

INDICE

1.	PREMESSA	pag. 1
2.	ANALISI DEI DATI RELATIVI ALL'ANNO 2007 E DATI DI PROGETTO RELATIVI AGLI ANNI 2004 ÷ 2006	pag. 2
	2.1 Analisi dei dati relativi all'anno 2007	pag. 2
	2.1.1 Analisi dei carichi totali	pag. 2
	2.2 Dati assunti per il progetto	pag. 5
3.	CRITERIO GENERALE DI PROGETTO	pag. 7
4.	FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO	pag. 9
5.	VALUTAZIONE DELL'IMPATTO ACUSTICO PRODOTTO DAI NUOVI COMPRESSORI	pag. 12
6.	VERIFICHE DI DIMENSIONAMENTO SULLA BASE DEI DATI DI PROGETTO: CARICHI PERIODO 2004÷2006.....	pag. 14
	6.1 Premessa	pag. 15
	6.2 Vasca "ex denitrificazione" adibita ad ossidazione: dimensionamento del sistema di aerazione.....	pag. 15
	6.3 Comparto di ossidazione/nitrificazione: dimensionamento del sistema di aerazione	pag. 16
	6.4 Analisi della capacità di trattamento dei sedimentatori finali	pag. 19
	6.4.1 Analisi della capacità di trattamento dei sedimentatori finali nella situazione attuale (assetto con 4 sedimentatori)	pag. 19
	6.4.2 Analisi della capacità di trattamento dei sedimentatori finali a seguito dell'introduzione del nuovo bacino di sedimentazione finale (assetto con 5 sedimentatori)	pag. 20
	6.5 Dimensionamento del nuovo comparto di denitrificazione	pag. 20
	6.5.1 Periodo estivo con riferimento ai carichi in ingresso relativi agli anni 2004 – 2005 – 2006	pag. 21
	6.5.2 Periodo resto dell'anno con riferimento ai carichi in ingresso relativi agli anni 2004 – 2005 – 2006	pag. 22
	6.6 Conclusioni	pag. 22
7.	VERIFICHE DI DIMENSIONAMENTO SULLA BASE DEI DATI FORNITI DAL SIG. SOLDATI: CARICHI PERIODO 2007÷2009	pag. 24
	7.1 Premessa	pag. 24
	7.2 Vasca "ex denitrificazione" adibita ad ossidazione: dimensionamento del sistema di aerazione.....	pag. 25
	7.3 Comparto di ossidazione/nitrificazione: dimensionamento del sistema di aerazione	pag. 27
	7.4 Analisi della capacità di trattamento dei sedimentatori finali	pag. 29
	7.4.1 Analisi della capacità di trattamento dei sedimentatori finali nella situazione attuale (assetto con 4 sedimentatori)	pag. 29
	7.4.2 Analisi della capacità di trattamento dei sedimentatori finali a seguito dell'introduzione del nuovo bacino di sedimentazione finale (assetto con 5 sedimentatori)	pag. 30
	7.5 Dimensionamento del nuovo comparto di denitrificazione	pag. 31
	7.5.1 Periodo estivo con riferimento ai carichi in ingresso relativi al periodo 2007÷2009	pag. 31
	7.5.2 Periodo resto dell'anno con riferimento ai carichi in ingresso relativi al periodo 2007÷2009.....	pag. 32
	7.6 Conclusioni	pag. 32
8.	CALCOLI IDRAULICI.....	pag. 35
9.	OPERE DA REALIZZARE	pag. 39
	9.1 Predenitrificazione.....	pag. 39
	9.2 Ossidazione-nitrificazione biologica (adeguamento del bacino esistente di Predenitrificazione).....	pag. 40
	9.3 Ricircolo del mixed-liquor	pag. 40
	9.4 Sedimentazione finale	pag. 40
	9.5 Sollevamento fanghi di ricircolo	pag. 40
	9.6 Locale soffianti.....	pag. 41
	9.7 Manufatti vari.....	pag. 41
	9.7.1 Manufatto a valle delle sedimentazioni primarie	pag. 41
	9.7.2 Manufatto adiacente alla canaletta di carico dell'attuale comparto biologico.....	pag. 41
	9.7.3 Manufatto di partizione alle sedimentazioni finali	pag. 41
10.	OPERE COMPLEMENTARI	pag. 43
	10.1 Impianto elettrico	pag. 43
	10.2 Collegamenti idraulici	pag. 43
11.	OPERE EVENTUALI.....	pag. 44

1. PREMESSA

Il presente progetto definitivo, che risulta essere una revisione del progetto definitivo consegnato ad Hera il 17 luglio 2009, risponde al mandato avuto da Hera (Ordine S n. 8010001505 del 12 marzo 2008), è stato sviluppato tenendo presente i seguenti presupposti:

- 1) l'esistenza di un Progetto Preliminare, redatto da questo Studio e consegnato in data 21 luglio 2008 successivamente approvato da Hera Rimini;
- 2) l'esistenza di una procedura di screening per l'esclusione del progetto dalla Valutazione di Impatto Ambientale presentata da Hera Rimini in data 11 agosto 2008;
- 3) una Delibera della Provincia di Rimini (n. 272/2008) che escludeva il progetto dalla Procedura di V.I.A., prescrivendo altresì alcuni obblighi ad Hera Rimini.

Sinteticamente gli obblighi prescritti sono i seguenti:

- a) durante la fase di cantiere dovranno essere minimizzati sia l'impatto acustico che il sollevamento di polveri, nonché garantire l'indennità del Torrente Ventena rispetto alle attività di cantiere;
 - b) durante le attività lavorative dovranno essere minimizzati gli impatti sonori e quelli legati al possibile sviluppo di cattivi odori in tutte le fasi di trattamento;
 - c) dovrà essere verificato, attraverso una campagna di misurazione del livello sonoro generato dal depuratore in piena attività, l'impatto acustico dell'impianto rispetto alle abitazioni vicine;
 - d) ai fini della sicurezza le vie di fuga dovranno essere tenute sempre sgombre.
- 4) l'incarico, da parte di Hera Rimini, allo Studio THESISENGINEERING di Sasso Marconi (BO) per la progettazione delle strutture in cemento armato e degli impianti elettrici (Ordine n. 9010000399 del 23 gennaio 2009);
 - 5) le forme e fonti di finanziamento che sono:
 - programma stralcio (art. 141 l.388/00) cod. 11s;
 - piano d'ambito 2005-2007 cod. D001.
 - 6) una progettazione definitiva consegnata ad Hera il 17 luglio 2009 che è stata oggetto di richiesta di varianti da parte della Committente;
 - 7) una successiva progettazione definitiva (che recepiva le varianti richieste a seguito di riunione presso la sede di Rimini in data 07 settembre 2009) consegnata ad Hera il 07 dicembre 2009; tali varianti richieste avevano comportato una lievitazione dell'importo di progetto;
 - 8) una nuova richiesta di varianti da parte di Hera emerse durante una riunione presso la sede di Rimini in data 03 marzo 2010, per:
 - riduzione dell'importo progettuale (per mancanza di copertura finanziaria) stralciando dal progetto consegnato il 07 dicembre 2009 alcune opere previste, in attesa di un successivo finanziamento;
 - il confronto tra i dati di progetto (portate e carichi) considerati e i nuovi dati forniti dal Sig. Soldati.

La realizzazione del progetto, per la mancanza di copertura finanziaria, verrà svolta per stralci funzionali.

Nel seguito, e prima di passare al dimensionamento vero e proprio, gli aspetti qui richiamati vengono specificamente discussi.

2. ANALISI DEI DATI RELATIVI ALL'ANNO 2007 E DATI DI PROGETTO RELATIVI AGLI ANNI 2004 + 2006

2.1 Analisi dei dati relativi all'anno 2007

2.1.1 Analisi dei carichi totali

I contributi agli scarichi da parte di Cattolica (per il periodo RESTO DELL'ANNO – ottobre/aprile), e Cattolica + Misano (per il periodo ESTATE – maggio/settembre) riguardanti l'anno 2007, hanno permesso l'effettuazione di alcune elaborazioni che vengono riportate nel seguito. Nelle *figure 1, 2°, 2b, 3a e 3b* sono rappresentati le portate, le concentrazioni e i carichi medi giornalieri (su base mensile) rispettivamente di Qd, BOD₅ ed N-NH₄⁺.

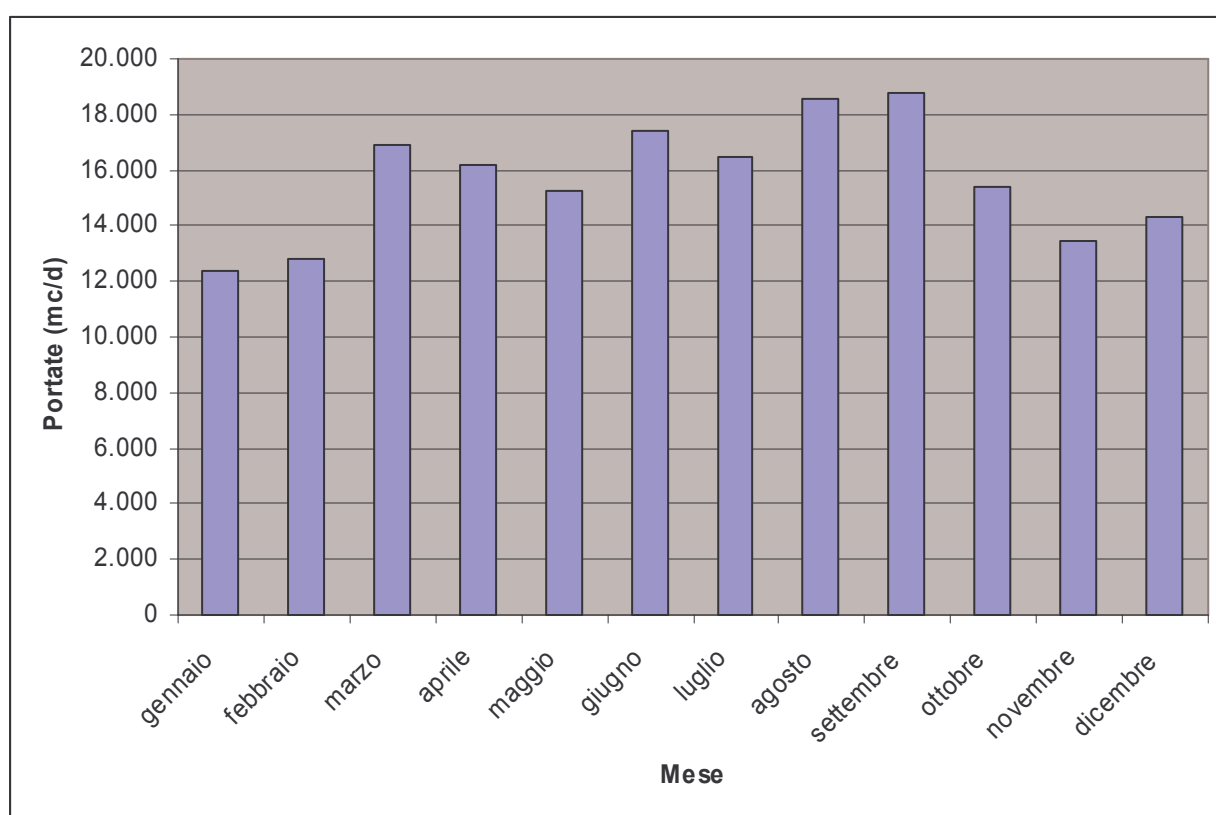


Figura 1. Anno 2007: contributi agli scarichi di Cattolica e Misano: portate medie giornalierie (su base mensile).

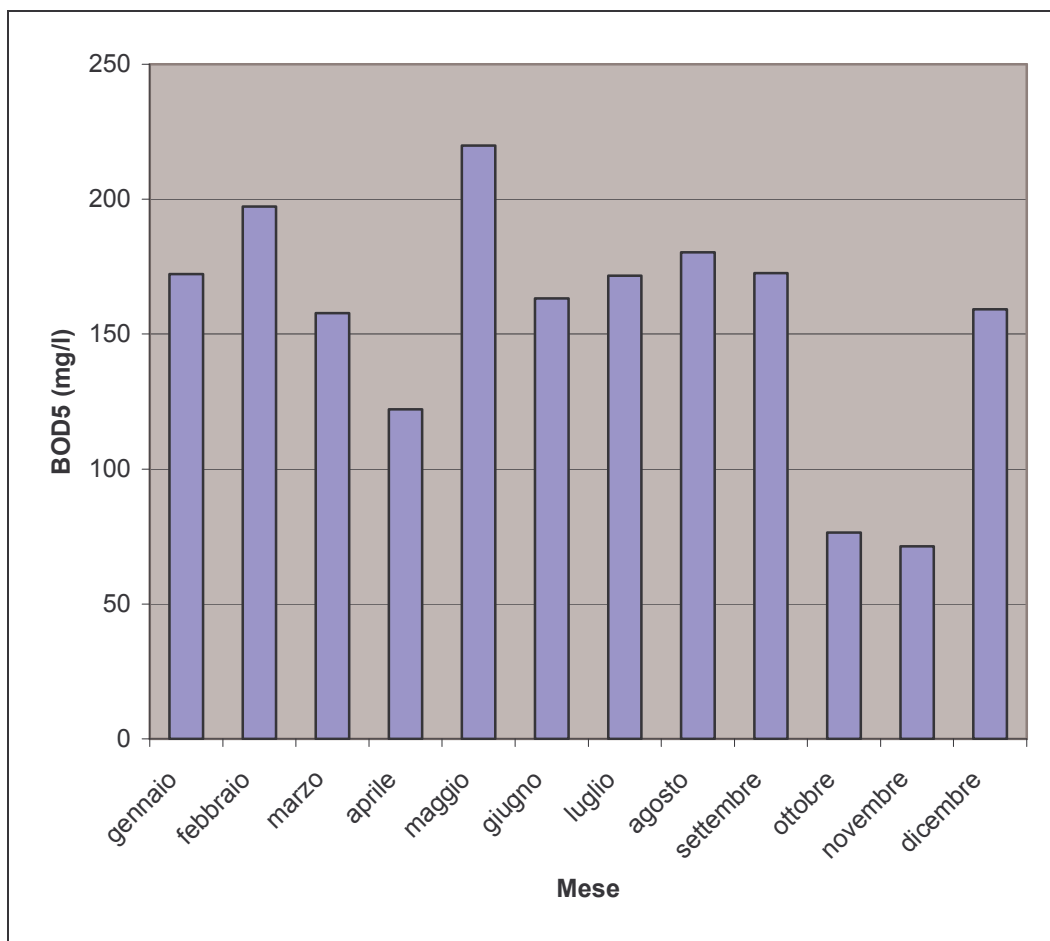


Figura 2a. Anno 2007: contributi agli scarichi di Cattolica e Misano: concentrazioni medie giornaliere (su base mensile) di **BOD**.

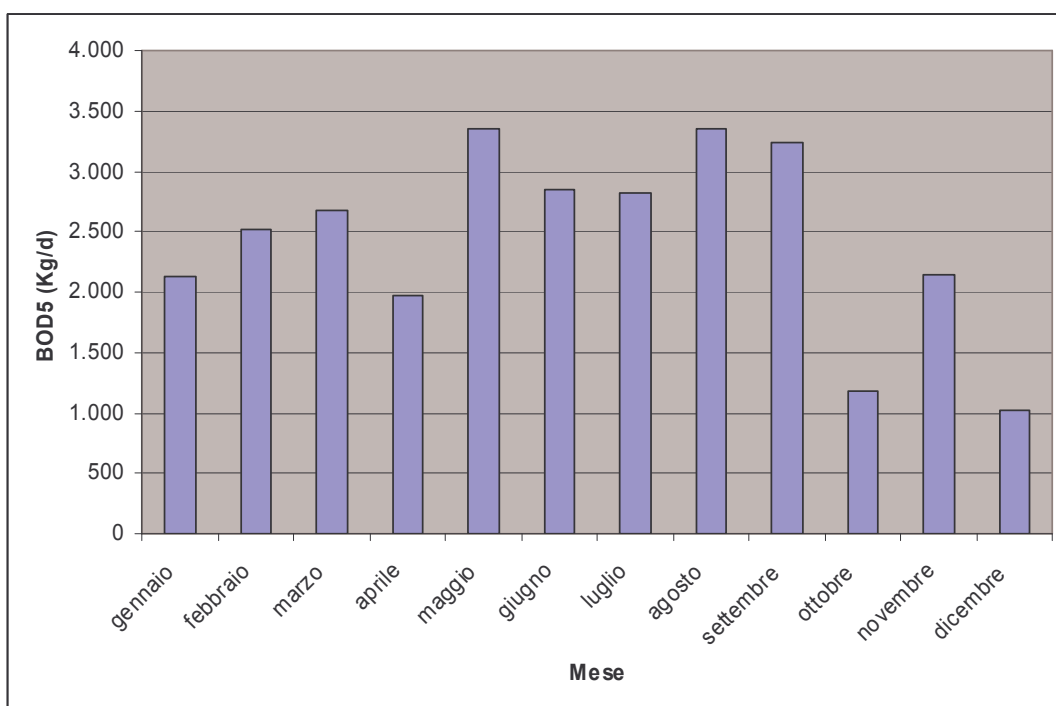


Figura 2b. Anno 2007: contributi agli scarichi di Cattolica e Misano: carichi medi giornalieri (su base mensile) di **BOD**.

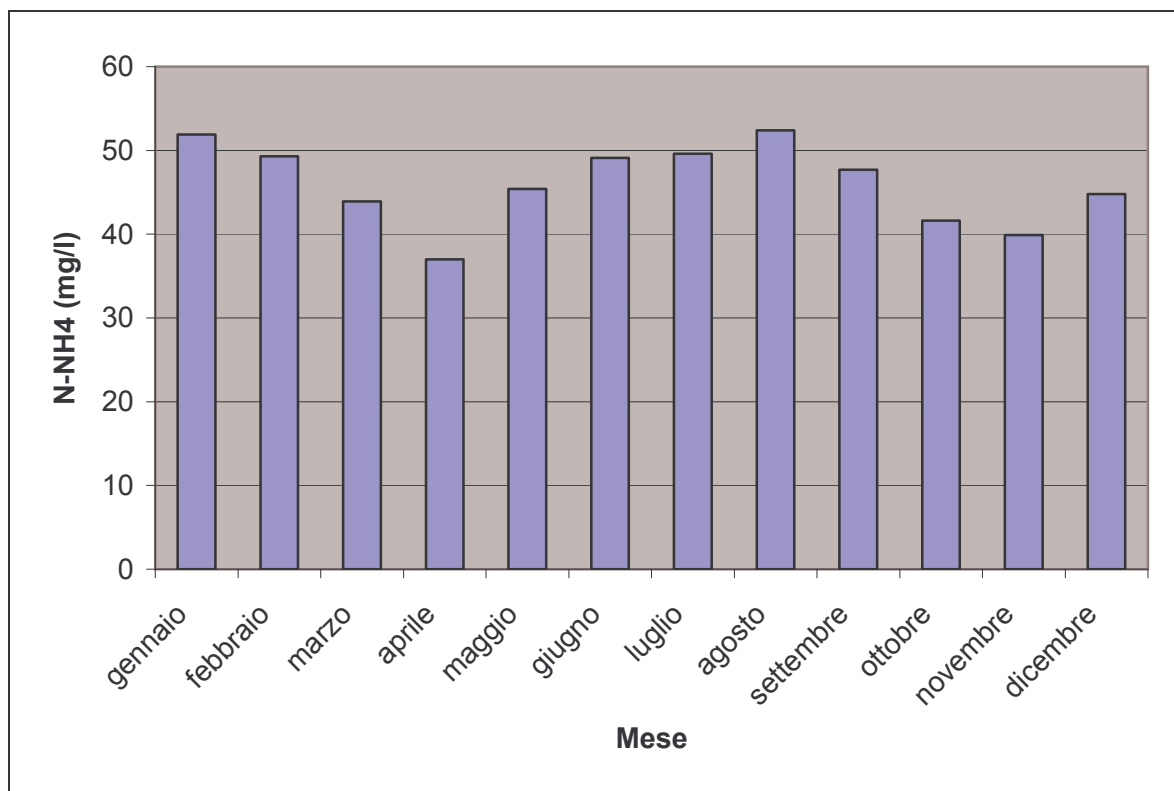


Figura 3a. Anno 2007: contributi agli scarichi di Cattolica e Misano: concentrazioni medie giornaliere (su base mensile) di $N-NH_4^+$.

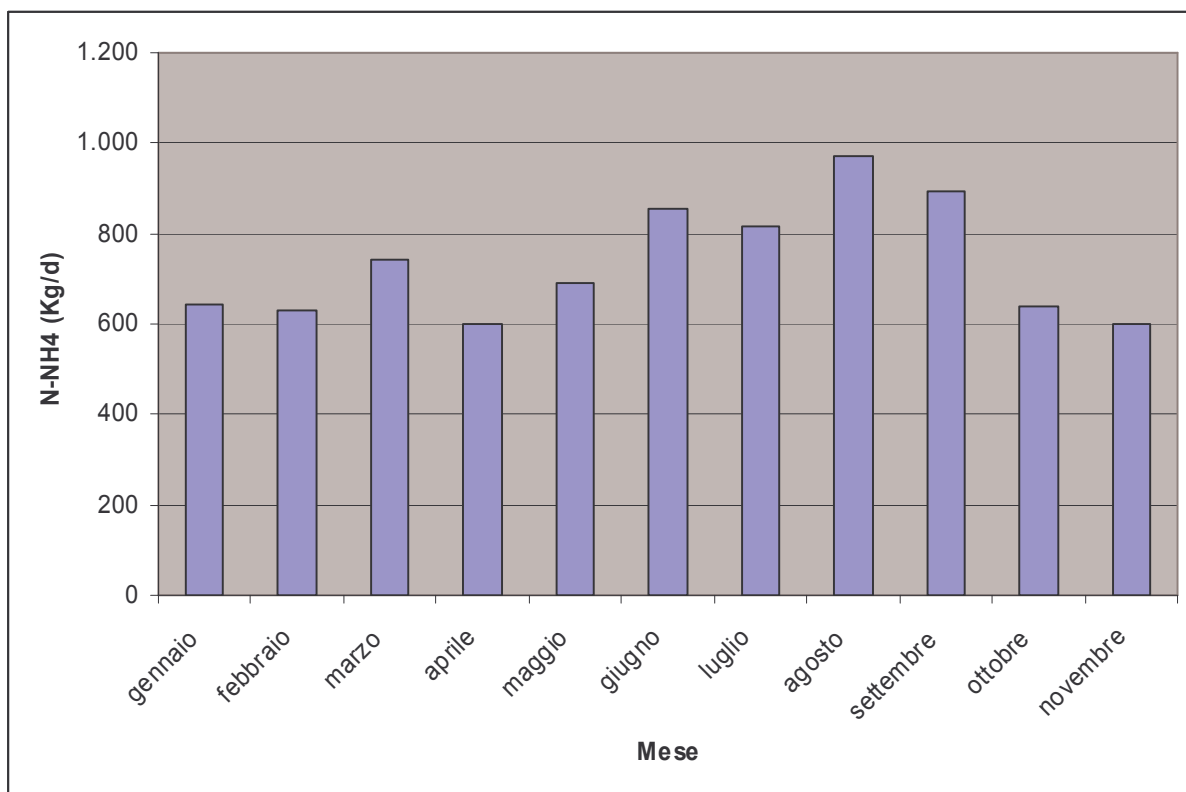


Figura 3b. Anno 2007: contributi agli scarichi di Cattolica e Misano: carichi medi giornalieri (su base mensile) di $N-NH_4^+$.

2.2 Dati assunti per il progetto

L'elaborazione dei dati riferiti all'anno 2007 è stata svolta sulla base dei carichi e delle concentrazioni evidenziate in precedenza; in particolare si è scelto il valore massimo degli istogrammi di figg. 2a e 3a sia per il periodo ESTATE (maggio – settembre) che per il periodo RESTO DELL'ANNO (ottobre – aprile). Tali valori sono stati ottenuti dal prodotto della più alta portata media giornaliera (fig. 1) per la concentrazione più alta sempre dello stesso periodo (per mettersi nelle condizioni di carico più elevate).

Nel caso ESTATE è stata utilizzata la portata media giornaliera del mese di agosto ($18.767 \text{ m}^3/\text{d}$) moltiplicata per la concentrazione del mese di maggio (per il BOD: $219,9 \text{ mg/l}$) e del mese di agosto (per il N-NH_4^+ : $52,4 \text{ mg/l}$).

Nel caso RESTO DELL'ANNO è stata utilizzata la portata media giornaliera del mese di marzo ($16.940 \text{ m}^3/\text{d}$) moltiplicata per la concentrazione del mese di febbraio (per il BOD: $197,3 \text{ mg/l}$) e del mese di gennaio (per il N-NH_4^+ : $51,9 \text{ mg/l}$).

Ne consegue la seguente tabella:

PARAMETRI	UNITÀ DI MISURA	ANNO 2007	
		ESTATE	RESTO ANNO
Q_d	m^3/d	18.767	16.940
BOD ₅	Kg/d	4.127	3.342
N-NH_4^+	Kg/d	983	879

Tabella 1. Dati relativi all'anno 2007

L'elaborazione dei dati riferiti ai precedenti anni (2004 – 2005 – 2006 primo trimestre) è stata ottenuta nell'ipotesi della centralizzazione nell'impianto di Cattolica degli scarichi di Cattolica, Gabicce e Misano.

Ne consegue la seguente tabella:

PARAMETRI	UNITÀ DI MISURA	ANNI 2004-05-06	
		ESTATE	RESTO ANNO
Q_d	m^3/d	29.200	26.100
BOD ₅	Kg/d	6.953	4.874
N-NH_4^+	Kg/d	2.042	1.011

Tabella 2. Dati anni 2004-2005-2006 (primo trimestre)

Il confronto tra la Tab. 1 e la Tab. 2 ci induce a concludere che rispetto ai dati rilevati nel periodo 2004 - 2006:

- con riferimento al dato estivo:
 1. la portata media giornaliera è diminuita di circa il 36%;
 2. il carico di BOD₅ è diminuito di circa il 40 %;
 3. il carico di N-NH_4^+ è diminuito di circa il 51 %.
- con riferimento al dato resto dell'anno:
 1. la portata media giornaliera è diminuita di circa il 36%;

2. il carico di BOD₅ è diminuito di circa il 32 %;
3. il carico di N-NH₄⁺ è diminuito di circa il 13 %.

Come si vede, è in atto una indubbia tendenza alla riduzione dei carichi: tuttavia, per motivi “cautelativi”, in accordo con i gestori, si è stabilito di dimensionare l’ampliamento dell’impianto in base ai carichi e portate che si riferiscono agli anni dal 2004 al 2006.

Dall’analisi dei dati di esercizio sono state così determinate le portate di progetto da addurre al trattamento biologico.

PARAMETRI	UNITÀ DI MISURA	ESTATE	RESTO ANNO
Q_d (2004-2005-2006)*	m ³ /d	29.200	26.100
Q_d (2007)*	m ³ /d	18.767	16.940
Q_d di tempo asciutto (2007)	m ³ /d	17.552	15.740
Q_d di progett	m ³ /d	30.000	26.100
Q_{max} di progett	m ³ /d	60.000	60.000

Tabella 3. Dati di esercizio e di progetto relativamente alle portate adottate al trattamento biologico.

* i dati di esercizio sono comprensivi dei dati di portata registrati nei giorni di pioggia.

Dall’analisi dei dati di esercizio e di progetto delle portate si possono trarre le seguenti considerazioni:

- Alla luce dell’evoluzione verificatasi nel 2007 i dati di progetto qui utilizzati sono da considerarsi senz’altro “cautelativi”, in considerazione anche del fatto che i dati di esercizio sono relativi alle portate medie giornaliere massime mensili comprensive dei dati di portata registrate nei giorni di pioggia;
- La portata massima addotta al trattamento biologico garantisce il rispetto delle indicazioni riportate nella Delibera di Giunta Regionale Emilia Romagna n. 286 del 14 febbraio 2005 per quanto concerne il rapporto di diluizione relativo alle portate di pioggia da trattare rispetto alle portate nere medie di tempo asciutto; infatti il rapporto di diluizione teorico rispetto alla portata media giornaliera di progetto è pari a 2 e il rapporto di diluizione garantito rispetto ai dati di esercizio di portata del 2007 è superiore a 3 nel periodo “estivo” ed è pari a circa 4 nel periodo “resto dell’anno”.

3. CRITERIO GENERALE DI PROGETTO¹

Alla luce delle motivazioni descritte in precedenza, il progetto di ampliamento e ristrutturazione dell'impianto di Cattolica deve garantire una depurazione soddisfacente dei carichi in arrivo (e indicati nei dati di progetto di cui al p.to 2.2) con rispetto della normativa (limiti di legge per lo scarico in primis).

In particolare, gli obiettivi sono:

- a) il rispetto dei limiti di COD, BOD ed SS contenuti in Tab. 1 (D.lgs. 152/06 e s.m.i.);
- b) il rispetto dei limiti di N e P contenuti in Tab. 2 (D.lgs. 152/06 e s.m.i.);
- c) la mitigazione degli impatti ambientali (rumori).

Il progetto consegue gli obiettivi di cui sopra attraverso i seguenti due tipi di intervento:

1) INTERVENTI DI TIPO “FUNZIONALE”

Si intendono quelli direttamente connessi con la funzionalità dei processi depurativi (e quindi collegati al conseguimento degli obiettivi a) e b) di cui sopra). Essi sono:

- il sostanziale ampliamento della fase di DENITRIFICAZIONE (con la realizzazione di un nuovo comparto da 3.600 m³);
- la dotazione del RICIRCOLO del MIXED LIQUOR (indispensabile per far fruttare al meglio l'incremento volumetrico della denitrificazione) da realizzare in idoneo pozzetto in adiacenza alla partizione alla sedimentazione finale;
- l'incremento della volumetria della fase di OSSIDAZIONE-NITRIFICAZIONE, ottenuta con la destinazione a tale scopo dell'attuale comparto di predenitrificazione (1.523 m³); tale opera viene stralciata dal presente progetto per mancanza di copertura finanziaria;
- la possibilità di utilizzare l'attuale predenitrificazione sia nel modo di “ossidazione” (volume totale di ossidazione: 7.723 m³; volume di denitrificazione: 3.600 m³) sia nel modo di “denitrificazione”: (volume totale di ossidazione: 6.200 m³; volume totale denitrificazione: 5.123 m³), a seconda delle esigenze specifiche di carico, stagionali etc;
- la ristrutturazione (solo insonorizzazione) del LOCALE SOFFIANTI (dove alloggiare le nuove apparecchiature per la fornitura d'aria a tutto il comparto di nitrificazione); per quanto riguarda tali apparecchiature:
 - le 3 soffianti da circa 9.000 Nm³/h sono previste;
 - le 2 soffianti da circa 6.000 Nm³/h vengono stralciate per mancanza di copertura finanziaria;
- la realizzazione di un QUINTO SEDIMENTATORE FINALE (di superficie pari a 615 m² e volume pari a 2259 m³) in grado di rendere il complesso di sedimentatori finali dimensionalmente adeguato al trattamento delle portate di pioggia; tale realizzazione viene stralciata dalla presente progettazione per mancanza di copertura finanziaria;
- la realizzazione di un NUOVO MANUFATTO DI BYPASS a valle dei sedimentatori primari che consenta normalmente l'adduzione dei liquami al nuovo comparto di predenitrificazione, permetta l'alimentazione del comparto di predenitrificazione esistente in caso di bypass del nuovo comparto di predenitrificazione e al contempo permetta,

¹ Si sottolinea che, a seguito della rettifica da parte del Committente del valore del volume del comparto di denitrificazione esistente, originariamente considerato su indicazione del Committente pari a 2.000 m³ e ora corretto in 1523 m³, nel presente aggiornamento del progetto definitivo i volumi del comparto biologico sono stati rettificati e il volume del nuovo comparto di denitrificazione adeguato in relazione alle esigenze definite dai calcoli di dimensionamento.

mantenendo lo schema impiantistico attuale, il bypass alla clorazione delle eventuali punte di portata di pioggia non trattabili dalla sedimentazione finale.

- La realizzazione di una STAZIONE DI SOLLEVAMENTO DEI FANGHI DI RICIRCOLO per l'invio dei fanghi in testa al nuovo comparto di predenitrificazione;

2) INTERVENTI DI “MITIGAZIONE IMPATTO AMBIENTALE”

Si intende

- L'insonorizzazione dell'esistente locale soffianti.

4. FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO

Gli interventi previsti nel presente progetto hanno il preciso scopo di potenziare l'impianto per garantire il rispetto dei limiti allo scarico previsti dal D.lgs. 152/06 e al contempo di consentire la massima flessibilità gestionale.

Infatti gli interventi previsti non stravolgono l'impostazione impiantistica attuale ma la integrano e la potenziano, mantenendo la possibilità di funzionamento attuale nella sua totalità (con i medesimi collegamenti idraulici e le stesse possibilità di bypass tra le varie sezioni) e garantiscono contemporaneamente varie alternative di funzionamento adottabili in considerazione delle variazioni di carico in ingresso all'impianto e delle esigenze gestionali e di manutenzione più svariate.

In definitiva le alternative di funzionamento possibili sono le seguenti:

1° SCENARIO: con la costruzione della nuova vasca di denitrificazione (3.600 m^3 che andrebbero a sommarsi ai 1.523 m^3 esistenti); l'assetto dell'impianto si presenterebbe così:

- a. Ossidazione/nitrificazione (3 vasche esistenti): $V = 6.200 \text{ m}^3$;
- b. Denitrificazione (vasca esistente + nuova vasca): $V = 5.123 \text{ m}^3$;

In questo scenario il liquame viene addotto per gravità, tramite una nuova tubazione DN 1000, dal manufatto di bypass posto a valle dei sedimentatori primari alla nuova vasca di denitrificazione e da qui sempre per gravità, tramite una nuova tubazione DN 1600, fino ad un pozzetto collegato alla canaletta che sbocca nell'attuale denitrificazione.

Per quanto riguarda il ricircolo del mixed liquor si prevede l'installazione di quattro pompe (una di riserva), installate in nuovo pozzetto, che invieranno la miscela aerata in testa al nuovo comparto di predenitrificazione.

Per quanto riguarda il ricircolo fanghi si prevede la realizzazione di una stazione di sollevamento che ricircolerà il fango in testa al nuovo comparto di predenitrificazione; tale stazione sarà dotata di tre pompe, di cui una di riserva.

2° SCENARIO: prevede l'utilizzo del volume della vasca di denitrificazione esistente (1.523 m^3) come ossidazione; l'assetto dell'impianto si presenterebbe così:

- a. Ossidazione/nitrificazione (3 vasche esistenti + 1 vasca adattata): $V = 7.723 \text{ m}^3$;
- b. Denitrificazione (nuova vasca): $V = 3.600 \text{ m}^3$;

In questo caso, il cui funzionamento idraulico è del tutto analogo a quello di scenario 1, il liquame viene addotto per gravità, tramite una nuova tubazione DN 1000, dal manufatto di bypass posto a valle dei sedimentatori primari alla nuova vasca di predenitrificazione e da qui sempre per gravità, tramite una nuova tubazione DN 1600, fino ad un pozzetto collegato alla canaletta che sbocca nell'attuale denitrificazione.

Il ricircolo del mixed liquor è attuato tramite le quattro pompe (una di riserva), installate in nuovo pozzetto, che invieranno la miscela aerata in testa al nuovo comparto di predenitrificazione.

Per quanto riguarda il ricircolo fanghi si prevede la realizzazione di una stazione di sollevamento che ricircolerà il fango in testa al nuovo comparto di predenitrificazione; tale stazione sarà dotata di tre pompe, di cui una di riserva.

Tale scenario potrà essere adottato solo al momento dell'adeguamento dell'esistente denitrificazione in ossidazione/nitrificazione.

3° SCENARIO: prevede il bypass della vasca di denitrificazione esistente da 1.523 m^3 ; l'assetto dell'impianto si presenterebbe così:

- | | |
|---|---------------------------|
| a. Ossidazione/nitrificazione (3 vasche esistenti): | $V = 6.200 \text{ m}^3$; |
| b. Denitrificazione (nuova vasca): | $V = 3.600 \text{ m}^3$; |

In questo caso il funzionamento idraulico è del tutto analogo a quello di scenari 1 e 2 ad eccezione del bypass dell'attuale comparto di denitrificazione.

4° *SCENARIO*: l'assetto dell'impianto è il medesimo di quello attuale in quanto verrebbe bypassata la nuova sezione di predenitrificazione:

- | | |
|---|---------------------------|
| a. Ossidazione/nitrificazione (3 vasche esistenti): | $V = 6.200 \text{ m}^3$; |
| b. Denitrificazione (vasca esistente): | $V = 1.523 \text{ m}^3$; |

Il ricircolo del mixed liquor è attuato tramite le quattro pompe (una di riserva), installate in nuovo pozzetto, che invieranno la miscela aerata primari alla canaletta che sbocca nell'attuale denitrificazione.

In questo caso il liquame viene addotto per gravità, tramite la tubazione DN 1000 esistente, dal manufatto di bypass posto a valle dei sedimentatori primari alla canaletta che sbocca nell'attuale denitrificazione.

Il ricircolo fanghi avverrà con la stessa modalità con cui viene effettuato attualmente, direttamente nella canaletta che sbocca nell'attuale denitrificazione.

I quattro scenari di funzionamento sopra descritti possono trovare utile applicazione come segue:

1° *SCENARIO*: sarà normalmente la modalità di funzionamento adottata sia nel periodo estivo che in quello "resto dell'anno".

2° *SCENARIO*: l'adozione di tale modalità di funzionamento sarà destinata ai periodi estivi "di punta" dove sia opportuno spingere la resa di rimozione di BOD e COD adottando bassi carichi del fango.

3° e 4° *SCENARIO*: tali modalità di funzionamento potranno adottarsi per necessità manutentive e gestionali.

La possibilità di disporre dei quattro scenari di funzionamento sopra descritti conferisce una elasticità gestionale al progetto, laddove rivestono particolare importanza i seguenti fattori:

- la presenza di diverse alternative di funzionamento adottabili in funzione dei carichi in ingresso all'impianto e delle necessità di manutenzione dei vari comparti;
- il mantenimento di tutte le possibilità di bypass idraulici attualmente presenti compresa la possibilità di bypassare nel pozzetto "partitore" il liquame proveniente dai sedimentatori primari direttamente alla clorazione (sia l'intera portata in casi eccezionali che le punte di portata di pioggia in caso di sofferenza della fase di sedimentazione finale);
- l'introduzione di comparti per il potenziamento dell'impianto dotati della possibilità di essere bypassati;
- la trasformazione dell'attuale comparto di denitrificazione in comparto che può continuare a svolgere la funzione di denitrificazione ma può anche fungere da ossidazione.

L'attuale comparto di denitrificazione verrà dotato, per la sua funzione di comparto di ossidazione, di un adeguato sistema di aerazione in grado di evitare il verificarsi di situazioni di carenza di ossigeno. Proprio per evitare situazioni di carenza di ossigeno si è deciso di dimensionare il sistema di aerazione in modo da ossidare l'intero carico organico entrante nella sezione senza considerare però il quantitativo di ossigeno necessario per la nitrificazione. Infatti dall'analisi del valore del

carico del fango, al variare del carico in ingresso, si è constatato che il comparto funzionerà essenzialmente come ossidazione e rararamente come nitrificazione e anche qualora funzionasse come nitrificazione i valori di carico organico in ingresso necessari per determinare la formazione di batteri nitrificanti sono così bassi da rendere sufficiente il dimensionamento del sistema di aerazione effettuato solo sulla funzione di ossidazione del comparto.

5. VALUTAZIONE DELL' IMPATTO ACUSTICO PRODOTTO DAI NUOVI COMPRESSORI

L'area in cui sorge l'impianto di depurazione si trova tra il fiume Ventena, la Strada Statale Adriatica e la Via Saladucese (S.P. 17 per l'ingresso a Cattolica). In prossimità dell'area sono presenti: il cimitero ed alcune abitazioni private.

Il Comune di Cattolica ha redatto la "Classificazione acustica del territorio comunale" adottata con Delibera di C.C. n. 68 del 30.07.2007.

In tale documento sono evidenziati i limiti di accettabilità del rumore diurno e notturno per le varie aree urbanistiche.

Questa classificazione attribuisce all'area del depuratore i limiti assoluti di immissione di rumore validi per la classe VI "Aree esclusivamente industriali" e cioè:

- Valore diurno (dalle 06.00 alle 22.00): 70 dB(A);
- Valore notturno (dalle 22.00 alle 06.00): 70 dB(A).

Le aree limitrofe sono invece classificate con i seguenti limiti:

- Aree residenziali (classe III):
 - o Valore diurno (dalle 06.00 alle 22.00): 60 dB(A);
 - o Valore notturno (dalle 22.00 alle 06.00): 50 dB(A).
- Area cimiteriale (classe I):
 - o Valore diurno (dalle 06.00 alle 22.00): 50 dB(A);
 - o Valore notturno (dalle 22.00 alle 06.00): 40 dB(A).

Da uno studio abbastanza recente (settembre 2007) commissionato da Hera a seguito di misure fonometriche effettuate in orario diurno in prossimità della sorgente giudicata "più rumorosa" il locale soffiante sono emersi i seguenti valori:

- presso l'ingresso del depuratore (quindi in prossimità delle aree residenziali): **51,7 dB(A)**;
- a 5 metri dal locale (lato est): **57,7 dB(A)**;
- a 3 metri dalla mandata in uscita dal locale (lato nord): **74,9 dB(A)**;
- a 3 metri dal vano di aspirazione (lato ovest): **68,3 dB(A)**;
- confine con la recinzione tra l'ingresso e il cimitero (lato sud): **57,2 dB(A)**;
- confine recinzione angolo cimitero (lato ovest): **64,1 dB(A)**;
- all'interno del locale: **98,9 dB(A)**;
- nel vano di aspirazione: **94,5 dB(A)**.

Dal raffronto tra i valori registrati all'interno e all'esterno del locale si evince che la riduzione dovuta all'insonorizzazione del locale esistente varia da un minimo di **24 dB(A)** (a 3 metri dalla mandata in uscita dal locale) ad un massimo di **47,2 dB(A)** (presso l'ingresso del depuratore).

Facendo una media puramente matematica risulta che l'insonorizzazione del locale riduce il rumore prodotto dagli attuali compressori di circa **36,0 dB(A)**.

I nuovi compressori centrifughi previsti nel presente progetto producono una rumorosità massima (a macchina nuda ossia senza struttura insonorizzata) di **77,0 dB(A)** per le macchine più grandi (da 2.000 a 10.000 Nm³/h) e di **74,0 dB(A)** per le macchine più piccole (da 2.100 a 7.500 Nm³/h).

Nei conteggi che seguono verranno considerate le macchine più grandi. Tali macchine sono state prese a riferimento per uno studio realizzato dal produttore da cui sono emersi i seguenti risultati:

VALORI DI RUMORE SENZA ISOLAMENTO

63 HZ	125 HZ	250 HZ	500 HZ	1000 HZ	2000 HZ	4000 HZ	8000 HZ
77 dB(A)	82 dB(A)	78 dB(A)	78 dB(A)	81 dB(A)	88 dB(A)	91 dB(A)	83 dB(A)

VALORI DI RUMORE CON ISOLAMENTO

63 HZ	125 HZ	250 HZ	500 HZ	1000 HZ	2000 HZ	4000 HZ	8000 HZ
59 dB(A)	66 dB(A)	69 dB(A)	72 dB(A)	71 dB(A)	75 dB(A)	72 dB(A)	63 dB(A)

Considerando che in progetto è previsto il rifacimento di tutta la insonorizzazione del locale e prevedendo che la riduzione del livello del rumore sia uguale a quella attuale (misurata nella campagna succitata) ossia - **36,0 dB(A)** avremmo che:

- a) applicando tale valore al valore medio del compressore senza isolamento si avrà:
 - valore medio = $[91,0 \text{ dB(A)} + 77,0 \text{ dB(A)}]/2 = 84,0 \text{ dB(A)}$;
- b) applicando tale valore al valore medio del compressore con isolamento:
 - valore medio = $[75,0 \text{ dB(A)} + 59,0 \text{ dB(A)}]/2 = 67,0 \text{ dB(A)}$;

Da quanto suesposto si evince che:

- a) col compressore senza isolamento avremmo un rumore che potrebbe essere intorno ai **48,0 dB(A)**;
- b) col compressore con isolamento avremmo un rumore che potrebbe essere intorno ai **31,0 dB(A)**;

Il caso del compressore senza isolamento è ovviamente un caso limite, in quanto potrebbe verificarsi nel momento in cui la macchina sia in manutenzione o riparazione (quindi comunque un tempo minimo per la prova).

Quindi il caso che ci interessa è ovviamente quello del compressore isolato (dotato di insonorizzazione); il dato che emerge, ossia **31,0 dB(A)** di rumore residuo dovrebbe garantire sia i limiti di classe I (area cimiteriale) nella condizione peggiore (notturno = **40,0 dB(A)**) e ovviamente anche i limiti di classe III (area residenziale) nella condizione peggiore (notturno = **50,0 dB(A)**).

6. VERIFICHE DI DIMENSIONAMENTO SULLA BASE DEI DATI DI PROGETTO: CARICHI PERIODO 2004+2006

6.1 Premessa

In merito alle verifiche di dimensionamento si specifica quanto segue:

1. Le verifiche di dimensionamento sono state effettuate, come precisato nel paragrafo 2.2, sulla base dei dati di progetto desunti dall'elaborazione dei dati che si riferiscono agli anni dal 2004 al 2006. I dati di progetto sono riproposti, per maggior chiarezza, nella seguente Tabella 4.

PARAMETRI	UNITÀ DI MISURA	ESTATE	RESTO ANNO
Q_d	m ³ /d	30.000	26.100
Q_{\max} di progetto	m ³ /d	60.000	
BOD_5	Kg/d	6.953	4.874
$N-NH_4^+$	Kg/d	2.042	1.011

Tabella 4. Dati di progetto.

2. I dimensionamenti sono stati effettuati sulla base dei seguenti dati di targa forniti dal Committente:

- volumetria del comparto di denitrificazione: **1.523 m³**.
- Volumetria complessiva del comparto di ossidazione/nitrificazione: **6.200 m³**.
La volumetria complessiva risulta così suddivisa nelle 3 vasche che compongono il comparto di ossidazione/nitrificazione:
 - Vasca OX 1 (lato uffici): **2.000 m³**;
 - Vasca OX 2 (centrale): **1.500 m³**;
 - Vasca OX 3 (lato cimitero): **2.700 m³**.
- Volumetria complessiva del comparto di sedimentazione finale (composto da n° 4 sedimentatori identici): **6.024 m³**.
- Superficie complessiva del comparto di sedimentazione finale: **2.460 m²**
- Portata massima di ricircolo fanghi attivi: **1600 m³/h**.

Il dato relativo alla volumetria del comparto di denitrificazione è stato modificato, nella presente revisione su indicazione del Committente, in 1.523 m³. Il valore precedente di 2000 m³, riportato in tutte le precedenti progettazioni e studi relativi all'impianto di Cattolica, era stato peraltro originariamente fornito dalla stessa Committente.

3. Per quanto riguarda i rendimenti depurativi del comparto di sedimentazione primaria sono stati assunti i seguenti valori:
 - Rendimento di abbattimento per BOD_5 pari a 30 %.
 - Rendimento di abbattimento per NH_4^+ pari a 10%.

Le verifiche di dimensionamento sono così suddivise nei successivi paragrafi:

- Paragrafo 6.2: Vasca "ex denitrificazione", ora adibita ad ossidazione: dimensionamento del sistema di aerazione.
- Paragrafo 6.3: comparto di ossidazione/nitrificazione: dimensionamento del sistema di aerazione.

- Paragrafo 6.4: Analisi della capacità di trattamento dei sedimentatori finali
- Paragrafo 6.5: Dimensionamento del nuovo comparto di denitrificazione

6.2 Vasca “ex denitrificazione” adibita ad ossidazione: dimensionamento del sistema di aerazione

Nel presente paragrafo viene presentato il dimensionamento del sistema di aerazione della vasca “ex denitrificazione” esistente ora adibita ad ossidazione.

Il dimensionamento è stato effettuato tramite:

- definizione del carico di BOD₅ in ingresso al comparto biologico in funzione del rendimento di abbattimento in sedimentazione primaria;
- calcolo del valore del carico del fango in funzione dei seguenti parametri: carico di BOD₅ in ingresso al comparto, volumetria della vasca “ex denitrificazione” e concentrazione di biomassa nel comparto biologico;
- calcolo dell’ossigeno necessario per le esigenze associate alla respirazione assimilativa ed endogena del fango, dopo aver escluso la possibilità di nitrificazione sulla base del valore del carico del fango;
- calcolo della potenzialità del sistema di aerazione definendo la portata d’aria da fornire sulla base dell’ossigeno necessario e del rendimento di ossigenazione.

BOD₅= 6.953 Kg/d dato del carico in ingresso all’impianto nel periodo estivo relativo al periodo 2004-2005-2006

BOD₅= 4.867 Kg/d dato del carico in ingresso al comparto biologico assumendo un rendimento di abbattimento pari al 30% in sedimentazione primaria

$$C_f = BOD_{in} / (X * V)$$

dove:

C_f: Carico del fango [KgBOD₅ / (KgSS d)]

V = 1.523 m³ (volume vasca esistente “ex denitro”)

BOD_{in} = 4.867 Kg/d

X = 5 [KgSS/m³] (valore di concentrazione di biomassa assunto nel comparto biologico)

Il carico del fango risulta pari a circa 0,64 [KgBOD₅ / (KgSS d)]; tale valore di carico del fango porta ad escludere la formazione di batteri nitrificanti (e con ciò la possibilità di nitrificare) e quindi il calcolo per il fabbisogno di ossigeno verrà eseguito solo sulla base della richiesta per l’ossidazione del BOD₅ e della respirazione endogena senza tener conto del contributo dovuto alla nitrificazione.

Il fabbisogno di ossigeno è fornito dalla seguente espressione:

$$\Delta O_2 = \alpha * K * BOD_{5abb} + \beta * X * V$$

dove:

$\alpha = 0,5 \text{ kg O}_2/\text{kg BOD}_5 \text{ abbattuto}$

$K=1,5$

$\text{BOD}_{5\text{abb}} = \text{BOD}_5 \text{ abbattuto pari al } 70\% \text{ del BOD}_5 \text{ in ingresso al comparto biologico}$

$\beta = 0,1 \text{ kg O}_2/\text{kg SS} \cdot \text{d}$

$X = 5 \text{ kg SS}/\text{m}^3$

$V = 1.523 \text{ m}^3$

Il fabbisogno di ossigeno risulta quindi pari a:

$$\Delta \text{O}_2 = 0,5 * 1,5 * (4.867 * 0,70) + 0,1 * 5 * 1523 = 3.317 \text{ Kg O}_2/\text{d}$$

Per il calcolo del fabbisogno di ossigeno in condizioni standard è stata utilizzata questa formula:

$$\Delta \text{O}_2 (\text{STANDARD}) = \Delta \text{O}_2 / \delta * (\eta * C_s - C) / C'_s$$

dove:

$\delta = 0,8$ (tiene conto della presenza nel mixed liquor di particelle che rendono più difficoltoso il trasferimento di O_2 rispetto al caso di acqua pulita)

$\eta = 0,95$ (tiene conto della concentrazione di sali disciolti nel liquame urbano)

$C_s = C'_s = 9,2 \text{ mg/l}$ (è la concentrazione di saturazione dell' O_2 disciolto a 20°C in acqua pulita)

$C = 2,5 \text{ mg/l}$ (è la concentrazione minima di O_2 in vasca)

$$\Delta \text{O}_2 (\text{STANDARD}) = 6.113 \text{ Kg O}_2/\text{d}$$

Se si assume un rendimento medio dei diffusori pari al 20 % e se si tiene conto del contenuto di O_2 nell'aria pari a 280 g/m^3 , il fabbisogno giornaliero di aria da fornire è pari a:

$$Q_{\text{aria}} = \Delta \text{O}_2 (\text{STANDARD}) / (0,280 * 0,20) = 109.161 \text{ Nm}^3 \text{ aria/d}$$

La portata d'aria da fornire risulta pari a $4.548 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

6.3 Comparto di ossidazione/nitrificazione: dimensionamento del sistema di aerazione

Nel presente paragrafo viene presentato il dimensionamento del sistema di aerazione del comparto di ossidazione/nitrificazione.

Il dimensionamento è stato effettuato sul carico complessivo in ingresso al comparto biologico, senza considerare il carico ossidabile dal comparto esistente di denitrificazione adibito ad ossidazione, per rendere prima di tutto attuabile la modalità di funzionamento riportata in SCENARIO 1 e SCENARIO 3 al Capitolo 4 e in secondo luogo per dotare l'impianto di un sistema di aerazione adeguato al trattamento dei carichi in ingresso anche in considerazione del fatto che momentaneamente la realizzazione del sistema di diffusione dell'aria nell'attuale bacino di denitrificazione non verrà realizzata per mancanza di copertura finanziaria.

Per effettuare il dimensionamento del sistema di aerazione del comparto di ossidazione/nitrificazione si è proceduto a:

- definire il carico di BOD₅ in ingresso al comparto biologico in funzione del rendimento di abbattimento in sedimentazione primaria;
- calcolare il valore del carico del fango in funzione dei seguenti parametri: carico di BOD₅ in ingresso al comparto, volumetria del comparto di ossidazione/nitrificazione e concentrazione di biomassa nel comparto biologico;
- procedere al calcolo dell'ossigeno necessario per le esigenze associate alla respirazione assimilativa e endogena del fango e del contributo associato alla nitrificazione;
- calcolare la potenzialità del sistema di aerazione definendo la portata d'aria da fornire sulla base dell'ossigeno necessario e del rendimento di ossigenazione. Si specifica che la potenzialità complessiva del sistema di aerazione è stata definita sulla base dei quantitativi d'aria da fornire a ciascuna delle tre vasche che compongono il comparto di ossidazione/nitrificazione.

BOD₅ = 6.953 Kg/d dato del carico in ingresso all'impianto nel periodo estivo relativo al periodo 2004-2005-2006

BOD₅ = 4.867 Kg/d dato del carico in ingresso al comparto biologico assumendo un rendimento di abbattimento pari al 30% in sedimentazione primaria

$$C_f = \text{BOD}_{\text{in}} / (X * V)$$

dove:

C_f: Carico del fango [KgBOD₅ / (KgSS d)]

V = 6.200 m³ (volume complessivo esistente)

BOD_{in} = 4.867 Kg/d

X = 5 [KgSS/m³] (valore di concentrazione di biomassa assunto nel comparto biologico)

Il carico del fango risulta, in concomitanza del carico massimo in ingresso al comparto di ossidazione/nitrificazione pari a 0,157 [KgBOD₅ / (KgSS d)]; il comparto di ossidazione/ nitrificazione presenterà sostanzialmente in tutte le condizioni di funzionamento valori del C_f ≤ 0,157 e, di conseguenza, sussistono sempre “sostanzialmente” le condizioni per l’attuazione del processo di nitrificazione. Il calcolo dell’ossigeno necessario verrà quindi effettuato in considerazione delle esigenze associate alla respirazione assimilativa e endogena del fango e del contributo relativo al processo di nitrificazione.

Il fabbisogno di ossigeno è fornito dalla seguente espressione:

$$\Delta O_2 = \alpha * K * \text{BOD}_{5\text{abb}} + \beta * X * V + \gamma * K * (\text{N-NH}_4^+)$$

dove:

α = 0,5 kg O₂/kg BOD₅ abbattuto

K=1,5

$BOD_{5abb} = BOD_5$ abbattuto pari al 95 % del BOD_5 in ingresso al comparto biologico

$$\beta = 0,1 \text{ kgO}_2/\text{kgSS} \cdot \text{d}$$

$$X = 5 \text{ kgSS}/\text{m}^3$$

$$V = 6200 \text{ m}^3$$

$$\gamma = 4,57 \text{ kgO}_2/\text{KgN}_{\text{nitrificato}}$$

N-NH_4^+ = azoto ammoniacale nitrificato

Il fabbisogno di ossigeno risulta quindi pari a:

$$\Delta O_2 = 0,5 * 1,5 * (4.867 * 0,95) + 0,1 * 5 * 6200 + 4,57 * 1,5 * 1547 = 17.179 \text{ Kg O}_2/\text{d}$$

Per il calcolo del fabbisogno di ossigeno in condizioni standard è stata utilizzata questa formula:

$$\Delta O_2 (\text{STANDARD}) = \Delta O_2 / \delta * (\eta * C_s - C) / C_s$$

dove:

$\delta = 0,8$ (tiene conto della presenza nel mixed liquor di particelle che rendono più difficoltoso il trasferimento di O_2 rispetto al caso di acqua pulita)

$\eta = 0,95$ (tiene conto della concentrazione di sali disciolti nel liquame urbano)

$C_s = C'_s = 9,2 \text{ mg/l}$ (è la concentrazione di saturazione dell' O_2 disciolto a 20°C in acqua pulita)

$C = 2,5 \text{ mg/l}$ (è la concentrazione minima di O_2 in vasca)

$$\Delta O_2 (\text{STANDARD}) = 31.660 \text{ Kg O}_2/\text{d}$$

Per definire al meglio la potenzialità necessaria del sistema di aerazione sono state calcolate le portate d'aria che devono essere fornite a ciascuna delle vasche che compongono il comparto ossidativo in relazione ai carichi in ingresso a ciascuna delle vasche e alle rese di ossigenazione.

I carichi in ingresso a ciascuna vasca, riportati nella seguente Tab. 5, sono stati definiti in relazione al carico organico complessivo, ripartito nelle tre vasche in relazione alla suddivisione delle portate nelle tre vasche, definita, considerando la linearità del rapporto tra portata e lunghezza dello stramazzo, in relazione alle lunghezze degli stramazzi in uscita dalle vasche del comparto di ossidazione/nitrificazione.

	VASCA 1	VASCA 2	VASCA 3
Volume (m^3)	2.000	1.500	2.700
lunghezza stramazzi	5,5	4,5	6,8
Suddivisione portate (%)	33	27	40
Carico organico totale in ingresso ossidazione (kg/d)	4.867		
Carico organico per vasca (kg/d)	1.593	1.304	1.970
Azoto in ingresso ossidazione (kg/d)	1.838		
Azoto nitrificato totale (kg/d)	1.547		
Azoto nitrificato per vasca (kg/d)	507	415	627
Quantitativo di ossigeno (kg/d)	5.609	4.521	7.049
Ossigeno c.s. (kg/d)	10.338	8.333	12.991
Portate ossigeno (Nm^3/h)	8.546	6.889	9.666

Tabella 5. Calcolo dell'ossigeno necessario per il processo di ossidazione/nitrificazione

Se si assume un rendimento medio dei diffusori, in relazione al battente d'acqua presente in vasca, pari al 20 % per la vasca lato cimitero e pari al 18 % per la vasca centrale e la vasca lato uffici, e se si tiene conto del contenuto di O₂ nell'aria pari a 280 g/m³, il fabbisogno giornaliero di aria da fornire è pari a:

$$Q_{\text{aria}} = 602.438 \text{ Nm}^3 \text{ aria/d}$$

La portata d'aria oraria complessiva da fornire risulta pari a 25.101 Nm³/h.

6.4 Analisi della capacità di trattamento dei sedimentatori finali

Nel presente paragrafo viene presentata l'analisi della capacità di trattamento dei sedimentatori finali.

L'analisi è stata condotta valutando la situazione attuale (assetto con 4 sedimentatori) e la situazione con l'introduzione del nuovo bacino di sedimentazione finale (assetto con 5 sedimentatori).

Si è proceduto in sintesi a verificare, sia in condizioni di tempo asciutto sia in tempo di pioggia, i seguenti parametri:

- tempo di permanenza;
- carico idraulico;
- flusso solido;
- velocità massima di sfioro.

6.4.1 Analisi della capacità di trattamento dei sedimentatori finali nella situazione attuale (assetto con 4 sedimentatori)

Superficie unitaria: 615 m²

Volume unitario: 1506 m³

Diametro: 28 m

Superficie totale: 2.460 m²

Volume totale: 6.024 m³

TEMPO ASCIUTTO:

Verifica del tempo di permanenza per Q₂₄: 1250 m³/h:

$$T_p = V/Q_{24} = 4,8 \text{ h} \quad (T_p \geq 3 \text{ h})$$

Verifica del carico idraulico per Q₂₄: 1250 m³/h:

$$C_i = Q_{24}/S = 0,51 \text{ m/h} \quad (C_i \leq 0,8 \text{ m/h})$$

Verifica flusso solido limite:

$$F_s = X(Q_{24} + Q_r)/S = 5,79 \text{ KgSS}/(\text{m}^2 \text{ h}) \quad (F_s \leq 6 \text{ KgSS}/(\text{m}^2 \text{ h}))$$

Verifica sulla velocità massima di sfioro:

$$v = Q_{24}/P = 0,99 \text{ l/sm} \quad (v \leq 3 \text{ l/sm})$$

TEMPO DI PIOGGIA:

Verifica del tempo di permanenza per Q_{max}: 2500 m³/h:

$$T_p = V/Q_{\text{max}} = 2,4 \text{ h} \quad (T_p \geq 1 \text{ h})$$

Verifica del carico idraulico per Q_{max}: 2500 m³/h:

$$C_i = Q_{\text{max}}/S = 1,02 \text{ m/h} \quad (C_i \leq 1,5 \text{ m/h})$$

Verifica flusso solido limite:

$$F_s = X(Q_{\text{max}} + Q_r)/S = 8,33 \text{ KgSS}/(\text{m}^2 \text{ h})$$

Verifica sulla velocità massima di sfioro:

$$v = Q_{\text{max}}/P = 1,97 \text{ l/sm} \quad (v \leq 3 \text{ l/sm})$$

Dalle verifiche effettuate si evince che nella condizione attuale, la sezione di sedimentazione finale nel suo complesso può presentare una certa criticità in concomitanza delle punte di portata di pioggia in arrivo all'impianto, come evidenziato dal valore del flusso solido eccessivamente alto.

6.4.2 Analisi della capacità di trattamento dei sedimentatori finali a seguito dell'inserimento del nuovo bacino di sedimentazione finale (assetto con 5 sedimentatori)

Superficie unitaria: 615 m²

Volume unitario: 1506 m³ (nuovo sedimentatore 2259 m³)

Diametro: 28 m

Superficie totale: 3075 m²

Volume totale: 8283 m³

TEMPO ASCIUTTO:

Verifica del tempo di permanenza per Q₂₄: 1250 m³/h:

$T_p = V/Q_{24} = 6,6 \text{ h}$ ($T_p \geq 3 \text{ h}$)

Verifica del carico idraulico per Q₂₄: 1250 m³/h:

$C_i = Q_{24}/S = 0,40 \text{ m/h}$ ($C_i \leq 0,8 \text{ m/h}$)

Verifica flusso solido limite:

$F_s = X(Q_{24}+Q_r)/S = 4,63 \text{ KgSS}/(\text{m}^2 \text{ h})$ ($F_s \leq 6 \text{ KgSS}/(\text{m}^2 \text{ h})$)

Verifica sulla velocità massima di sfioro:

$v = Q_{24}/P = 0,79 \text{ l/sm}$ ($v \leq 3 \text{ l/sm}$)

TEMPO DI PIOGGIA:

Verifica del tempo di permanenza per Q_{max}: 2500 m³/h:

$T_p = V/Q_{\text{max}} = 3,3 \text{ h}$ ($T_p \geq 1 \text{ h}$)

Verifica del carico idraulico per Q_{max}: 2500 m³/h:

$C_i = Q_{\text{max}}/S = 0,81 \text{ m/h}$ ($C_i \leq 1,5 \text{ m/h}$)

Verifica flusso solido limite:

$F_s = X(Q_{\text{max}}+Q_r)/S = 6,66 \text{ KgSS}/(\text{m}^2 \text{ h})$

Verifica sulla velocità massima di sfioro:

$v = Q_{\text{max}}/P = 1,58 \text{ l/sm}$ ($v \leq 3 \text{ l/sm}$)

Dalle verifiche effettuate si evince che con l'introduzione del nuovo bacino di sedimentazione, la sezione di sedimentazione finale, è in grado di trattare le punte di portata di pioggia, in arrivo all'impianto. Si tenga presente che il valore del flusso solido, relativo al tempo di pioggia, risulta del tutto accettabile in considerazione del fatto che le punte di portata in tempo di pioggia avranno durata limitata e determineranno quindi sovraccarichi sostenibili dalla sezione di sedimentazione finale.

6.5 Dimensionamento del nuovo comparto di denitrificazione

Nel presente paragrafo viene effettuato il dimensionamento del nuovo comparto di denitrificazione. Il dimensionamento è stato effettuato tramite:

- definizione del carico di azoto ammoniacale in ingresso al comparto biologico in funzione del rendimento di abbattimento in sedimentazione primaria;
- definizione del carico di azoto da denitrificare in considerazione del carico di azoto ammoniacale in ingresso al comparto biologico e in relazione ai quantitativi di azoto assimilato in ossidazione e ai quantitativi di azoto in uscita dall'impianto, associati alla portata allo scarico e funzione della concentrazione ammissibile allo scarico.

- calcolo del volume di denitrificazione necessario in funzione del quantitativo di azoto da denitrificare, della velocità di denitrificazione, valutata in relazione alla temperatura media nel comparto biologico nel periodo estivo e nel periodo invernale, e della concentrazione di biomassa nel comparto biologico.

Il volume della vasca di denitrificazione è stato calcolato tramite l'espressione seguente:

$$V_{denitro} = \frac{N_{denitrificare} [KgN - NO_3 / d]}{v_{den} [KgN - NO_3 / KgSSV \times d] \times X [KgSS / m^3] \times 0,7 [KgSSV / KgSS]}$$

dove:

$$v_{den}(20^{\circ}C) = 0,075 [KgN-NO_3/KgSSV*d] \text{ per il periodo estivo}$$

$$v_{den}(12^{\circ}C) = 0,03 [KgN-NO_3/KgSSV*d] \text{ per il periodo "resto dell'anno"}$$

$$X = 5 [KgSS/m^3]$$

$$N_{denitrificare} = N_{in} - N_{ass} - N_{out}$$

6.5.1 Periodo estivo con riferimento ai carichi in ingresso relativi agli anni 2004-2005-2006

$$N-NH_4^+ = 2.042 \text{ Kg/d carico di azoto in ingresso all'impianto}$$

$$N_{in} = 1.838 \text{ Kg/d azoto in ingresso al comparto biologico considerato un abbattimento del 10\% in sedimentazione primaria}$$

$$N_{ass} = 5\% \text{ BOD}_{abbattuto}$$

$$\text{BOD}_{abbattuto} = 4.867 \times 0,95 = 4.623 \text{ Kg/d}$$

$$N_{ass} = 4.623 \times 0,05 = 231 \text{ KgN/d}$$

$$N_{out} = Q_d \times 10 \text{ g/m}^3 = 30.000 \text{ m}^3/\text{d} \times 10 \text{ g/m}^3 = 300 \text{ Kg/d}$$

$$N_{denitrificare} = 1.307 \text{ Kg/d}$$

Dal calcolo si ottiene un volume di 4.979 m³.

6.5.2 Periodo resto dell'anno con riferimento ai carichi in ingresso relativi agli anni 2004-2005-2006

$$N-NH_4^+ = 1.011 \text{ Kg/d carico di azoto in ingresso all'impianto}$$

$$N_{in} = 910 \text{ Kg/d azoto in ingresso al comparto biologico considerato un abbattimento del 10\% in sedimentazione primaria}$$

$$N_{\text{ass}} = 5\% \text{ BOD}_{\text{abbattuto}}$$

$$\text{BOD}_{\text{abbattuto}} = 3.412 \times 0,95 = 3.241 \text{ Kg/d}$$

$$N_{\text{ass}} = 3.241 \times 0,05 = 162 \text{ KgN/d}$$

$$N_{\text{out}} = Q_d \times 10 \text{ g/m}^3 = 26.100 \text{ m}^3/\text{d} \times 10 \text{ g/m}^3 = 261 \text{ Kg/d}$$

$$N_{\text{denitrificare}} = 487 \text{ Kg/d}$$

Dal calcolo si ottiene un volume di 4.638 m^3 .

In base ai calcoli effettuati analizzando i due casi relativi ai carichi in ingresso registrati negli anni 2004-2005-2006, periodo estivo e resto dell'anno, il volume necessario per la denitrificazione è pari a circa 5.000 m^3 ; considerato che il comparto di denitrificazione esistente presenta un volume di 1.523 m^3 , l'ampliamento dovrebbe essere di circa 3.500 m^3 ; per ragioni puramente logistiche (si è optato per una vasca a sezione quadrata 30 x 30 m. e 4 m. di battente) l'ampliamento della fase di denitrificazione risulta essere pari a 3.600 m^3 .

6.6 Conclusioni

In funzione delle verifiche di dimensionamento effettuate sulla base dei dati di progetto, desunti in considerazione dei carichi in ingresso relativi agli anni 2004-2005-2006, si può in sintesi concludere che:

1. Si conferma la scelta di dotare il sistema di aerazione di n. 5 nuovi compressori centrifughi (di due taglie diverse) così suddivisi:
 - n. 3 compressori con le seguenti caratteristiche:
 - range di portata nominale: $2.000 \div 10.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$;
 I tre compressori saranno indipendenti e risultano al servizio di:
 - vasca ossidazione lato cimitero;
 - vasca ossidazione centrale;
 - vasca ossidazione lato uffici.
 - n. 2 compressori con le seguenti caratteristiche:
 - range di portata nominale: $2.100 \div 7.500 \text{ Nm}^3/\text{h}$;
 I due compressori saranno al servizio di:
 - vasca ossidazione (ex denitrificazione);
 - di riserva a tutti gli altri quattro compressori.
 I due compressori vengono stralciati per mancanza di copertura finanziaria.
2. Si conferma la necessità per la sezione di denitrificazione di una volumetria complessiva di 5.000 m^3 . A seguito della rettifica da parte del Committente della volumetria relativa alla vasca di denitrificazione esistente (il dato originariamente fornito pari a 2.000 m^3 è stato rettificato in 1.523 m^3), la volumetria del nuovo comparto di denitrificazione dovrebbe essere di circa 3.500 m^3 ; per ragioni puramente logistiche (si è optato per una vasca a sezione quadrata 30 x 30 m. e 4 m. di battente) l'ampliamento della fase di denitrificazione risulta essere pari a 3.600 m^3 (e non 3.000 m^3 come era stato indicato nelle versioni precedenti).
3. Si conferma la necessità di realizzare un quinto bacino della sezione di sedimentazione finale. La realizzazione del quinto bacino di sedimentazione finale, rinviata in considerazione della mancanza di copertura finanziaria per la realizzazione di tutte le opere previste nel presente progetto, rimane comunque elemento importante per il conseguimento degli obiettivi alla base della presente progettazione.

4. Si confermano i valori delle portate del ricircolo fanghi e della miscela aerata:
- il valore della portata dei fanghi di ricircolo, pari a $1.600 \text{ m}^3/\text{h}$, risulta pari alla potenzialità massima di ricircolo attualmente a disposizione ed è pari a circa 130 % della portata media oraria di progetto.
 - Il valore della portata di miscela aerata, pari a $4.000 \text{ m}^3/\text{h}$, risulta adeguato in relazione alle esigenze del processo di nitrificazione/denitrificazione.

7. VERIFICHE DI DIMENSIONAMENTO SULLA BASE DEI DATI FORNITI DAL SIG. SOLDATI: CARICHI PERIODO 2007÷2009.

7.1 Premessa

Su richiesta del Committente sono state effettuate ulteriori verifiche in relazione ai carichi registrati in ingresso all'impianto nel periodo 2007÷2009.

Si sottolinea che i dati, riportati nella seguente Tabella 6, sulla base dei quali sono state effettuate le presenti verifiche sono stati forniti dal Sig. Soldati e ottenuti mediante una metodologia di elaborazione dei valori dei carichi in ingresso all'impianto differente da quella utilizzata per la definizione dei carichi di progetto.

PARAMETRI	UNITÀ DI MISURA	ESTATE	RESTO ANNO
Q_d	m ³ /d	24.000	16.000
Q_{max}	m ³ /d	48.000	32.000
BOD ₅	kg/d	7.200	4.800
N-NH ₄ ⁺	kg/d	1.680	1.120

Tabella 6: Dati di forniti dal Sig. Soldati: carichi periodo 2007÷2008

I dimensionamenti sono stati effettuati sulla base dei seguenti dati di targa forniti dal Committente:

- volumetria del comparto di denitrificazione: **1523 m³**.
- Volumetria complessiva del comparto di ossidazione/nitrificazione: **6200 m³**.
La volumetria complessiva risulta così suddivisa nelle 3 vasche che compongono il comparto di ossidazione/nitrificazione:
 - OX 1 (lato uffici): **2.000 m³**;
 - OX 2 (centrale): **1.500 m³**;
 - OX 3 (lato cimitero): **2.700 m³**.
- Volumetria complessiva del comparto di sedimentazione finale (composto da n° 4 sedimentatori identici): **6.024 m³**.
- Superficie complessiva del comparto di sedimentazione finale: **2.460 m²**
- Portata massima di ricircolo fanghi attivi: **1600 m³/h**.

Il dato relativo alla volumetria del comparto di denitrificazione è stato modificato, nella presente revisione, su indicazione del Committente. Il valore di 2000 m³, riportato in tutte le precedenti progettazioni e studi relativi all'impianto di Cattolica, era stato originariamente fornito dal Committente.

Per quanto riguarda i rendimenti depurativi del comparto di sedimentazione primaria sono stati assunti i seguenti valori:

- rendimento di abbattimento per BOD₅ pari a 30 %.
- rendimento di abbattimento per NH₄⁺ pari a 10%.

Tali % sono da noi ritenute certamente significative, mentre i rendimenti di rimozione assunti dal Sig. Soldati (18% per il BOD e 0% per l'azoto) fanno riferimento a un numero molto limitato di dati e il calcolo è eseguito puntualmente (giorno per giorno); in questo modo si riscontrano (come ci si può attendere) dati non significativi (rendimenti di rimozione negativi) che sono stati tuttavia utilizzati, dal Sig. Soldati, nel calcolo del rendimento medio.

Per quanto riguarda il BOD, eliminando i rendimenti di rimozione negativi, il rendimento sale al 25-30%, ovvero in perfetto accordo con quanto assunto in progetto definitivo.

Tuttavia, essendo i dati di riferimento molto scarsi (solo 5 sia per il 2008 che per il 2009), è abbastanza “rischioso” pretendere di ottenere dai medesimi informazioni attendibili. E’ più sicuro usare dati di letteratura ben confermati dall’esperienza (30%).

Per quanto riguarda l’azoto, calcolato nel medesimo modo, da gli stessi problemi di attendibilità: si passa da un rendimento negativo del 77,6% ad un rendimento massimo del 43,4%. E’ evidente peraltro che se le analisi sono riferite all’azoto ammoniacale, il sedimentatore primario non ha nessun effetto, salvo un possibile lieve incremento di concentrazione per idrolisi di azoto particolato. Anche in questo caso, dunque, il riferimento a dati di letteratura (10%) è preferibile.

Le verifiche di dimensionamento sono così suddivise nei successivi paragrafi:

- Paragrafo 7.2: Vasca “ex denitrificazione” adibita ad ossidazione: dimensionamento del sistema di aerazione.
- Paragrafo 7.3: comparto di ossidazione/nitrificazione: dimensionamento del sistema di aerazione.
- Paragrafo 7.4: Analisi della capacità di trattamento dei sedimentatori finali.
- Paragrafo 7.5: Dimensionamento del nuovo comparto di denitrificazione.

7.2 Vasca “ex denitrificazione” adibita ad ossidazione: dimensionamento del sistema di aerazione

Nel presente paragrafo viene presentato il dimensionamento del sistema di aerazione della vasca “ex denitrificazione” esistente adibita ad ossidazione.

Il dimensionamento è stato effettuato tramite:

- definizione del carico di BOD₅ in ingresso al comparto biologico in funzione del rendimento di abbattimento in sedimentazione primaria;
- calcolo del valore del carico del fango in funzione dei seguenti parametri: carico di BOD₅ in ingresso al comparto, volumetria della vasca “ex denitrificazione” e concentrazione di biomassa nel comparto biologico;
- calcolo dell’ossigeno necessario per le esigenze associate alla respirazione assimilativa e endogena del fango, dopo aver escluso la possibilità di nitrificazione sulla base del valore del carico del fango,;
- calcolo della potenzialità del sistema di aerazione definendo la portata d’aria da fornire sulla base dell’ossigeno necessario e del rendimento di ossigenazione.

BOD₅= 7.200 Kg/d dato del carico in ingresso all’impianto nel periodo estivo (massimo giornaliero registrato nel periodo 2007÷2009)

BOD₅= 5.040 Kg/d dato del carico in ingresso al comparto biologico assumendo un rendimento di abbattimento pari al 30% in sedimentazione primaria

$$C_f = BOD_{in} / (X * V)$$

dove:

C_f: Carico del fango [KgBOD₅ / (KgSS d)]

V = 1.523 m³ (volume vasca esistente “ex denitro”)

BOD_{in} = 5.040 Kg/d

$X = 5 \text{ [KgSS/m}^3\text{]}$ (valore di concentrazione di biomassa assunto nel comparto biologico)

Il carico del fango risulta pari a circa $0,66 \text{ [KgBOD}_5 / (\text{KgSS d})]$; tale valore di carico del fango porta ad escludere la formazione di batteri nitrificanti (e con ciò la possibilità di nitrificare) e quindi il calcolo per il fabbisogno di ossigeno verrà eseguito solo sulla base della richiesta per l'ossidazione del BOD₅ e della respirazione endogena senza tener conto del contributo dovuto alla nitrificazione.

Il fabbisogno di ossigeno è fornito dalla seguente espressione:

$$\Delta O_2 = \alpha * K * BOD_{5abb} + \beta * X * V$$

dove:

$\alpha = 0,5 \text{ kg O}_2/\text{kg BOD}_5 \text{ abbattuto}$

$K=1,5$

$BOD_{5abb} = BOD_5 \text{ abbattuto pari al 70\% del BOD}_5 \text{ in ingresso al comparto biologico}$

$\beta = 0,1 \text{ kgO}_2/\text{kgSS} \cdot \text{d}$

$X = 5 \text{ kgSS/m}^3$

$V = 1523 \text{ m}^3$

Il fabbisogno di ossigeno risulta quindi pari a:

$$\Delta O_2 = 0,5 * 1,5 * (5.040 * 0,70) + 0,1 * 5 * 1523 = 3.408 \text{ Kg O}_2/\text{d}$$

Per il calcolo del fabbisogno di ossigeno in condizioni standard è stata utilizzata questa formula:

$$\Delta O_2 (\text{STANDARD}) = \Delta O_2 / \delta * (\eta * C_s - C) / C'_s$$

dove:

$\delta = 0,8$ (tiene conto della presenza nel mixed liquor di particelle che rendono più difficoltoso il trasferimento di O₂ rispetto al caso di acqua pulita)

$\eta = 0,95$ (tiene conto della concentrazione di sali disciolti nel liquame urbano)

$C_s = C'_s = 9,2 \text{ mg/l}$ (è la concentrazione di saturazione dell'O₂ disciolto a 20 °C in acqua pulita)

$C = 2,5 \text{ mg/l}$ (è la concentrazione minima di O₂ in vasca)

$$\Delta O_2 (\text{STANDARD}) = 6.281 \text{ Kg O}_2/\text{d}$$

Se si assume un rendimento medio dei diffusori pari al 20 % e se si tiene conto del contenuto di O₂ nell'aria pari a 280 g/m^3 , il fabbisogno giornaliero di aria da fornire è pari a:

$$Q_{\text{aria}} = \Delta O_2 (\text{STANDARD}) / (0,280 * 0,20) = 112.161 \text{ Nm}^3 \text{ aria/d}$$

La portata d'aria da fornire risulta pari a $4.673 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

7.3 Comparto di ossidazione/nitrificazione: dimensionamento del sistema di aerazione

Nel presente paragrafo viene presentato il dimensionamento del sistema di aerazione del comparto di ossidazione/nitrificazione.

Il dimensionamento è stato effettuato sul carico complessivo in ingresso al comparto biologico, senza considerare il carico ossidabile dall'attuale comparto di denitrificazione adibita ad ossidazione, per rendere prima di tutto attuabile la modalità di funzionamento riportata in SCENARIO 1 e SCENARIO 3 al Capitolo 4 e in secondo luogo per dotare l'impianto di un sistema di aerazione adeguato al trattamento dei carichi in ingresso nell'ipotesi di "stralciare" momentaneamente la realizzazione del sistema di diffusione dell'aria nell'attuale bacino di denitro.

Per effettuare il dimensionamento del sistema di aerazione del comparto di ossidazione/nitrificazione si è proceduto a:

- definire il carico di BOD₅ in ingresso al comparto biologico in funzione del rendimento di abbattimento in sedimentazione primaria;
- calcolare il valore del carico del fango in funzione dei seguenti parametri: carico di BOD₅ in ingresso al comparto, volumetria del comparto di ossidazione/nitrificazione e concentrazione di biomassa nel comparto biologico;
- procedere al calcolo dell'ossigeno necessario per le esigenze associate alla respirazione assimilativa e endogena del fango e del contributo dovuto alla nitrificazione;
- calcolare la potenzialità del sistema di aerazione definendo la portata d'aria da fornire sulla base dell'ossigeno necessario e del rendimento di ossigenazione. Si specifica che la potenzialità complessiva del sistema di aerazione è stata definita sulla base dei quantitativi d'aria da fornire a ciascuna delle tre vasche che compongono il comparto di ossidazione/nitrificazione.

BOD₅= 7.200 Kg/d dato del carico in ingresso all'impianto nel periodo estivo (massimo giornaliero registrato nel periodo 2007÷2009)

BOD₅= 5.040 Kg/d dato del carico in ingresso al comparto biologico assumendo un rendimento di abbattimento pari al 30% in sedimentazione primaria

$$C_f = BOD_{in} / (X * V)$$

dove:

C_f: Carico del fango [KgBOD₅ / (KgSS d)]

V = 6.200 m³ (volume complessivo esistente)

BOD_{in} = 5.040 Kg/d

X = 5 [KgSS/m³] (valore di concentrazione di biomassa assunto nel comparto biologico)

Il carico del fango risulta, in concomitanza del carico massimo in ingresso al comparto di ossidazione/nitrificazione pari a 0,162 [KgBOD₅ / (KgSS d)]; il comparto di ossidazione/ nitrificazione presenterà sostanzialmente in tutte le condizioni di funzionamento valori del C_f ≤ 0,162 e, di conseguenza, sussistono sempre "sostanzialmente" le condizioni per l'attuazione del processo di nitrificazione. Il calcolo dell'ossigeno necessario verrà quindi effettuato in considerazione delle esigenze associate alla respirazione assimilativa e endogena del fango e del contributo relativo al processo di nitrificazione.

Il fabbisogno di ossigeno è fornito dalla seguente espressione:

$$\Delta O_2 = \alpha * K * BOD_{5abb} + \beta * X * V + \gamma * K * (N-NH_4^+)$$

dove:

$\alpha = 0,5$ kg O₂/kg BOD₅ abbattuto

$K=1,5$

$BOD_{5abb}=BOD_5$ abbattuto pari al 95 % del BOD₅ in ingresso al comparto biologico

$\beta = 0,1$ kgO₂/kgSS*d

$X = 5$ kgSS/m³

$V = 6200$ m³

$\gamma = 4,57$ kgO₂/KgN_{nitrificato}

$N-NH_4^+$ = azoto ammoniacale nitrificato

Il fabbisogno di ossigeno risulta quindi pari a:

$$\Delta O_2 = 0,5 * 1,5 * (5.040 * 0,95) + 0,1 * 5 * 6200 + 4,57 * 1,5 * 1225 = 15.088 \text{ Kg O}_2/\text{d}$$

Per il calcolo del fabbisogno di ossigeno in condizioni standard è stata utilizzata questa formula:

$$\Delta O_2 (\text{STANDARD}) = \Delta O_2 / \delta * (\eta * C_s - C) / C'_s$$

dove:

$\delta = 0,8$ (tiene conto della presenza nel mixed liquor di particelle che rendono più difficoltoso il trasferimento di O₂ rispetto al caso di acqua pulita)

$\eta = 0,95$ (tiene conto della concentrazione di sali disciolti nel liquame urbano)

$C_s = C'_s = 9,2$ mg/l (è la concentrazione di saturazione dell'O₂ disciolto a 20 °C in acqua pulita)

$C = 2,5$ mg/l (è la concentrazione minima di O₂ in vasca)

$$\Delta O_2 (\text{STANDARD}) = 27.806 \text{ Kg O}_2/\text{d}$$

Per definire al meglio la potenzialità necessaria del sistema di aerazione sono state calcolate le portate d'aria che devono essere fornite a ciascuna delle vasche che compongono il comparto ossidativo in relazione ai carichi in ingresso a ciascuna delle vasche e alle rese di ossigenazione.

I carichi in ingresso a ciascuna vasca, riportati nella seguente Tab. 7, sono stati definiti in relazione al carico organico complessivo, ripartito nelle tre vasche in relazione alla suddivisione delle portate nelle tre vasche, definita, considerando la linearità del rapporto tra portata e lunghezza dello stramazzo, in relazione alle lunghezze degli stramazzi in uscita dalle vasche del comparto di ossidazione/nitrificazione.

	VASCA 1	VASCA 2	VASCA 3
Volume (m ³)	2000	1500	2700
lunghezza stramazzi	5,5	4,5	6,8
Suddivisione portate	0,33	0,27	0,40
Carico organico totale in ingresso ossidazione kg/d	5040		
Carico organico per vasca(kg/d)	1650	1350	2040
Azoto in ingresso ossidazione (kg/d)	1512		
Azoto nitrificato totale (kg/d)	1225		
Azoto nitrificato per vasca (kg/d)	401	328	496
Portate ossigeno (kg/d)	4925	3961	6202
Ossigeno c.s. (kg/d)	9076	7300	11431
Portate ossigeno (Nm ³ /h)	7504	6035	8505

Tabella 7. Calcolo dell'ossigeno necessario per il processo di ossidazione/nitrificazione

Se si assume un rendimento medio dei diffusori, in relazione al battente d'acqua presente in vasca, pari al 20 % per la vasca lato cimitero e pari al 18 % per la vasca centrale e la vasca lato uffici, e se si tiene conto del contenuto di O₂ nell'aria pari a 280 g/m³, il fabbisogno giornaliero di aria da fornire è pari a:

$$Q_{\text{aria}} = \Delta O_2 (\text{STANDARD}) / (0,280 * 0,20) = 529.046 \text{ Nm}^3 \text{ aria/d}$$

La portata d'aria da fornire complessivamente risulta pari a 22.044 Nm³/h.

7.4 Analisi della capacità di trattamento dei sedimentatori finali

Nel presente paragrafo viene presentata l'analisi della capacità di trattamento dei sedimentatori finali.

L'analisi è stata condotta valutando la situazione attuale (assetto con 4 sedimentatori) e la situazione con l'introduzione del nuovo bacino di sedimentazione finale (assetto con 5 sedimentatori).

Si è proceduto in sintesi a verificare, sia in condizioni di tempo asciutto sia in tempo di pioggia, i seguenti parametri:

- tempo di permanenza;
- carico idraulico;
- flusso solido;
- velocità massima di sfioro.

7.4.1 Analisi della capacità di trattamento dei sedimentatori finali nella situazione attuale (assetto con 4 sedimentatori)

Superficie unitaria: 615 m²

Volume unitario: 1506 m³

Diametro: 28 m

Superficie totale: 2.460 m²

Volume totale: 6.024 m³

TEMPO ASCIUTTO:

Verifica del tempo di permanenza per Q₂₄: 1000 m³/h:

$$T_p = V/Q_{24} = 6,0 \text{ h} \quad (T_p \geq 3 \text{ h})$$

Verifica del carico idraulico per Q₂₄: 1050 m³/h:

$$C_i = Q_{24}/S = 0,40 \text{ m/h} \quad (C_i \leq 0,8 \text{ m/h})$$

Verifica flusso solido limite:

$$F_s = X(Q_{24} + Q_r)/S = 5,28 \text{ KgSS}/(\text{m}^2 \text{ h}) \quad (F_s \leq 6 \text{ KgSS}/(\text{m}^2 \text{ h}))$$

Verifica sulla velocità massima di sfioro:

$$v = Q_{24}/P = 0,79 \text{ l/sm} \quad (v \leq 3 \text{ l/sm})$$

TEMPO DI PIOGGIA:

Verifica del tempo di permanenza per Q_{\max} : 2000 m³/h:

$$T_p = V/Q_{\max} = 3,0 \text{ h} \quad (T_p \geq 1 \text{ h})$$

Verifica del carico idraulico per Q_{\max} : 2000 m³/h:

$$C_i = Q_{\max}/S = 0,81 \text{ m/h} \quad (C_i \leq 1,5 \text{ m/h})$$

Verifica flusso solido limite:

$$F_s = X(Q_{\max} + Q_r)/S = 7,31 \text{ KgSS}/(\text{m}^2 \text{ h})$$

Verifica sulla velocità massima di sfioro:

$$v = Q_{\max}/P = 1,58 \text{ l/sm} \quad (v \leq 3 \text{ l/sm})$$

Dalle verifiche effettuate si evince che nella condizione attuale, la sezione di sedimentazione finale nel suo complesso può presentare una certa criticità in concomitanza delle punte di portata di pioggia in arrivo all'impianto, come evidenziato dal valore del flusso solido eccessivamente alto.

7.4.2 Analisi della capacità di trattamento dei sedimentatori finali a seguito dell'inserimento del nuovo bacino di sedimentazione finale (assetto con 5 sedimentatori)

Superficie unitaria: 615 m²

Volume unitario: 1506 m³ (nuovo sedimentatore 2259 m³)

Diametro: 28 m

Superficie totale: 3075 m²

Volume totale: 8283 m³

TEMPO ASCIUTTO:

Verifica del tempo di permanenza per Q_{24} : 1000 m³/h

$$T_p = V/Q_{24} = 8,3 \text{ h} \quad (T_p \geq 3 \text{ h})$$

Verifica del tempo di permanenza per Q_{24} : 1000 m³/h:

$$C_i = Q_{24}/S = 0,32 \text{ m/h} \quad (C_i \leq 0,8 \text{ m/h})$$

Verifica flusso solido limite:

$$F_s = X(Q_{24} + Q_r)/S = 4,22 \text{ KgSS}/(\text{m}^2 \text{ h}) \quad (F_s \leq 6 \text{ KgSS}/(\text{m}^2 \text{ h}))$$

Verifica sulla velocità massima di sfioro:

$$v = Q_{24}/P = 0,63 \text{ l/sm} \quad (v \leq 3 \text{ l/sm})$$

TEMPO DI PIOGGIA:

Verifica del tempo di permanenza per Q_{\max} : 2000 m³/h

$$T_p = V/Q_{\max} = 4,1 \text{ h} \quad (T_p \geq 1 \text{ h})$$

Verifica del carico idraulico per Q_{\max} : 2000 m³/h:

$$C_i = Q_{\max}/S = 0,65 \text{ m/h} \quad (C_i \leq 1,5 \text{ m/h})$$

Verifica flusso solido limite:

$$F_s = X(Q_{\max} + Q_r)/S = 5,85 \text{ KgSS}/(\text{m}^2 \text{ h})$$

Verifica sulla velocità massima di sfioro:

$$v = Q_{\max}/P = 1,26 \text{ l/sm} \quad (v \leq 3 \text{ l/sm})$$

Dalle verifiche effettuate si evince che con l'introduzione del nuovo bacino di sedimentazione, la sezione di sedimentazione finale è in grado di trattare le punte di portata di pioggia, in arrivo all'impianto.

7.5 Dimensionamento del nuovo comparto di denitrificazione

Nel presente paragrafo viene presentato il dimensionamento del nuovo comparto di denitrificazione. Il dimensionamento è stato effettuato tramite:

- definizione del carico di azoto ammoniacale in ingresso al comparto biologico in funzione del rendimento di abbattimento in sedimentazione primaria;
- definizione del carico di azoto da denitrificare in considerazione del carico di azoto ammoniacale in ingresso al comparto biologico e in relazione ai quantitativi di azoto assimilato in ossidazione e ai quantitativi di azoto in uscita dall'impianto, associati alla concentrazione ammissibile allo scarico.
- calcolo del volume di denitrificazione necessario in funzione del quantitativo di azoto da denitrificare, della velocità di denitrificazione, valutata in relazione alla temperatura media nel comparto biologico nel periodo estivo e nel periodo invernale, e della concentrazione di biomassa nel comparto biologico.

Il volume della vasca di denitrificazione è stato calcolato tramite l'espressione seguente:

$$V_{denitro} = \frac{N_{denitrificare} [KgN - NO_3 / d]}{v_{den} [KgN - NO_3 / KgSSV \times d] \times X [KgSS / m^3] \times 0,7 [KgSSV / KgSS]}$$

dove:

$v_{den}(20^{\circ}C) = 0,075 [KgN-NO_3/KgSSV \cdot d]$ per il periodo estivo

$v_{den}(12^{\circ}C) = 0,03 [KgN-NO_3/KgSSV \cdot d]$ per il periodo "resto dell'anno"

$X = 5 [KgSS/m^3]$

$N_{denitrificare} = N_{in} - N_{ass} - N_{out}$

7.5.1 Periodo estivo con riferimento ai carichi in ingresso relativi al periodo 2007÷2009

$N-NH_4^+ = 1.680 \text{ Kg/d}$ carico di azoto in ingresso all'impianto

$N_{in} = 1.512 \text{ Kg/d}$ azoto in ingresso al comparto biologico considerato un abbattimento del 10% in sedimentazione primaria

$N_{ass} = 5\% \text{ BOD}_{abbattuto}$

$\text{BOD}_{abbattuto} = 5.040 \times 0,95 = 4.788 \text{ Kg/d}$

$N_{ass} = 4.788 \times 0,05 = 239 \text{ KgN/d}$

$N_{out} = Q_d \cdot 10 \text{ g/m}^3 = 24.000 \text{ m}^3/\text{d} \cdot 10 \text{ g/m}^3 = 240 \text{ Kg/d}$

$$N_{\text{denitrificare}} = 1.033 \text{ Kg/d}$$

Dal calcolo, deriva un volume di 3.935 m^3 .

7.5.2 Periodo resto dell'anno con riferimento ai carichi in ingresso relativi al periodo 2007÷2009

$N\text{-NH}_4^+ = 1.120 \text{ Kg/d}$ carico di azoto in ingresso all'impianto

$N_{\text{in}} = 1008 \text{ Kg/d}$ azoto in ingresso al comparto biologico considerato un abbattimento del 10% in sedimentazione primaria

$$N_{\text{ass}} = 5\% \text{ BOD}_{\text{abbattuto}}$$

$$\text{BOD}_{\text{abbattuto}} = 3.360 \times 0,95 = 3.192 \text{ Kg/d}$$

$$N_{\text{ass}} = 3.192 \times 0,05 = 159,6 \text{ KgN/d}$$

$$N_{\text{out}} = Q_d \times 10 \text{ g/m}^3 = 16.000 \text{ m}^3/\text{d} \times 10 \text{ g/m}^3 = 160 \text{ Kg/d}$$

$$N_{\text{denitrificare}} = 688,4 \text{ Kg/d}$$

Dal calcolo si ottiene un volume di 6.556 m^3 .

7.6 Conclusioni

Nella tabella 8 è riportato il confronto tra i dati di progetto e i dati forniti dal Sig. Soldati:

PARAMETRI	UNITÀ DI MISURA	DATI DI PROGETTO		DATI FORNITI DAL SIG. SOLDATI	
		ESTATE	RESTO ANNO	ESTATE	RESTO ANNO
Q_d	m^3/d	30.000	26.100	24.000	16.000
Q_{max} di progetto	m^3/d	60.000		48.000	32.000
BOD_5	Kg/d	6.953	4.874	7.200	4.800
N-NH_4^+	Kg/d	2.042	1.011	1.680	1.120

Tabella 8. Confronto tra i dati di progetto e i dati forniti dal Sig. Soldati

Per un corretto confronto tra i dati di progetto e i dati forniti dal Sig. Soldati è importante sottolineare che le due serie di dati sono state ricavate con differenti elaborazioni sui carichi inquinanti. Si sottolinea in particolare che i carichi forniti dal Sig. Soldati prevedono di utilizzare per il BOD_5 la punta massima giornaliera registrata nel periodo 2007÷2009 e per l' N-NH_4^+ un valore addirittura più elevato della punta massima giornaliera registrata nel periodo 2007÷2009.

Si riporta nella Tabella 9 il confronto tra i dimensionamento dei sistemi di aerazione e del volume della denitrificazione, utilizzando rispettivamente i dati di progetto e i dati forniti dal Sig. Soldati:

		Dimensionamento sulla base dei dati di progetto		Dimensionamento sulla base dei dati forniti dal Sig. Soldati	
	UNITÀ DI MISURA	ESTATE		ESTATE	
Sistema di aerazione comparto “ex denitrificazione” adibita ad ossidazione	Nm ³ /h	4.548		4.673	
Sistema di aerazione del comparto di ossidazione/ nitrificazione	Nm ³ /h	25.101		22.044	
	UNITÀ DI MISURA	ESTATE	RESTO ANNO	ESTATE	RESTO ANNO
Volume complessivo di denitrificazione	m ³	4.979	4.638	3.935	6.556

Tabella 9. Confronto tra il dimensionamento effettuato sulla base dei dati di progetto e sulla base dei dati forniti dal Sig. Soldati.

In funzione delle verifiche di dimensionamento effettuate, sulla base dei dati forniti dal Sig. Soldati, si può in sintesi concludere che:

1. Il dimensionamento del sistema di aerazione porta a definire potenzialità necessarie del tutto in linea con quelle definite sulla base dei dati di progetto. Si confermano quindi le scelte progettuali.
2. Il dimensionamento del comparto di denitrificazione porta a definire che:
 - il volume necessario per la denitrificazione nel periodo estivo risulta inferiore se rapportato a quello definito sulla base dei dati di progetto.
 - Il volume necessario per la denitrificazione nel periodo resto dell'anno risulta nettamente superiore se rapportato a quello definito sulla base dei dati di progetto.

Pertanto tale verifica negativa (nel resto dell'anno) non sorprende in quanto deriva dalla scelta congiunta di un carico di azoto superiore a quello di progetto con una portata nettamente inferiore a quella di progetto. Da essi discende infatti:

- un maggior carico di NH_4^+ in ingresso all'impianto;
- un minor carico di azoto scaricabile con l'effluente nei limiti di legge.

Va peraltro segnalato che la velocità assunta per la denitrificazione nel “resto dell'anno”, è quella che corrisponde ad una $T = 12^\circ\text{C}$, in realtà condizione “estrema” che si verifica in un numero ben limitato di giorni. Si sottolinea che, prendendo in considerazione una temperatura di 16°C (dato sicuramente più vicino alla temperatura presente in vasca nella maggior parte del periodo resto dell'anno) il volume di denitrificazione necessario passa dal valore di 6.556 m^3 ad un valore di 3.746 m^3 .

Tenuto conto di tutto ciò si conferma, per il comparto di denitrificazione, la volumetria derivante dai calcoli effettuati sulla base dei dati di progetto, pari ad almeno 5.000 m^3 , di cui 1.523 m^3 relativi al comparto esistente e 3.600 m^3 relativi al nuovo comparto di denitrificazione.

3. Le verifiche condotte sulla potenzialità della sezione di sedimentazione finale confermano l'utilità di realizzare un quinto bacino in linea con quanto definito in relazione ai dati di progetto.
4. Si confermano i valori delle portate del ricircolo fanghi e della miscela aerata in quanto:
 - il valore della portata dei fanghi di ricircolo, pari a $1.600\text{ m}^3/\text{h}$, risulta più che cautelativo se rapportato alla portata media oraria di $1000\text{ m}^3/\text{h}$, ma adeguato in considerazione della portata media oraria di progetto, assunta pari $1250\text{ m}^3/\text{h}$, e perfettamente conforme alla potenzialità massima a disposizione attualmente per il ricircolo fanghi attivi.

- il valore della portata di miscela aerata, pari a $4.000 \text{ m}^3/\text{h}$, risulta adeguato in relazione alle esigenze del processo di nitrificazione/denitrificazione.

8. CALCOLI IDRAULICI

In questa fase l'analisi del profilo idraulico è stata condotta esclusivamente sulle sezioni dell'impianto in cui il profilo idraulico è soggetto a delle variazioni.

Si è quindi proceduto alla ricostruzione del profilo idraulico che si instaura, procedendo da valle verso monte, dagli stramazzi in uscita dal comparto biologico ai pozzetti in uscita dei sedimentatori primari con lo scopo di verificare se l'introduzione del comparto di predenitrificazione, da posizionare a valle dei sedimentatori primari e a monte del comparto biologico, e l'introduzione del ricircolo della miscela aerata determinano dei livelli massimi del liquame compatibili con il carico idraulico dissipabile e i franchi di sicurezza presenti nei vari comparti.

L'analisi del profilo idraulico non ha riguardato la parte dell'impianto a monte dei sedimentatori primari perché non è soggetta ad alcuna modifica idraulica e la parte dell'impianto a valle della sezione di nitrificazione perché la sostanziale invariabilità delle portate che interesseranno i sedimentatori finali e l'introduzione di un nuovo comparto di sedimentazione finale non fanno altro che aumentare i margini di sicurezza attualmente presenti.

Dal rilievo effettuato in data 18/04/2007 è stato determinato che il carico idraulico dissipabile presente tra l'uscita dei sedimentatori primari e la nitrificazione è pari a circa 1,15÷1,20 m.

L'analisi del profilo idraulico che si instaura dagli stramazzi in uscita dal comparto biologico ai pozzetti in uscita dei sedimentatori primari è stata quindi effettuata per verificare:

- La possibilità di realizzare il nuovo comparto di predenitrificazione con funzionamento esclusivamente a gravità, compatibilmente con il carico idraulico dissipabile presente.
- I franchi di sicurezza esistenti nei vari comparti, analizzati in funzione delle portate massime che tengono conto dell'introduzione del ricircolo della miscela aerata.

Per il calcolo del profilo idraulico sono state assunte le seguenti portate massime:

Portata in ingresso impianto:	2500 m ³ /h
Portata fanghi di ricircolo:	1600 m ³ /h
Portata miscela aerata:	4000 m ³ /h

La massima portata in ingresso all'impianto è stata fissata in considerazione delle portate di punta in arrivo all'impianto in tempo di pioggia e in considerazione della massima portata trattabile dai sedimentatori finali (pari a circa 2500 m³/h con la realizzazione del quinto bacino di sedimentazione finale); la portata massima dei fanghi di ricircolo è stata fissata in funzione della potenzialità massima attuale, associata al sollevamento attuato tramite le quattro coclee; la portata di ricircolo della miscela aerata è stata posta pari a più di tre volte la portata nera media in modo da ottenere un ricircolo complessivo, comprensivo della portata dei fanghi di ricircolo, pari a quattro volte e mezza la portata nera media e sufficiente a garantire l'apporto di nitrati necessario nella sezione di predenitrificazione per assicurare il rispetto del limite allo scarico dell'azoto totale.

Le formule utilizzate per la costruzione del profilo idraulico sono le seguenti:

a) *Calcolo dell'altezza di stato critico in canale rettangolare*

$$h_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{gl^2}}$$

dove:

- h_c = altezza di stato critico (m)
- Q = portata (m³/s.)

- l = larghezza del canale (m)
- g = accelerazione di gravità (m/s²)

Il calcolo di tale grandezza ha interesse per la stima dell'altezza idrica massima nei canali di gronda (es. canalette di sfioro nei sedimentatori) e nei canali a portata costante. L'altezza massima nei canali di gronda è pari a: $h_{\max} = h_c \cdot \sqrt{3}$; nei canali a portata costante, l'altezza massima è pari a: $h_{\max} = 1,5 \cdot h_c$.

b) *Calcolo della portata di uno stramazzo rettangolare*

$$q = 0,4 \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2gh}$$

dove:

- q = portata (m³/s)
- h = carico sullo stramazzo (m)
- L = lunghezza della soglia di sfioro (m)

c) *Equazione di moto permanente per il calcolo del battente d'acqua nei canali rigurgitati*

$$E_{I+1} - E_I = (i - Jm) \cdot (x_{I+1} - x_I)$$

dove:

$$E = h + \frac{Q^2}{2gA^2}$$

$$J = \frac{q^2}{K^2 A^2 R^{\frac{4}{3}}}$$

- E = energia rispetto al fondo (m)
- J = cadente piezometrica (m/m)
- q = portata (m³/s)
- h = tirante idrico (m)
- A = sezione bagnata (m²)
- R = raggio idraulico (m)
- x = sezione di calcolo (m)

d) *Calcolo della cadente piezometrica in una tubazione in pressione in acciaio semplicemente bitumato*

$$J = 0,00141 \cdot q^{1,82} \cdot D^{-4,72}$$

dove:

- q = portata (m^3/s)
- D = diametro interno (m)
- J = cadente piezometrica (m/m)

I valori ottenuti sono stati infine moltiplicati per 1,5 per tener conto dell'invecchiamento delle condotte e del fatto che il fluido convogliato ha tendenza a formare incrostazioni.

e) *Perdita di carico per imbocco*

$$\Delta H = 0,5 \frac{V^2}{2g}$$

dove:

- V = velocità dell'acqua nella tubazione (m/s)
- ΔH = perdita di carico (m)

f) *Perdita di carico per sbocco*

$$\Delta H = \frac{V^2}{2g}$$

dove:

- V = velocità dell'acqua nella tubazione (m/s)
- ΔH = perdita di carico (m)

Profilo idraulico calcolato a partire dallo stramazzo in uscita dal comparto di nitrificazione:

Nitrificazione:

Portata (m^3/h):	4100
Quota stramazzo uscita nitrificazione:	0,00
Lunghezza stramazzo complessiva (m):	16,5
Quota pelo libero nitrificazione (m):	+ 0,12
Franco di sicurezza (m):	0,98÷0,60

Comparto denitrificazione-nitrificazione:

Portata (m^3/h):	8100
Quota stramazzo uscita nitrificazione (m):	+ 0,28

Lunghezza stramazzo complessiva (m):	8
Quota pelo libero comparto denitrificazione-nitrificazione (m):	+ 0,57
Franco di sicurezza (m):	0,16

Canaletta di alimentazione comparto denitrificazione-nitrificazione:

Portata (m ³ /h):	8100
Quota sezione finale canaletta (m):	+ 0,57
Quota sezione iniziale canaletta (m):	+ 0,64
Franco di sicurezza (m)	0,50

Collegamento predenitrificazione/canaletta di alimentazione comparto denitrificazione-nitrificazione:

Portata (m ³ /h):	8100
Quota sezione iniziale canaletta (m):	+ 0,64
Lunghezza tubazione (m):	70
Diametro tubazione (m):	1,6
Perdite di carico complessive (m):	0,23
Quota pelo libero pozzetto uscita predenitrificazione (m):	+ 0,87

Predenitrificazione:

Portata (m ³ /h):	8100
Quota pelo libero pozzetto uscita predenitrificazione (m):	+ 0,87
Superficie luce sottobattente (m ²):	10
Perdite di carico complessive (m):	0,01
Quota pelo libero predenitrificazione (m):	+ 0,88

Collegamento pozzetto di alimentazione della predenitrificazione/predenitrificazione:

Portata (m ³ /h):	2500
Quota pelo libero predenitrificazione (m):	+ 0,88
Lunghezza tubazione (m):	40
Diametro tubazione (m):	1
Perdite di carico complessive (m):	0,11
Quota pelo libero pozzetto di alimentazione predenitrificazione (m):	+ 0,99

Collegamento pozzetto uscita sedimentatori primari/pozzetto alimentazione della predenitrificazione:

Portata (m ³ /h):	1250
Quota pelo libero pozzetto di alimentazione predenitrificazione (m):	+ 0,99
Lunghezza tubazione (m):	22
Diametro tubazione (m):	0,6
Perdite di carico complessive (m):	0,23
Quota pelo libero pozzetto uscita sedimentatori primari (m):	+ 1,22

Dall'analisi del profilo idraulico si può quindi evincere che, essendo il carico idraulico dissipato sostanzialmente uguale al carico idraulico dissipabile, risulta possibile l'inserimento di un nuovo comparto di predenitrificazione con funzionamento esclusivamente a gravità.

9. OPERE DA REALIZZARE

Alla luce delle considerazioni esposte in precedenza l'impianto assumerà la seguente configurazione:

a) Linea acque

- opera di presa;
- grigliatura automatica;
- dissabbiatura/disoleatura;
- preaerazione;
- sedimentazione primaria;
- predenitrificazione biologica (realizzazione di nuova vasca);
- ossidazione – nitrificazione biologica (adeguamento del bacino esistente di predenitrificazione che verrà realizzato successivamente per mancanza di copertura finanziaria);
- ricircolo del mixed – liquor;
- defosfatazione in simultanea;
- sedimentazione finale (realizzazione di una nuova vasca che verrà realizzata successivamente per mancanza di copertura finanziaria);
- ricircolo fanghi;
- disinfezione finale.

b) Linea fanghi

- sollevamento fanghi di ricircolo, di supero e misti;
- pre-ispessimento;
- digestione anaerobica;
- post-ispessimento;
- disidratazione meccanica.

Di seguito sono riportate le dimensioni riguardanti le fasi di trattamento da realizzare, relative alla linea acque; non è prevista alcuna variazione della linea fanghi rispetto al funzionamento odierno, eccezion fatta per la realizzazione di un nuovo sollevamento dei fanghi di ricircolo.

9.1 Predenitrificazione

Alla luce delle verifiche effettuate, per soddisfare le esigenze derivanti dai carichi di progetto, viene prevista una vasca in calcestruzzo avente le seguenti caratteristiche:

- lunghezza: 30,00 m;
- larghezza: 30,00 m;
- altezza utile: 4,00 m;
- superficie: 750,00 m²;
- volume utile: 3.600,00 m³.

Completano la fase di predenitrificazione le apparecchiature elettromeccaniche di seguito descritte.

a) miscelatori sommersi aventi le seguenti caratteristiche:

- numero: 3;
- potenza resa: 5,5 kW;
- tensione: 400 V;
- giri: 1.450/minuto;

- elica: in acciaio inox AISI 316 del diametro di 600 mm.

9.2 Ossidazione–nitrificazione biologica (adeguamento del bacino esistente di predenitrificazione)

Alla luce delle verifiche effettuate, per soddisfare le esigenze derivanti dai carichi di progetto, viene prevista la trasformazione dell'attuale bacino di predenitrificazione in ossidazione – nitrificazione. Viene altresì deciso di mantenere le apparecchiature esistenti (mixer) attive, in modo da poter utilizzare la vasca sia come predenitrificazione che come nitrificazione.

L'adeguamento strutturale consisterà nell'innalzamento delle pareti esterne del bacino di 0,40 m.

Le apparecchiature necessarie per la suddetta trasformazione sono le seguenti:

a) diffusori a bolle fini a membrana flessibile aventi le seguenti caratteristiche:

- numero: 800
- diametro: 280 mm;

Tale trasformazione viene stralciata dal presente progetto in quanto non trova copertura finanziaria.

9.3 Sollevamento ricircolo del mixed – liquor

Alla luce delle verifiche effettuate, per soddisfare le esigenze derivanti dai carichi di progetto, viene prevista la realizzazione di un nuovo sollevamento in grado di trasferire la miscela aerata alla nuova sezione di denitrificazione biologica oppure alla sezione di denitrificazione esistente (in caso di eventuali by pass).

Tale sollevamento viene realizzato in un manufatto di cemento armato avente le seguenti caratteristiche:

- lunghezza: 5,40 m;
- larghezza: 4,50 m;
- altezza: 4,25 m;

Le apparecchiature per soddisfare la realizzazione di tale fase sono le seguenti:

a) Gruppo elettropompe sommergibili aventi le seguenti caratteristiche:

- numero: 4 (di cui una di riserva);
- portata: 1.350 m³/h;
- mandata: 350 mm;

9.4 Sedimentazione finale

Alla luce delle verifiche effettuate, per soddisfare le esigenze derivanti dalle portate di progetto, viene prevista la realizzazione di un quinto sedimentatore finale (di superficie pari a 615 m² e volume pari a 2259 m³) in grado di rendere il complesso di sedimentatori finali dimensionalmente adeguato al trattamento delle portate di pioggia.

Il nuovo sedimentatore è dotato di carroponte raschiatore del tipo radiale.

Tale sezione viene stralciata dal presente progetto in quanto non trova copertura finanziaria.

9.5 Sollevamento fanghi di ricircolo

A valle dell'esistente comparto di sollevamento fanghi di ricircolo viene prevista la realizzazione di un nuovo sollevamento in grado di trasferire tali fanghi alla nuova sezione di denitrificazione biologica.

Tale sollevamento viene realizzato, dopo la demolizione dell'attuale pozzetto di ricircolo in un manufatto di cemento armato avente le seguenti caratteristiche:

- lunghezza: 5,00 m;
- larghezza: 3,50 m;

- altezza: 3,89 m;

Le apparecchiature per soddisfare la realizzazione di tale fase sono le seguenti:

b) Gruppo elettropompe sommergibili aventi le seguenti caratteristiche:

- installazione: direttamente in vasca;
- numero: 3 (di cui una di riserva);
- portata: 800 m³/h;
- mandata: 300 mm;

9.6 Locale soffianti

Viene previsto l'utilizzo dell'attuale locale esistente dove verranno smantellate le 5 soffianti attualmente in uso, l'impianto elettrico e le coibentazioni per i rumori.

Verranno installate n. 5 nuovi compressori centrifughi (di due taglie diverse) così suddivisi:

- n. 3 compressori con le seguenti caratteristiche:
 - range di portata nominale: 2.000 ÷ 10.000 Nm³/h;
 - potenza nominale: 200 kW
 I tre compressori saranno indipendenti e risultano al servizio di:
 - vasca ossidazione lato cimitero;
 - vasca ossidazione centrale;
 - vasca ossidazione lato uffici.
- n. 2 compressori con le seguenti caratteristiche:
 - range di portata nominale: 2.100 ÷ 7.500 Nm³/h;
 - potenza nominale: 150 kW
 I due compressori saranno al servizio di:
 - vasca ossidazione (ex denitrificazione);
 - di riserva a tutti gli altri quattro compressori

I due compressori vengono stralciati per mancanza di copertura finanziaria.

L'edificio sarà coibentato con pannelli fonoassorbenti aventi spessore di 10 cm per le pareti verticali e 15 cm per il soffitto.

9.7 Manufatti vari

9.7.1 Manufatto a valle delle sedimentazioni primarie

Tale manufatto viene realizzato al fine di poter passare sia la nuova predenitrificazione biologica che, all'occorrenza, tutto il comparto biologico.

Tale possibilità viene resa possibile da una serie di paratoie che opportunamente manovrate dirigono i reflui alle sezioni richieste.

9.7.2 Manufatto adiacente alla canaletta di carico dell'attuale comparto biologico

Tale manufatto viene realizzato al fine di poter collegare la nuova tubazione DN 1.600 mm proveniente dalla nuova fase di predenitrificazione verso l'esistente comparto biologico.

Il collegamento alla canaletta può essere interrotto mediante la chiusura di due paratoie.

9.7.3 Manufatto di partizione alle sedimentazioni finali

Tale manufatto viene realizzato in minima parte rispetto a quella prevista originariamente, in quanto, nel presente progetto, non viene realizzato il quinto sedimentatore per mancanza di copertura finanziaria.

Viene prevista altresì lo spostamento dei misuratori di portata esistente al fine di consentire una più corretta misura della portata.

10. OPERE COMPLEMENTARI

10.1 Impianto elettrico

La rete elettrica (forza motrice ed illuminazione) al servizio dell'ampliamento dell'impianto si estenderà a tutti i nuovi comparti costituenti l'impianto stesso; i cavi verranno posati in idonee tubazioni passacavi interrati e in idonee canaline aggraffate ai manufatti in calcestruzzo. Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione specialistica elettrica (Tav. HRM_STZ_RE_1.8.A)

10.2 Collegamenti idraulici

I collegamenti tra i vari comparti dell'impianto saranno realizzati con tubazioni in acciaio bitumato e in PEAD per quanto riguarda le parti interrate, e tubazioni in acciaio verniciato per le parti aeree. Per le tubazioni dell'aria sono previste condotte in acciaio bitumato per le parti interrate e in acciaio inox per quelle aeree.

11. OPERE EVENTUALI

Nel caso in cui si dovessero registrare le portate considerate in progetto (60.000 m³/d in tempo di pioggia) potrebbe rendersi necessario l'adeguamento delle fasi di microgrigliatura (sostituzione delle apparecchiature esistenti) e disinfezione finale (sostituzione della tubazione di scarico).