

Allegato 5

Valutazione emissioni olfattometriche



**Convenzione fra l'Università degli Studi di Salerno e la
Salernitana Reti ed Impianti (ASIS) Spa per la Valutazione
e stima olfattometrica previsionale delle emissioni
odorigene prodotte dall'impianto di depurazione in
località Coda di Volpe nel comune di Eboli (SA)**

RAPPORTO TECNICO-SCIENTIFICO

Febbraio 2017

Il responsabile scientifico

prof. ing. Vincenzo BELGIORNO

Il Gruppo di Lavoro

ing. Tiziano Zarra

INDICE GENERALE

INDICE GENERALE	I
INDICE DELLE FIGURE.....	II
INDICE DELLE TABELLE.....	III
1 PREMESSA	1
2 IDENTIFICAZIONE E CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE ODORIGENA LEGATE ALLA FASE DI ESERCIZIO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE	2
2.1 L'impianto di depurazione delle acque reflue nello stato di progetto definitivo	2
2.2 Le sorgenti di emissione odorigena	8
3 STIMA PREVISIONALE DELLE CONCENTRAZIONI DI ODORE E DELLE EMISSIONI ODORIGENE POTENZIALMENTE PRODOTTE.....	10
3.1 Gli odori negli impianti di depurazione delle acque reflue civili	10
3.2 Stima e valutazione degli odori per l'impianto di depurazione sito in località di Coda di Volpe	13
4 POSSIBILI MISURE DI MITIGAZIONE E MONITORAGGIO	20
4.1 Misure di monitoraggio	20
4.2 Misure di mitigazione	21
4.2.1 Misure di riduzione/prevenzione	21
4.2.2 Sistemi di trattamento delle emissioni	22
5 CONCLUSIONI	23
BIBLIOGRAFIA	24

INDICE DELLE FIGURE

Figura 2.1 – Schema a blocchi del processo di depurazione (fonte: “Progetto definitivo – Ripristino e rifunionalizzazione dell'impianto di depurazione; sett. 2016; Elaborato B.1.1”)	2
Figura 2.2 – Planimetria generale di impianto (fonte: “Progetto definitivo – Ripristino e rifunionalizzazione dell'impianto di depurazione; sett. 2016; Elaborato D.2.2”)	3

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 2.1 – Dati di progetto dell'impianto di depurazione.....	3
Tabella 2.2 – Dati di progetto ed esercizio delle vasche di sedimentazione primaria	4
Tabella 2.3 – Dati di progetto ed esercizio del reattore di ossidazione	5
Tabella 2.4 – Dati di progetto ed esercizio della vasca di sedimentazione secondaria	6
Tabella 2.5 – Dati di progetto ed esercizio della vasca di disinfezione.	6
Tabella 2.6 – Dati di progetto ed esercizio della digestione aerobica.	7
Tabella 2.7 – Dati di progetto ed esercizio della fase di ispessimento.....	7
Tabella 2.8 – Dati di processo della fase di disidratazione meccanica.	8
Tabella 2.9 – Dati dimensionali dei letti di essiccamento.	8
Tabella 2.10 – Sorgenti di emissione odorigena e loro caratterizzazione.	9
Tabella 3.1 – Valori medi, range di concentrazione di odore e fattori di emissione di odore per ciascuna fase di trattamento di un impianto di depurazione (<i>fonte: “Linea guida per la caratterizzazione, l'analisi e l'autorizzazione delle emissioni gassose in atmosfera delle attività ad impatto odorigeno - Emissioni odorigene in atmosfera da impianti di depurazione reflui”, Regione Lombardia; “Linea guida per il rilascio di pareri riguardanti le emissioni in atmosfera prodotte dagli impianti di depurazione”, Deliberazione n.46/2015 ARPA Puglia</i>)	11
Tabella 3.2 – Composti maleodoranti tipicamente riscontrabili negli impianti di depurazione degli scarichi urbani (Ruth et al., 1986; Zarra et al., 2008; Belgiorno et al., 2010)	12
Tabella 3.3 – Valutazione e stima previsionale degli odori e dei composti odorigeni prodotti nella fase di grigliatura.	14
Tabella 3.4 – Valutazione e stima previsionale degli odori e dei composti odorigeni prodotti nella fase di sedimentazione primaria.....	15
Tabella 3.5 – Valutazione e stima previsionale degli odori e dei composti odorigeni prodotti nella fase di ossidazione biologica.....	16
Tabella 3.6 – Valutazione e stima previsionale degli odori e dei composti odorigeni prodotti nella fase di sedimentazione secondaria.	17
Tabella 3.7 – Valutazione e stima previsionale degli odori e dei composti odorigeni prodotti nella fase di digestione aerobica.....	18
Tabella 3.8 – Valutazione e stima previsionale degli odori e dei composti odorigeni prodotti nella fase di ispessimento.	18

Tabella 3.9 – Valutazione e stima previsionale degli odori e dei composti odorigeni prodotti nella fase di disidratazione.....	19
Tabella 4.1 – Piano di Monitoraggio e Controllo degli Odori	20

1 PREMESSA

Il presente report illustra i risultati delle attività tecnico-scientifiche relative alla Convenzione fra l'Università degli Studi di Salerno e la Salernitana Reti ed Impianti (ASIS) Spa attinente la Valutazione e stima olfattometrica previsionale delle emissioni odorigene prodotte dall'impianto di depurazione in località Coda di Volpe nel comune di Eboli (SA), oggetto di un progetto di "ripristino e rifunzionalizzazione".

L'impianto, individuato catastalmente al Foglio n.63, Particella 556 e 557 del Comune di Eboli (SA), è stato realizzato dal Consorzio di Bonifica in Destra del Fiume Sele negli anni '90, nell'ambito del progetto "Lavori di disinquinamento della zona costiera compresa tra le foci dei fiumi Tusciano e Sele" finanziato con fondi nazionali FIO/89 n. 47.

L'intervento, completato nel '97, ha compreso la realizzazione di un impianto di depurazione di tipo convenzionale a fanghi attivi e di un impianto di trattamento terziario per consentire il recupero delle acque ad uso irriguo. Progettato per il trattamento di 43.000 A.E., l'impianto tuttavia non è mai entrato in esercizio e negli anni è stato abbandonato e trafugato di quasi tutte le apparecchiature elettriche ed elettromeccaniche: di qui la necessità di interventi al fine del suo ripristino.

Lo studio di cui al presente report, riferisce al progetto definitivo di *"ripristino e rifunzionalizzazione dell'impianto di depurazione in località Coda di Volpe nel Comune di Eboli (SA)"* datato settembre 2016, a firma dell'ASIS Salernitana Reti ed Impianti Spa, trasmesso dal Committente al Gruppo di Lavoro dell'Università.

Le attività di convenzione hanno riguardato:

- a) la identificazione e classificazione, in accordo alla EN13725:2003, delle sorgenti di emissione odorigena legate alla fase di esercizio dell'impianto di depurazione in esame;
- b) la stima previsionale delle concentrazioni di odore (in termini di OU/m³ in accordo alla EN13725:2003) e delle emissioni odorigene (in termini di OER, *odour emission rate*) potenzialmente prodotte dalle sorgenti identificate nella fase di regolare esercizio;
- c) una indicazione di misure di mitigazione e monitoraggio degli odori.

2 IDENTIFICAZIONE E CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE ODORIGENA LEGATE ALLA FASE DI ESERCIZIO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE

2.1 L'impianto di depurazione delle acque reflue nello stato di progetto definitivo

In Figura 2.1 e 2.2 si illustrano, rispettivamente, lo schema a blocchi del ciclo di processo dell'impianto di depurazione sito in località Coda di Volpe (i cui principali dati progettuali sono riassunti in Tabella 2.1) e la planimetria generale di impianto evidenziante la loro localizzazione in situ.

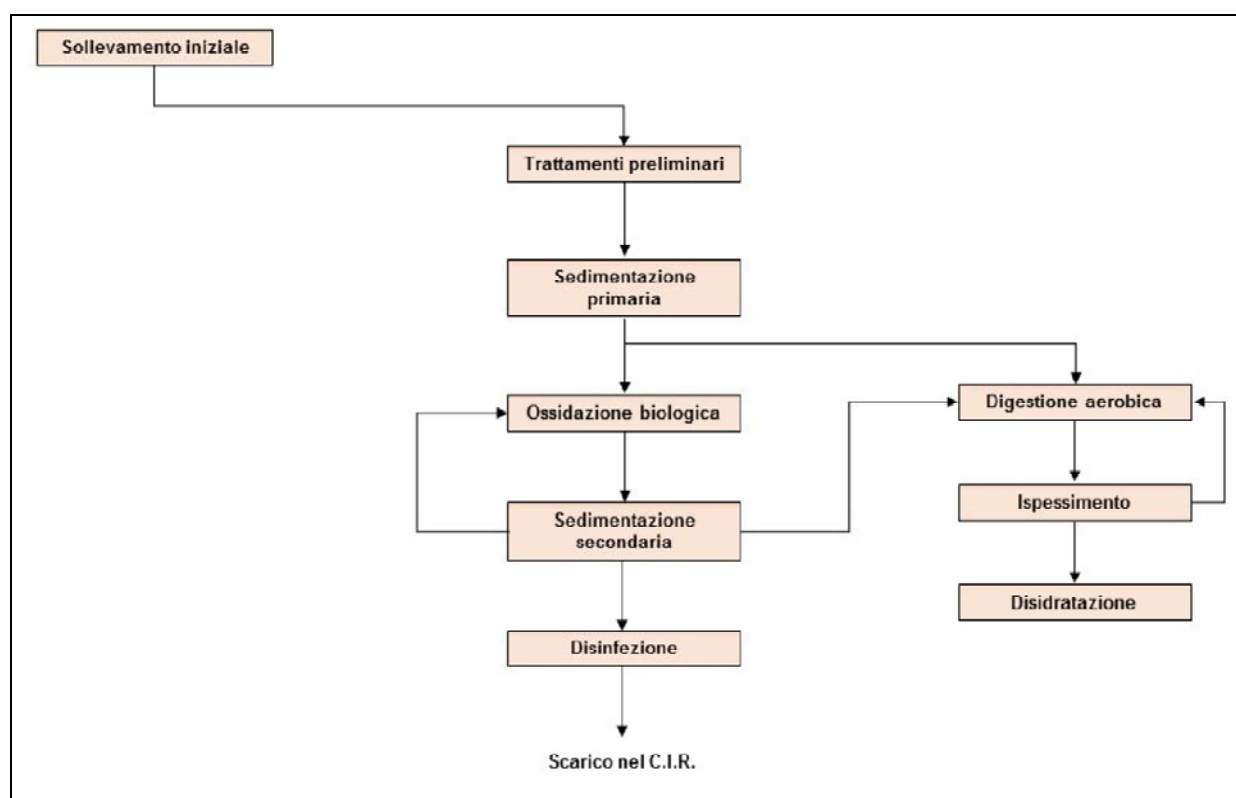


Figura 2.1 – Schema a blocchi del processo di depurazione (fonte: “Progetto definitivo – Ripristino e rifunionalizzazione dell'impianto di depurazione; sett. 2016; Elaborato B.1.1”)

Tabella 2.1 – Dati di progetto dell'impianto di depurazione

INDICATORE	PARAMETRO	UM	VALORE
Abitanti equivalenti		AE	43'000
Carico idraulico	dotazione idrica procapite	l/ab d	300
	coeff. afflusso in fogna		0,8
	portata	m ³ /d	10'320
Carico inquinante	BOD5 – produzione specifica	g/ab d	60
	N - produzione specifica	g/ab d	12
	SST - produzione specifica	g/ab d	90
	BOD5 – concentrazione	mg/l	250
Concentrazioni	N – concentrazione	mg/l	50
	SST – concentrazione	mg/l	375

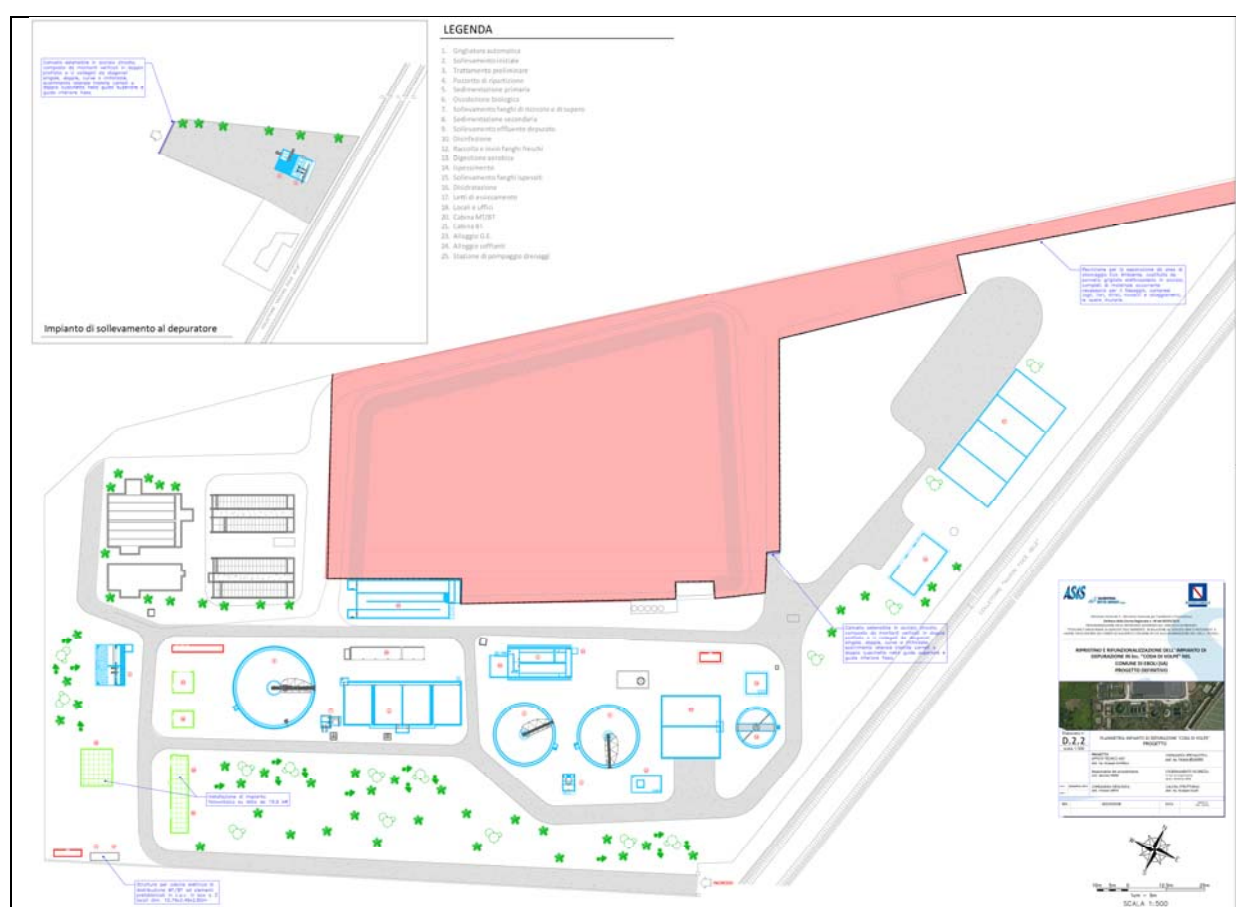


Figura 2.2 – Planimetria generale di impianto (fonte: “Progetto definitivo – Ripristino e rifunionalizzazione dell'impianto di depurazione; sett. 2016; Elaborato D.2.2”)

Di seguito si riporta, invece, per i diversi trattamenti, una sintetica descrizione, evidenziante i principali dati di processo e dimensionali, così come desunti dagli elaborati del progetto definitivo di “ripristino e rifunionalizzazione dell'impianto di depurazione in località Coda di Volpe nel comune di Eboli (SA), datato settembre 2016, ai quali si rimanda per gli eventuali approfondimenti.

- **Trattamenti preliminari**

I trattamenti preliminari sono costituiti da una grigliatura e successiva dissabbiatura e disoleatura.

La fase di grigliatura, a differenza dei restanti trattamenti, avviene in una stazione collocata all'esterno del perimetro di sedime dell'impianto di depurazione, a circa 150 m di distanza da esso. Essa è effettuata tramite una griglia automatica con interasse tra le barre di 15mm; il materiale grigliato è allontanato tramite un nastro trasportatore e riversato in un cassone esterno.

Il trattamento di dissabbiatura e disoleatura è, invece, effettuato mediante due dissabbiatori aerati, con relativo sistema di estrazione delle sabbie e di distribuzione d'aria collocato lateralmente alle vasche, e due disoleatori.

A valle della dissabbiatura e disoleatura, è previsto il convogliamento dei liquami verso un piccolo pozzetto, localizzato tra le due vasche di sedimentazione primaria, che svolge la funzione di ripartizione dei liquami verso le unità di sedimentazione primaria.

- **Sedimentazione primaria**

La sedimentazione primaria è effettuata mediante l'utilizzo di due vasche a pianta circolare ed a flusso radiale i cui principali dati di processo e dimensionali sono riportati in Tabella 2.2.

Tabella 2.2 – Dati di progetto ed esercizio delle vasche di sedimentazione primaria

DATO	UM	VALORE
n. vasche		2
diametro	m	20
altezza	m	3
Circonferenza singola vasca	m	63
Area singola vasca	m ²	314
Volume singola vasca	m ³	833
Circonferenza totale	m	126
Area totale	m ²	628
Volume totale	m ³	1665
Carico Idraulico Superficiale	m ³ /(m ² d)	16,42
Tempo di permanenza	h	3,87
Abbattimento SST	%	60
Abbattimento BOD5	%	30
Produzione fango primario (ipotizzando una concentrazione di solidi nel fango al 4%)	kg _{SST} /d	2322

Il fango estratto dal fondo della vasca, con una portata di circa 58m³/d, confluisce in un apposito pozzetto di sollevamento, dal quale è pompato nella vasca di digestione aerobica. Mentre i liquami raccolti mediante la canaletta circolare della vasca, sono convogliati nel

pozzetto di ripartizione, ubicato tra le due vasche, e da lì confluiscono nel reattore di ossidazione.

- **Ossidazione biologica**

L'ossidazione biologica è effettuata mediante l'utilizzo di una vasca a pianta rettangolare, suddivisa in quattro comparti i cui principali dati di processo e dimensionali sono riportati in Tabella 2.3.

Tabella 2.3 – Dati di progetto ed esercizio del reattore di ossidazione

DATO	UM	VALORE
n. comparti		4
Lunghezza singolo comparto	m	9
Larghezza singolo comparto	m	13,5
Altezza	m	4
Area singola vasca	m ²	122
Volume singola vasca	m ³	486
Area totale	m ²	486
Volume totale	m ³	1945
Età del fango	d	8,5
Tempo di detenzione idraulica	h	4,50
Fattore di carico organico	kgBOD ₅ /kgSS _{ma} d	0,23
Rendimento di rimozione del BOD ₅	%	95
Portata di ricircolo	m ³ /h	430
Richiesta totale di Ossigeno	kgO ₂ /d	4107
Produzione fango di supero da estrarre (ipotizzando una concentrazione di solidi nel fango al 1%)	kgSS _T /d	1470
Portata fanghi di supero da estrarre	m ³ /d	147

Al fine di ottenere elevati rendimenti di rimozione del BOD₅ ed un'efficace nitrificazione dei liquami, all'interno della vasca è prevista l'installazione di un supporto fisso per lo sviluppo di biomassa adesa in modo da ottenere un sistema ibrido a biomasse sospese e adese di tipologia "IFAS" (Integrated Fixed Film Activated Sludge). Il supporto, collocato in appositi telai in AISI 304, è dimensionato in modo da consentire lo sviluppo di 6 kgSSV/m³ di biomassa totale in vasca.

I liquami in uscita dal reattore sono convogliati verso la vasca di sedimentazione secondaria.

- **Sedimentazione secondaria**

La sedimentazione secondaria è effettuata mediante l'utilizzo di una vasca a pianta circolare e a flusso radiale, i cui principali dati di processo e dimensionali sono riportati in Tabella 2.4.

Tabella 2.4 – Dati di progetto ed esercizio della vasca di sedimentazione secondaria

DATO	UM	VALORE
n. vasche		1
Diametro	m	26
Altezza	m	4
Circonferenza	m	82
Area	m ²	513
Volume	m ³	2124
Carico Idraulico Superficiale	m ³ /(m ² d)	19,2
Tempo di permanenza	h	4,94

Il fango estratto dal fondo della vasca, con una portata di circa 58m³/d, confluisce in un apposito pozzetto di sollevamento, dal quale è pompato in parte verso il reattore biologico ed in parte verso la vasca di digestione aerobica. Mentre i liquami raccolti mediante la canaletta circolare della vasca, sono convogliati in un pozzetto e poi sollevati verso la vasca di disinfezione.

- **Disinfezione**

La disinfezione è effettuata mediante l'utilizzo di ipoclorito di sodio. La fase avviene in una prima vasca di miscelamento rapido (forma quadrata con lato pari a 2,5m ed altezza pari a 0,6m) ed una successiva a pianta rettangolare con all'interno la presenza di tre setti. I principali dati di processo e dimensionali della vasca a pianta rettangolare sono riportati in Tabella 2.5.

Tabella 2.5 – Dati di progetto ed esercizio della vasca di disinfezione.

DATO	UM	VALORE
n. vasca		1
n. setti		3
lunghezza	M	29
Larghezza setto	M	2,4
altezza	M	3
Area totale	m ²	210
Volume totale	m ³	626
Tempo di contatto in vasca	Min	87

- **Digestione aerobica**

I fanghi provenienti dalla linea di trattamento acque sono indirizzati verso una vasca di sollevamento dalla quale poi sono convogliati verso la fase di digestione. Nel caso specifico è prevista una digestione del tipo aerobica, effettuata in due vasche contigue a forma rettangolare i cui principali dati di processo e dimensionali sono riportati in Tabella 2.6.

Tabella 2.6 – Dati di progetto ed esercizio della digestione aerobica.

DATO	UM	VALORE
n. vasche		2
Lunghezza singolo comparto	m	19
Larghezza singolo comparto	m	9,5
altezza	m	5
Area singola vasca	m ²	181
Volume singola vasca	m ³	903
Area Tot.	m ²	361
Volume tot.	m ³	1805
Fango misto trattato	kg _{SS} /d	3793
Portata fango misto	m ³ /d	190
Età del fango minima	d	25
Ossigeno fornito per vasca	kgO ₂ /d	3345
Consumo di ossigeno	kgO ₂ /kg _{SSVrim}	3

- **Ispessimento fanghi**

L'ispessimento del fango è effettuato in una vasca a pianta circolare i cui principali dati di processo e dimensionali sono riportati in Tabella 2.7.

Il fango ispessito, indirizzato in un apposito pozzetto di ripartizione, è poi in parte ricircolato verso il digestore aerobico ed in parte allontanato verso l'unità di trattamento successiva, rappresentata dalla disidratazione meccanica. Il surnatante, invece, è pompato a monte della sedimentazione primaria.

Tabella 2.7 – Dati di progetto ed esercizio della fase di ispessimento.

DATO	UM	VALORE
n. vasche		1
Diametro	m	12,5
Altezza	m	3
Area Tot.	m ²	123
Volume tot.	m ³	368
Portata fango misto in ingresso	m ³ /d	190
Portata fango misto in uscita	m ³ /d	91
Tempo di detenzione idraulica	d	1,9
Portata surnatante da ricircolare	m ³ /d	99

- **Disidratazione meccanica**

La disidratazione dei fanghi è effettuata mediante nastropressa, prevedendo un preliminare condizionamento chimico, in un locale coperto. In Tabella 2.8 si riportano i principali dati di processo.

Tabella 2.8 – Dati di processo della fase di disidratazione meccanica.

DATO	UM	VALORE
Portata volumetrica in ingresso	m ³ /d	91
Portata volumetrica in uscita	m ³ /d	11
Fango	kgSST/d	2731
Concentrazione in ingresso	%	3
Concentrazione in uscita	%	25
Fango in uscita	t/d	11

- **Letti di essiccamento**

A valle della nastropressa, ove necessario, è prevista la possibilità di un ulteriore trattamento dei fanghi su letti di essiccamento; i principali dati dimensionali sono riportati in Tabella 2.9.

Tabella 2.9 – Dati dimensionali dei letti di essiccamento.

DATO	UM	VALORE
n. letti		4
Larghezza	m	10
lunghezza	m	20
Area singolo letto	m ²	200
Area totale	m ²	800

2.2 Le sorgenti di emissione odorigena

Con riferimento a quanto riportato nel paragrafo precedente, elaborato sulla base della documentazione tecnico-progettuale fornita dal Committente, e dall'analisi degli studi della letteratura tecnico-scientifica di settore più accreditati (Frechen, 1988; Gostelow et al., 2000; Stuetz et al., 2001; Zarra et al., 2008; Nicell, 2009; Belgiorno et al., 2010; Belgiorno et al., 2012; Zarra et al., 2014), si riportano in Tabella 2.10 le sorgenti di emissione odorigena per l'impianto di depurazione delle acque reflue civili in esame. Nella Tabella 2.10 è altresì evidenziata la caratterizzazione delle sorgenti individuate, in accordo alla UNI EN 13725:2004.

La identificazione delle sorgenti si riferisce alla fase di normale esercizio dell'impianto ed a condizioni di gestioni ordinarie.

Tabella 2.10 – Sorgenti di emissione odorigena e loro caratterizzazione.

FASE	SORGENTE	Caratterizzazione in accordo alla UNI EN 13725:2004
Grigliatura	griglia	volumetrica passiva
	cassone contenente grigliato	areale passiva
Sedimentazione primaria	sedimentatori primari	areale passiva
Ossidazione biologica	reattori di ossidazione	areale attiva
Sedimentazione secondaria	sedimentatore secondario	areale passiva
Digestione aerobica	digestori	areale attiva
Ispessimento	ispessitore	areale passiva
Disidratazione	nastro pressa	volumetrica passiva
	letti di essiccamento	areale passiva
	zona di accumulo dei fanghi da smaltire	areale passiva

3 STIMA PREVISIONALE DELLE CONCENTRAZIONI DI ODORE E DELLE EMISSIONI ODORIGENE POTENZIALMENTE PRODOTTE

3.1 Gli odori negli impianti di depurazione delle acque reflue civili

Le emissioni di odori costituiscono un problema intrinseco della gestione degli impianti di depurazione delle acque reflue.

La produzione di odori molesti nei sistemi di trattamento dei reflui può essere dovuta a sorgenti esterne (riconducibili alla presenza di composti maleodoranti già nel liquame in ingresso all'impianto) o a sorgenti interne all'impianto (sviluppo in seguito alle fasi di trattamento) (Zarra et al., 2008). Da una analisi della letteratura di settore si evince come nel caso degli impianti di depurazione delle acque reflue civili, circa un terzo delle emissioni totali di odore è riconducibile alle sorgenti esterne, mentre due terzi si sviluppano durante le fasi di trattamento (sorgenti interne) (Frechen, 1988; Zarra et al., 2008; Zarra et al., 2012).

La produzione di sostanze odorigene negli impianti di depurazione delle acque reflue è da imputarsi generalmente alla creazione di condizioni di anaerobiosi durante le fasi di trattamento. Le emissioni più significative sono rilevabili nei punti di raccolta e stoccaggio di materiali a forte carico organico (es: grigliatura, pozzetti di estrazione dei fanghi), nelle fasi caratterizzate da tempi di permanenza prolungati (es: ispessimento, digestione anaerobica dei fanghi) e nelle unità di processo nelle quali sono facilitati i fenomeni di volatilizzazione (es: trattamenti di preaerazione, disidratazione e trattamenti termici dei fanghi) (Zarra et al., 2012; Belgiorio et al., 2012).

I trattamenti dei fanghi rappresentano sicuramente le sorgenti con più alta criticità odorigena, in un impianto di trattamento dei reflui civili (Gostelow et al., 2000; Stuetz et al., 2001; Zarra et al., 2008).

In Tabella 3.1 si riportano i valori medi e gli intervalli di concentrazione di odore caratteristici per le principali fasi di trattamento di un impianto di depurazione delle acque reflue, così come riportate nella "Linea guida per la caratterizzazione, l'analisi e l'autorizzazione delle emissioni gassose in atmosfera delle attività ad impatto odorigeno - *Emissioni odorigene in atmosfera da impianti di depurazione reflui*" prodotta dal Gruppo di Lavoro Tecnico-Scientifico di supporto alla Regione Lombardia per la emissione della Linea Guida in materia di "odori" e nella "*Linea guida per il rilascio di pareri riguardanti le emissioni in atmosfera*

prodotte dagli impianti di depurazione" elaborata ed approvata dall'ARPA Puglia con Deliberazione n.46/2015.

Tabella 3.1 – Valori medi, range di concentrazione di odore e fattori di emissione di odore per ciascuna fase di trattamento di un impianto di depurazione (fonte: "Linea guida per la caratterizzazione, l'analisi e l'autorizzazione delle emissioni gassose in atmosfera delle attività ad impatto odorigeno - Emissioni odorigene in atmosfera da impianti di depurazione reflui", Regione Lombardia; "Linea guida per il rilascio di pareri riguardanti le emissioni in atmosfera prodotte dagli impianti di depurazione", Deliberazione n.46/2015 ARPA Puglia)

Fase del processo	Valore medio di cod (ou_E/m^3)	Range di cod (ou_E/m^3)	OEF medio ($ou_E/(m^3 \text{ di refluo})$)
Arrivo reflui	2'300	100 – 100'000	11'000
Pretrattamenti	3'800	200 – 100'000	110'000
Sedimentazione primaria	1'500	200 – 20'000	190'000
Denitrificazione	230	50 – 1'500	9'200
Nitrificazione	130	50 - 200	7'400
Ossidazione	200	50 – 1'000	12'000
Sedimentazione secondaria	120	50 – 500	13'000
Trattamenti chimico-fisici	600	200 – 3'000	8'300
Ispessimento fanghi	1'900	200 – 40'000	43'000
Stoccaggio fanghi	850	100 – 5'000	8'300

Nell'ultima colonna della tabella sono riportati i fattori di emissione dell'odore (*OEF – odour emission factor*) calcolati per ciascuna fase ed espressi in unità odorimetriche per metro cubo di refluo trattato ($OU_E/(m^3 \text{ di refluo})$).

L'utilizzo di OER rappresenta, in effetti, un utile strumento previsionale per stimare le emissioni di odore di un impianto sulla base di un indice di attività, che deve essere rappresentativo della tipologia di impianto considerato e associato alla quantità di odore emessa (Capelli et al., 2009; Zarra et al., 2016). Nel caso specifico degli impianti di depurazione delle acque reflue civili, studi presenti nella letteratura scientifica di settore mostrano la possibilità di utilizzare, appunto, come indice di attività i metri cubi di refluo trattato all'anno (m^3/anno) (Capelli et al., 2009).

Come riportato nelle Linee Guida dalle quali è estrapolata la Tabella 3.1, è importante, inoltre, sottolineare come tutti i valori di concentrazione di odore e di OEF presentati, sono ottenuti considerando una velocità dell'aria sotto cappa (sistema di campionamento utilizzato) pari a 0,3 m/s e determinati attraverso l'applicazione di analisi olfattometriche in accordo alla UNI EN 13725:2004.

Valori preventivi di emissione odorigena (OER, odour emission rate) per una specifica fase di trattamento di un impianto di depurazione delle acque reflue civili sono quindi ottenibili, ad esempio, moltiplicando i valori degli OEF riportati in Tabella 3.1 per le portate trattate.

Analizzando invece il trattamento della depurazione dei reflui civili dal punto di vista della emissione delle sostanze odorigene, si evidenzia come i principali gruppi rinvenibili appartengono ai composti (Ruth et al., 1986; Stuetz et al, 2001; Belgiorno et al., 2010):

- *solforati*: tra i composti solforati prevalgono il solfuro di idrogeno, i mercaptani ed i solfuri metilati. Il solfuro di idrogeno, ovvero l'idrogeno solforato (H_2S), è riconosciuto come il principale composto responsabile della molestia olfattiva negli impianti di depurazione delle acque reflue civili e per questo utilizzato anche come sostanza tracciante per la valutazione dell'impatto da odore indotto. La sua qualità odorigena è identificabile con quella delle "uova marce"; la sua soglia di percezione è molto bassa, dell'ordine dei ppb.
- *azotati*: l'ammoniaca e le ammine sono le sostanze più comunemente rilevate tra i composti azotati. L'ammoniaca è un gas incolore, dall'odore estremamente pungente, prodotto in particolare nel trattamento dei fanghi. Altri composti azotati si formano per decarbossilazione degli amminoacidi delle proteine, quando il pH scende sotto 6.
- *acidi organici ed aldeidi, chetoni ed alcoli (VOC)*: tali composti sono generalmente presenti a livello di tracce, normalmente al di sotto della loro soglia di percettibilità, a meno che non siano presenti trattamenti termici dei fanghi.

In Tabella 3.2 si riporta un elenco delle principali sostanze con proprietà odorigene generalmente rilevabili negli impianti di depurazione delle acque reflue civili, insieme alla sensazione olfattiva che li caratterizza ed alla relativa soglia di percettibilità (OT, *odour threshold*).

Tabella 3.2 – Composti maleodoranti tipicamente riscontrabili negli impianti di depurazione degli scarichi urbani (Ruth et al., 1986; Zarra et al., 2008; Belgiorno et al., 2010)

Classe	Composto	Sensazione olfattiva ("qualità")	Soglia di percettibilità (OT) (mg/m^3)
<i>composti solforati</i>	Idrogeno solforato	Uova marce	0,0001-0,03
	Metilmercaptano	Cavolo, aglio	0,0005-0,08
	Etilmercaptano	Cavolo marcio	0,0001-0,03
	Propilmercaptano	Sgradevole	0,0002-0,0746
	Allilmercaptano	Aglio	0,0002-0,0515
	Butilmercaptano	Sgradevole	0,0016-0,0033
	Benzilmercaptano	Sgradevole	0,0131-0,2028
	Dimetilsolfuro	Legumi marci	0,0025-0,65
	Dietilsolfuro	Fetido, aglio	0,0045-0,31
	Dimetildisolfuro	Putrido	0,003-0,014
	Difenilsolfuro	Gomma bruciata	0,0026-0,0358
	Solfuro di carbonio	Sgradevole, dolce	0,0243-23,1
	Diossido di solfuro	Pungente-irritante	1,175-12,5

<i>composti azotati</i>	Ammoniaca	Irritante	0,50-37,0
	Metilammina	Pesce marcio	0,021
	Etilammina	Irritante	0,05-0,830
	Dimetilammina	Pesce marcio	0,047-0,16
	Trimetilammina	Pesce-pungente	0,0008
	Dietilammina	Pesce-ammoniaca	0,06-114,0
	Trietilammina	Pesce-ammoniaca	0,36-1,12
	Indolo	Fecale, nauseante	0,0006
	Scatolo	Fecale, nauseante	0,0008-0,1
	Cadaverina	Cibo in decomposizione	-
<i>acidi grassi volatili</i>	Piridina	Bruciato-nauseante	0,009-15,0
	Acido acetico	Aceto	0,192-6,5
	Acido butirrico	Burro rancido	0,0144-3
	Acido valerianico	Sudore	0,0008-1,3
<i>aldeidi e chetoni</i>	Benzaldeide	Acre	0,0008-0,1823
	Acetaldeide	Frutta, mele	0,04-1,8
	Butiraldeide	Rancido	0,013-15
	Isobutilaldeide	Frutta, mele	0,072
	Acetone	Frutta dolce	1,1-240
	Butanone	Dolciastro	0.737-147

3.2 Stima e valutazione degli odori per l'impianto di depurazione sito in località di Coda di Volpe

Nel presente paragrafo si riporta la stima previsionale delle concentrazioni di odore (in termini di OU/m³, in accordo alla UNI EN 13725:2004) e delle emissioni odorigene (in termini di OER, *odour emission rate*) potenzialmente prodotte dalle sorgenti identificate nella fase di normale esercizio e gestione operativa ordinaria dell'impianto di depurazione sito in località Coda di Volpe, riassunte in Tabella 2.10. Nella analisi di seguito restituita è altresì evidenziata la valutazione dei composti solforati, prodotti azotati, acidi organici ed aldeidi potenzialmente emessi. Le stime sono effettuate sulla base delle documentazione progettuale fornita dal Committente e della principale letteratura tecnico-scientifica di settore richiamata al paragrafo precedente.

I valori di OER presentati sono, in particolare, determinati con riferimento ai valori riportati nelle Linee Guida elaborate dal Gruppo di Lavoro di supporto della Regione Lombardia in materia di odore e dall'ARPA Puglia e si riferiscono, come già sottolineato, ad una velocità dell'aria 'neutra' impiegata dai sistemi di campionamento utilizzati, pari a 0,3 m/s.

I valori di concentrazione di odore e delle sostanze odorigene restituiti sono, invece, elaborati attraverso analisi statistico-comparative con valori rilevati presso impianti di depurazione delle acque reflue civili a scala reale e presenti nella letteratura tecnico scientifica di settore (Frechen, 1988; Stuetz et al., 2001; Zarra et al., 2008; Zarra et al., 2012; Belgiorno et al., 2012).

• Grigliatura

La fase di grigliatura rappresenta la sorgente di odore più critica in termini di concentrazione di odore per la linea di trattamento reflui di un impianto di depurazione di tipo civile. Le sorgenti di odore sono costituite principalmente dalle superfici del pelo libero del refluo in arrivo nel canale alla grigliatura e dal grigliato estratto.

Nel caso in esame, in particolare, la fase di grigliatura è svolta all'interno di un manufatto, chiuso e confinato, in cui è presente anche il sollevamento iniziale dei reflui. Il grigliato estratto è, invece, trasferito tramite nastro trasportatore in un cassone posto esternamente al manufatto, aperto superiormente ed a contatto con l'atmosfera. Nessun sistema di convogliamento e trattamento delle arie sviluppate all'interno del manufatto è previsto negli elaborati progettuali.

In Tabella 3.3 si riportano, in relazione ai dati di progetto, la stima e valutazione previsionale degli odori (in termini di concentrazione ed emissione odorigena) e dei composti odorigeni (in termini di concentrazione) presumibilmente prodotti dalle sorgenti identificate nel trattamento di grigliatura dell'impianto in esame, nelle condizioni di normale esercizio e gestione ordinaria.

Tabella 3.3 – Valutazione e stima previsionale degli odori e dei composti odorigeni prodotti nella fase di grigliatura.

sorgente	odore		composti			
	concentrazione media (OU _E /m ³)	emissione odorigena media, OER (OU _E /s)	Solforati* (mg/m ³)	Azotati** (mg/m ³)	Acidi organici° (mg/m ³)	Aldeidi°° (mg/m ³)
griglia	< 3'000	< 500	< 3	< 4	< 2	< 2
cassone contenente il grigliato	< 5'000	< 100	< 3	< 4	< 2	< 2

* = espressi come Σ (idrogeno solforato, dimetildisolfuro, metilmercaptano)

** = espressi come Σ (ammoniaca, metilammina, dimetilammina, scatole)

° = espressi come Σ (acido acetico, acido propionico, acido butirrico)

°° = espressi Σ (nonanale, decanale, benzaldeide)

• Sedimentazione primaria

La sedimentazione primaria rappresenta, insieme alla fase di grigliatura, l'altra importante fonte di odore della linea di trattamento dei reflui in un impianto di trattamento delle acque reflue civili, contribuendo in maniera significativa alle emissioni totali potenzialmente prodotte. Infatti, in tale fase, accanto a valori significativi delle concentrazioni di odore emesse, si rilevano generalmente valori non trascurabili delle emissioni odorigene, in relazione alle estese superfici emissive ad essa connesse, rappresentate dalle superficie di pelo libero delle vasche a contatto con l'atmosfera.

Nel caso in esame, in particolare, la fase di sedimentazione primaria è svolta in due vasche a pianta circolare ed a flusso radiale, aperte superiormente. L'area della singola vasca a contatto con l'atmosfera è pari a 314 m^2 , mentre il volume è pari a 833 m^3 . Nessun sistema di copertura, convogliamento e trattamento delle arie delle vasche è previsto negli elaborati progettuali.

In Tabella 3.4 si riportano, in relazione ai dati di progetto, la stima e valutazione previsionale degli odori (in termini di concentrazione ed emissione odorigena) e dei composti odorigeni (in termini di concentrazione) presumibilmente prodotti dalle sorgenti identificate nel trattamento di sedimentazione primaria dell'impianto in esame, nelle condizioni di normale esercizio e gestione ordinaria.

Tabella 3.4 – Valutazione e stima previsionale degli odori e dei composti odorigeni prodotti nella fase di sedimentazione primaria.

sorgente	odore		composti			
	concentrazione media (OU_E/m^3)	emissione odorigena media, OER (OU_E/s)	Solforati* (mg/m^3)	Azotati** (mg/m^3)	Acidi organici° (mg/m^3)	Aldeidi°° (mg/m^3)
singolo sedimentatore primario	< 3'000	< 200	< 3	< 4	< 2	< 2

* = espressi come \sum (idrogeno solforato, dimetildisolfuro, metilmercaptano)

** = espressi come \sum (ammoniaca, metilammina, dimetilammina, scatole)

° = espressi come \sum (acido acetico, acido propionico, acido butirrico)

°° = espressi \sum (nonanale, decanale, benzaldeide)

• Ossidazione biologica

La fase di ossidazione biologica di reflui civili non presenta particolari problematiche dal punto di vista odorigeno, come si evince dalla letteratura di settore. Le concentrazioni di odore rilevabili sono generalmente molto contenute ed in conseguenza le relative emissioni odorigene, in considerazione anche delle dimensioni generalmente ridotte delle vasche di trattamento.

Nel caso in esame, in particolare, la fase di ossidazione è svolta in una vasca a pianta rettangolare, suddivisa in quattro comparti, aperta superiormente e aerata insufflando ossigeno dal fondo per una quantità di progetto pari a 4107 kgO₂/d. L'area del singolo comparto, a contatto con l'atmosfera, è pari a 122 m², mentre il volume è pari a 486 m³. Nessun sistema di copertura, convogliamento e trattamento delle arie della vasca è previsto negli elaborati progettuali.

In Tabella 3.5 si riportano, in relazione ai dati di progetto, la stima e valutazione previsionale degli odori (in termini di concentrazione ed emissione odorigena) e dei composti odorigeni (in termini di concentrazione) presumibilmente prodotti dalle sorgenti identificate nel trattamento di ossidazione biologica dell'impianto in esame, nelle condizioni di normale esercizio e gestione ordinaria.

Tabella 3.5 – Valutazione e stima previsionale degli odori e dei composti odorigeni prodotti nella fase di ossidazione biologica.

sorgente	odore		composti			
	concentrazione media (OU _E /m ³)	emissione odorigena media, OER (OU _E /s)	Solforati* (mg/m ³)	Azotati** (mg/m ³)	Acidi organici° (mg/m ³)	Aldeidi°° (mg/m ³)
bacino di ossidazione	< 1'000	< 400	< 3	< 4	< 2	< 2

* = espressi come Σ(idrogeno solforato, dimetildisolfuro, metilmercaptano)

** = espressi come Σ(ammoniaca, metilammina, dimetilammina, scatole)

° = espressi come Σ(acido acetico, acido propionico, acido butirrico)

°° = espressi Σ(nonanale, decanale, benzaldeide)

• Sedimentazione secondaria

La sedimentazione secondaria nel caso di trattamento di reflui civili, in analogia alla fase di ossidazione biologica, presenta generalmente valori di concentrazione di odore emessi relativamente bassi, in considerazione anche dei trattamenti precedentemente operati sul refluo.

La fase può, comunque, rappresentare una criticità dal punto di vista odorigeno in termini di emissioni odorigene, in relazione alle dimensioni delle superfici ad essa connesse.

Nel caso in esame la sedimentazione secondaria è svolta in una sola vasca, aperta superiormente. L'area a contatto con l'atmosfera è pari a 513 m², mentre il volume è pari a 2124 m³. Nessun sistema di copertura, convogliamento e trattamento delle arie della vasca è previsto negli elaborati progettuali.

In Tabella 3.6 si riportano, in relazione ai dati di progetto, la stima e valutazione previsionale degli odori (in termini di concentrazione ed emissione odorigena) e dei composti odorigeni (in termini di concentrazione) presumibilmente prodotti dalle sorgenti identificate nel trattamento di sedimentazione secondaria dell'impianto in esame, nelle condizioni di normale esercizio e gestione ordinaria.

Tabella 3.6 – Valutazione e stima previsionale degli odori e dei composti odorigeni prodotti nella fase di sedimentazione secondaria.

sorgente	odore		composti			
	concentrazione media (OU _E /m ³)	emissione odorigena media, OER (OU _E /s)	Solforati* (mg/m ³)	Azotati** (mg/m ³)	Acidi organici° (mg/m ³)	Aldeidi°° (mg/m ³)
sedimentatore	< 500	< 300	< 3	< 4	< 2	< 2

* = espressi come Σ (idrogeno solforato, dimetildisolfuro, metilmercaptano)

** = espressi come Σ (ammoniaca, metilammina, dimetilammina, scatole)

° = espressi come Σ (acido acetico, acido propionico, acido butirrico)

°° = espressi Σ (nonanale, decanale, benzaldeide)

• Digestione aerobica

I fanghi costituiscono per loro natura una criticità dal punto di vista olfattivo. La fase di digestione aerobica, in particolare, effettua una stabilizzazione dei fanghi in ambiente ricco di ossigeno, mantenendoli in bacini fortemente aerati privi di alimentazione organica per un tempo adatto a consentirne la mineralizzazione.

Nel caso in esame la digestione dei fanghi, del tipo aerobica, è svolta in due vasche contigue a forma rettangolare, aperte superiormente, e prevedendo una insufflazione di ossigeno pari a 3345 kgO₂/d per vasca. L'area della singola vasca, a contatto con l'atmosfera, è pari a 181 m², mentre la portata di fango misto trattata è pari a 190 m³/d. Nessun sistema di copertura, convogliamento e trattamento delle arie delle vasche è previsto negli elaborati progettuali.

In Tabella 3.6 si riportano, in relazione ai dati di progetto, la stima e valutazione previsionale degli odori (in termini di concentrazione ed emissione odorigena) e dei composti odorigeni (in termini di concentrazione) presumibilmente prodotti dalle sorgenti identificate nel trattamento di digestione aerobica dell'impianto in esame, nelle condizioni di normale esercizio e gestione ordinaria.

Tabella 3.7 – Valutazione e stima previsionale degli odori e dei composti odorigeni prodotti nella fase di digestione aerobica.

sorgente	odore		composti			
	concentrazione media (OU _E /m ³)	emissione odorigena media, OER (OU _E /s)	Solforati* (mg/m ³)	Azotati** (mg/m ³)	Acidi organici° (mg/m ³)	Aldeidi°° (mg/m ³)
singolo digestore	< 8'000	< 600	< 5	< 5	< 3	< 3

* = espressi come Σ (idrogeno solforato, dimetildisolfuro, metilmercaptano)

** = espressi come Σ (ammoniaca, metilammina, dimetilammina, scatole)

° = espressi come Σ (acido acetico, acido propionico, acido butirrico)

°° = espressi Σ (nonanale, decanale, benzaldeide)

• Ispessimento fanghi

La fase di ispessimento fanghi rappresenta sicuramente una delle fasi di maggiore criticità da un punto di vista odorigeno in un impianto di trattamento reflui. Pur avvenendo solitamente in unità con superfici ridotte, è caratterizzata da un elevatissimo carico in termini di concentrazione di odore che incide, in conseguenza, anche sul fattore emissivo.

Nel caso in esame l'ispessimento del fango è effettuato in una sola vasca a pianta circolare, aperta superiormente. L'area a contatto con l'atmosfera è pari a 123 m², mentre la portata di fango misto trattata è pari a 190 m³/d. Nessun sistema di copertura, convogliamento e trattamento delle arie della vasca è previsto negli elaborati progettuali.

In Tabella 3.6 si riportano, in relazione ai dati di progetto, la stima e valutazione previsionale degli odori (in termini di concentrazione ed emissione odorigena) e dei composti odorigeni (in termini di concentrazione) presumibilmente prodotti dalle sorgenti identificate nel trattamento di ispessimento fanghi dell'impianto in esame, nelle condizioni di normale esercizio e gestione ordinaria.

Tabella 3.8 – Valutazione e stima previsionale degli odori e dei composti odorigeni prodotti nella fase di ispessimento.

sorgente	odore		composti			
	concentrazione media (OU _E /m ³)	emissione odorigena media, OER (OU _E /s)	Solforati* (mg/m ³)	Azotati** (mg/m ³)	Acidi organici° (mg/m ³)	Aldeidi°° (mg/m ³)
ispessitore	< 8'000	< 500	< 5	< 5	< 3	< 3

* = espressi come Σ (idrogeno solforato, dimetildisolfuro, metilmercaptano)

** = espressi come Σ (ammoniaca, metilammina, dimetilammina, scatole)

° = espressi come Σ (acido acetico, acido propionico, acido butirrico)

°° = espressi Σ (nonanale, decanale, benzaldeide)

In considerazione a quanto riportato per tale fase di trattamento si rende opportuna la copertura dell'unità di trattamento con conseguente installazione di sistema di convogliamento e trattamento delle arie esauste.

• Disidratazione

La disidratazione dei fanghi, insieme agli altri trattamenti fanghi, come già riportato, rappresenta sicuramente un'altra fase critica da un punto di vista odorigeno, in relazione soprattutto alle alte concentrazioni di odore sviluppate e trasferibili, in conseguenza, in atmosfera.

Nel caso in esame la fase di disidratazione è operata attraverso un condizionamento chimico, trattamento con una nastropressa e successivo, opzionale, spandimento su letti di essiccamento. La nastropressa risulta allocata in un'area coperta solamente superiormente e aperta lateralmente; la portata di fanghi trattati risulta pari a 91 m³/d; il fango disidratato, ove non diretto ai letti di essiccamento, è trasferito tramite nastro trasportatore in un cassone scarrabile in attesa delle successive operazioni di trasporto a smaltimento.

I letti di essiccamento sono in numero di 4, con area complessiva pari a 800 m²; la portata di fango eventualmente da spandere su di essi è pari a 11 m³/d.

Tabella 3.9 – Valutazione e stima previsionale degli odori e dei composti odorigeni prodotti nella fase di disidratazione.

sorgente	odore		composti			
	concentrazione media (OU _E /m ³)	emissione odorigena media, OER (OU _E /s)	Solforati* (mg/m ³)	Azotati** (mg/m ³)	Acidi organici° (mg/m ³)	Aldeidi°° (mg/m ³)
nastropressa	< 2'000	< 100	< 5	< 5	< 3	< 3
letti di essiccamento	< 2'000	< 500	< 5	< 5	< 3	< 3
zona di accumulo dei fanghi da smaltire	< 4'000	< 100	< 5	< 5	< 3	< 3

* = espressi come Σ(idrogeno solforato, dimetildisolfuro, metilmercaptano)

** = espressi come Σ(ammoniaca, metilammina, dimetilammina, scatole)

° = espressi come Σ(acido acetico, acido propionico, acido butirrico)

°° = espressi Σ(nonanale, decanale, benzaldeide)

4 POSSIBILI MISURE DI MITIGAZIONE E MONITORAGGIO

4.1 Misure di monitoraggio

Al fine di controllare le emissioni di odore è prevista una costante attività di monitoraggio. Lo strumento che si adotta in tal senso è la predisposizione di un Piano di Monitoraggio e Controllo degli Odori (PMCod). In Tabella 4.1 si illustra il potenziale Piano di Monitoraggio implementabile per il controllo delle emissioni odorigene dell'impianto di depurazione delle acque reflue civili sito in località Coda di Volpe, con indicazione dei punti di monitoraggio, delle frequenze di campionamento, dei parametri da determinare e delle relative metodiche analitiche da adottare. Il piano è stato elaborato sulla base di quanto riportato ed analizzato nei Capitolo precedenti.

Tabella 4.1 – Piano di Monitoraggio e Controllo degli Odori

Linea di trattamento	Punto di monitoraggio		Frequenza/ Campionamento	Determinazione analitica	
	ID	Descrizione		Parametri	Metodica
Acque	01	Locale grigliatura	semestrale/flux o vacuum chamber	<ul style="list-style-type: none"> Concentrazione di odore (OU/m³) OER (OU/s) 	UNI EN13725:2004
	02	Sedimentatore primario	semestrale/flux chamber	<ul style="list-style-type: none"> Concentrazione di odore (OU/m³) OER (OU/s) 	UNI EN13725:2004
	03	Reattore di ossidazione	semestrale/flux chamber	<ul style="list-style-type: none"> Concentrazione di odore (OU/m³) OER (OU/s) 	UNI EN13725:2004
Fanghi	04	Digestore aerobico	semestrale/flux chamber	<ul style="list-style-type: none"> Concentrazione di odore (OU/m³) OER (OU/s) 	UNI EN13725:2004
	05	Ispessitore	semestrale/flux chamber	<ul style="list-style-type: none"> Concentrazione di odore (OU/m³) OER (OU/s) 	UNI EN13725:2004
	06	Locale nastro pressa	semestrale/vacuum chamber	<ul style="list-style-type: none"> Concentrazione di odore (OU/m³) OER (OU/s) 	UNI EN13725:2004
	07	Scarrabile con fanghi	semestrale/flux chamber	<ul style="list-style-type: none"> Concentrazione di odore (OU/m³) OER (OU/s) 	UNI EN13725:2004

4.2 Misure di mitigazione

Le misure che possono essere adottate per contenere le emissioni maleodoranti in un impianto di depurazione delle acque reflue sono raggruppabili sostanzialmente in due macro-tipologie: i) di riduzione/prevenzione; ii) di trattamento.

4.2.1 Misure di riduzione/prevenzione

Una misura di riduzione delle emissioni maleodoranti è quella che si ottiene mediante l'aggiunta di additivi chimici. Tale azione è indirizzata, essenzialmente, alla limitazione delle emissioni di acido solfidrico, tramite sostanze che ne favoriscono l'ossidazione o ne riducono l'entità del rilascio in atmosfera. Le sostanze ossidanti maggiormente utilizzate in tal senso, sono costituite dal cloro o da suoi derivati (biossido di cloro, ipoclorito). Così ad esempio negli ispessitori dei fanghi freschi il dosaggio di calce consente una sensibile limitazione dell'emissione di idrogeno solforato grazie allo spostamento del pH in campo decisamente alcalino ($\text{pH} > 9$). Gli stessi risultati si possono realizzare con l'aggiunta di sali di metalli pesanti (zinco, rame e ferro), che precipitano i solfuri sotto forma di composti insolubili.

Risultati apprezzabili in termini di riduzione delle emissioni odorigene possono ottenersi anche e soprattutto in fase di progettazione e di gestione dell'impianto, limitando al massimo le installazioni e le disfunzioni operative che potrebbero causare la formazione di cattivi odori. Le principali misure adottabili in tal senso in un impianto di depurazione sono di seguito elencate (Sorlini, 1990; Belgiorno et al., 2010; Linea Guida per il rilascio di pareri riguardanti le emissioni in atmosfera prodotte dagli impianti di depurazione, ARPA Puglia, 2015):

- *pretrattamenti*: dal punto di vista impiantistico è utile prevedere la loro copertura, mentre dal punto di vista gestionale è importante prevedere tempi rapidi di allontanamento del materiale grigliato; lavare con frequenza le macchine deputate alla grigliatura (griglie, rotostacci, ...) con acqua contenente una minima quantità di cloro attivo.
- *sedimentatori primari*: limitare le altezze degli sfioratori di scarico del liquame, provvedere all'allontanamento dei grassi affioranti e contenere il tempo di permanenza dei fanghi; garantire l'efficienza del sistema di raccolta ed eliminazione del materiale galleggiante; garantire la pulizia della canaletta di raccolta dell'effluente.
- *vasche di aerazione*: prevedere sistemi di insufflazione ad aria compressa in alternativa ad aeratori meccanici superficiali ed evitare la formazione di zone di ristagno dei fanghi attraverso una miscelazione omogenea; assicurare una sufficiente

aerazione, utilizzando sistemi di controllo tali da garantire che la concentrazione di ossigeno disciolto sia sempre $> 1 \text{ mg/l}$.

- *ispessimento dei fanghi freschi*: adottare carichi idraulici il più possibile elevati, mantenere adeguati battenti sulla superficie e contenere il più possibile il tempo di permanenza. Dal punto di vista impiantistico è possibile prevedere la copertura di tale fase di trattamento;
- *stabilizzazione anaerobica*: prevedere dei sistemi di combustione del gas in eccesso; assicurare le condizioni di processo (età del fango, temperatura, pH, alcalinità, ecc.) che garantiscano un rapporto $SV/ST < 0,65$ (valore indicativo), accompagnato da una idonea produzione di biogas.
- *stabilizzazione aerobica*: i digestori aerobici comportano maggiori problemi di odori rispetto a quelli anaerobici; occorre evitare tempi di arresto dei dispositivi di aerazione prolungati; assicurare le condizioni di processo (età del fango, ossigeno disciolto) che garantiscano un rapporto $SV/ST < 0,65$ (valore indicativo); mantenere una concentrazione minima di ossigeno disciolto pari a 1 mg/l .
- *condizionamento chimico*: prevedere locali chiusi ed adeguatamente ventilati, soprattutto nel caso di fanghi stabilizzati anaerobicamente condizionati con calce;
- *disidratazione meccanica*: adottare in ordine di preferenza, per quel che riguarda gli odori, centrifughe, filtri pressa, nastri pressa e filtri a vuoto; effettuare il lavaggio della macchina con acqua al termine dell'utilizzo giornaliero; ridurre al minimo i tempi di disidratazione e concentrare gli interventi se effettuati con dispositivo mobile; ridurre al minimo i tempi di permanenza in impianto del cassone di raccolta (max 2 giorni, possibilmente evacuazione giornaliera), coprendo il medesimo con un telo.

4.2.2 Sistemi di trattamento delle emissioni

Tali soluzioni di carattere impiantistico e gestionale sono di fatto rispettate nelle soluzioni progettuali proposte o previste nell'ambito della gestione dell'impianto.

5 CONCLUSIONI

L'analisi condotta sul progetto definitivo dell'impianto di depurazione sito in località Coda di Volpe al fine di identificare e valutare gli odori prodotti dal normale esercizio e regolare gestione operativa dello stesso, ha consentito di identificare sette fasi di trattamento aventi emissioni odorigene. Per ognuna fase sono state individuate le sorgenti responsabili della produzione degli odori e stimate le concentrazioni di odore (in termini di OU/m³, in accordo alla UNI EN 13725:2003) e le emissioni odorigene (in termini di OER, *odour emission rate*) potenzialmente prodotte. Nella analisi restituita è stata altresì valutata la potenziale emissione di composti solforati, prodotti azotati, acidi organici ed aldeidi.

Le stime sono state effettuate sulla base delle documentazione progettuale fornita dal Committente e della principale letteratura tecnico-scientifica di settore. I valori di OER presentati sono stati, in particolare, determinati con riferimento ai valori riportati nelle Linee Guida elaborate dal Gruppo di Lavoro di supporto della Regione Lombardia in materia di odore e dall'ARPA Puglia e si riferiscono ad una velocità dell'aria 'neutra' impiegata dai sistemi di campionamento utilizzati, pari a 0,3 m/s. I valori di concentrazione di odore e delle sostanze odorigene restituiti sono stati, invece, elaborati attraverso analisi statistico-comparative con valori rilevati presso impianti di depurazione delle acque reflue civili a scala reale e presenti nella letteratura tecnico scientifica di settore.

Infine, sono state presentate le possibili misure di mitigazione e monitoraggio degli odori, in relazione alle soluzioni progettuali proposte o previste nell'ambito della gestione dell'impianto.

BIBLIOGRAFIA

- ARPA Puglia (2015). Linea guida per il rilascio di pareri riguardanti le emissioni in atmosfera prodotte dagli impianti di depurazione”, Deliberazione n.46/2015.
- Belgiorno V., Naddeo V., Zarra T. (2012). Odour Impact Assessment Handbook., John Wiley & Sons, Inc. , ISBN: 9781119969280.
- Belgiorno V., Naddeo V., Zarra T. (2010). Caratterizzazione degli odori per la Valutazione dell'impatto Ambientale. ASTER Editore, ISBN: 978144523343.
- Capelli L., Sironi S., Del Rosso R., Centola P. (2009). Predicting odour emissions from wastewater treatment plants by means of odour emission factors. Water Research 43, 1977-1985.
- EN 13725, 2003. Air quality—determination of odour concentration by dynamic olfactometry. Comité Européen de Normalisation, Brussels, pp. 1–70.
- Frechen F. B. (1988). Odour emissions and odour control at wastewater treatment plants in West Germany. Water Science and Technology, 20, 261-266.
- Gostelow P., Parsons S.A., Stuetz R.M. (2000). Odour measurement for sewage treatment works. Water Science and Technology , 35, Nr.3, 579-597.
- Nicell, J.A., 2009. Assessment and regulation of odour impacts. Atmospheric Environment, 43, 196-206.
- Regione Lombardia (2012). Linea guida per la caratterizzazione, l'analisi e l'autorizzazione delle emissioni gassose in atmosfera delle attività ad impatto odorigeno - Emissioni odorigene in atmosfera da impianti di depurazione reflui”.
- Ruth, J.H.,1986. Odour thresholds and irritation levels of several chemicals substances: a review. Am Ind Hyg Assoc J., 47(3):A142-51.
- Sorlini C. (1990). Valutazione Impatto Ambientale – Impianti di depurazione, Provincia Autonoma di Trento. Assessorato al Territorio, Ambiente e Foreste, pp.22.
- Stuetz, R., Frechen, F.B., 2001. Odours in wastewater treatment: measurement, modelling and control. IWA Publishing, ISBN 1 900222 46 9.

- Zarra T., Naddeo V., Belgiorno V., Reiser M., Kranert M. (2008). Odour monitoring of small wastewater treatment plant located in sensitive environment. Water Science and Technology, vol. 58, p. 89-94, ISSN: 0273-1223.
- Zarra T., Reiser M., Naddeo V., Belgiorno V., Kranert V. (2014). Odour emissions characterization from wastewater treatment plants by different measurement methods. Chemical Engineering Transactions. ISSN: 1974-9791.
- Zarra T., Giuliani S., Naddeo V., Belgiorno V. (2012). Control of odour emission in wastewater treatment plants by direct and undirected measurement of odour emission capacity. Water Science and Technology, vol. 66, p.1627-1633, ISSN: 0273-1223.
- Zarra T., Naddeo V., Oliva G., Belgiorno V. (2016). Odour emissions characterization for impact prediction in anaerobic-aerobic integrated treatment plants of municipal solid waste. CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS, vol. 54, p. 91-96, ISSN: 2283-9216, doi: 10.3303/CET1654016.