R., Hu, B., Zheng, P., Qaisar, M., Hu A., Islam E. (2007) Quantitative comparison of stability of ANAMMOX process in different reactor configurations. *Bioresource Technology*, In press
- Janus HM and van der Roest HF (1997). Don't reject the idea to treat reject water. *Wat. Sci. Technol.*, 35(10), 27-34.
- Jürg Keller, Zhiguo Yuan and Linda L. Blackall, Integrating process engineering and microbiology tools to advance activated sludge wastewater treatment research and development *Reviews in Environmental Science and Biotechnology* Volume 1, Number 1 / March, 2002 83-97 (2004)
- Nor Anuar, A., Ujang, Z., van Loosdrecht, M.C.M., De Kreuk, M. , *Aerobic Granular Sludge Technology For Wastewater Treatment – An Overview*, ASIAWATER2006
- Sunil S. Adava, Duu-Jong Leea, Kuan-Yeow Showb and Joo-Hwa Tayc *Aerobic granular sludge: Recent advances*, *Biotechnology Advances* Volume 26, Issue 5, September-October 2008, Pages 411-423
- Jens Meinho, Carlos D. M. Filipe, Glen T. DaiggeR and Steven Isaacs, Characterization of the denitrifying fraction of phosphate accumulating organisms in biological phosphate removal *Water Science and Technology* Vol 39 No 1 pp 31–42 © IWA Publishing 1999.
- Simon A. Parson “Chemical phosphorus removal”, Cap. 11 In: “Phosphorus in environmental technology, Ed. E. Valsami-Jones "IWA Publishing", June 2004 – ISBN1843390019
- Siegrist H (1996). Nitrogen removal from digester supernatant - Comparison of chemical and biological methods. *WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 34( 1-2), 399-406
- Sliemers, A.O., Third, K., Abma, W., Kuenen, J.G., Jetten, M.S.M. (2003). CANON and AnAmmOx in a gas-lift reactor. *FEMS Microbiology Letters*, 218, 339–344
- US EPA. Process design manual of nitrogen control. EPA 625/r-93/010, Cincinnati, Ohio; 1993
- Van der Star, W.R.L., Abma, W., Blommers, D., Mulder, J.W., Tokutomi, T., Strouse, M., Picioreanu, C., Van Loosdrecht M.C.M. (2007). Startup of reactors for anoxic ammonium oxidation: Experiences from the first full-scale AnAmmOx reactor in Rotterdam. *Water Research*, 41, 4149-4163
- van Dongen, U., Jetten, M.S.M., van Loosdrecht, M.C.M.. (2001) The SHARON-AnAmmOx process for treatment of ammonium rich wastewater. *Water Science and Technology*, 44 (1) 153–160
- Volcke E.I.P. (2006). Modelling, analysis and control of partial nitrification in a SHARON reactor. PhD thesis, Ghent University, Belgium, pp. 300.
- Wyffels, S., Boeckx, P., Pynaert, K., Zhang, D., Van Cleemput, O., Chen, G., Verstraete, W. (2004). Nitrogen removal from sludge reject water by the two-stage oxygen-limited autotrophic nitrification denitrification process. *Water*

Science and Technology, 49 (5-6) 57–64