

VERIFICA DELL'EFFICIENZA DEPURATIVA DI UN IMPIANTO AIA ATTRAVERSO UN MODELLO CONCETTUALE DI SIMULAZIONE

Ivano Spiniello*

Consorzio Gestione Servizi s.c.a r.l., Montefredane.

Sommario. È descritto un metodo finalizzato alla verifica dell'efficienza depurativa di un impianto in Aia per il trattamento dei rifiuti liquidi, elaborato attraverso un modello concettuale di simulazione. La modellazione del ciclo di trattamento è basata sul bilancio di materia tipico dell'ingegneria di processo, ovvero prefissato un volume di controllo si considerano i termini della massa di sostanza in ingresso ed in uscita, rispetto all'intervallo di tempo ed alla cinetica di reazione.

Detta metodica è stata applicata in fase di autorizzazione Aia all'impianto di depurazione industriale di tipo misto ubicato in provincia di Avellino nell'area industriale di Lacedonia allo scopo di verificare l'efficienza depurativa del ciclo di trattamento a seguito della richiesta di incremento della quantità di percolato trattabile.

Parole chiave: modello di simulazione, efficienza depurativa, rifiuti, percolato di discarica, Aia.

EFFICIENCY CHECK OF SEWAGEPLANT AIA THROUGH A CONCEPTUAL MODEL OF SIMULATION

Abstract. The paper describes a method aimed at checking the efficiency of a purifying plant in Aia for the treatment of liquid waste, processed through a conceptual model simulation. The modeling of the treatment cycle is based on the material balance of typical process engineering, is a predetermined volume of control are considered the terms of the mass of substance in input and in output, compared to the time interval and the reaction kinetics. Said method has been applied in the authorization phase Aia to the industrial wastewater treatment plant mixed type located in the province of Avellino in the industrial area of Lacedonia in order to verify the purifying efficiency of the treatment cycle designed to increase the quantity of landfill leachate treatable.

Keywords: simulation model, efficiency depurative, waste, landfill leachate, Aia.

Ricevuto il 16-3-2015. Modifiche sostanziali richieste il 18-5-2015. Correzioni richieste il 18-6-2015. Accettazione il 24-6-2015.

* S.P. 185, 20 - 83030 Montefredane (AV). tel. +39 0825607370. spiniello@cgsav.it

1. INTRODUZIONE

Il D.lgs. 4 marzo 2014 n.46 nell'attuare la direttiva 2010/75 UE, riscrive il Titolo III-bis, parte II del D.lgs.152/06, modificando la disciplina dell'autorizzazione integrata ambientale "Aia".

L'autorizzazione integrata ambientale è il provvedimento che autorizza l'impianto, sostituendo, ai sensi dell'art. 29-quater comma 11, tutta una serie di autorizzazioni ambientali che in precedenza andavano chieste singolarmente.

Tra le diverse attività soggette ad autorizzazione integrata ambientale, così come elencato nell'allegato VIII parte II del D.lgs. 152/06 in seguito modificato dall'art. 6 comma 13 D.lgs.46/2014, ci sono le installazioni individuate al punto 5.3 "impianti per lo smaltimento dei rifiuti non pericolosi, con capacità superiore a 50 Mg al giorno, che comportano le attività D8, D9".

Il presente articolo ha l'obiettivo di illustrare ai tecnici impegnati nella progettazione di un impianto Aia per il trattamento dei rifiuti liquidi, l'applicazione di un metodo di verifica dell'efficienza depurativa, finalizzato a validare il ciclo di trattamento progettato.

Il metodo proposto prevede di simulare le diverse condizioni di esercizio dell'impianto attraverso una modellazione delle singole fasi di processo e dei relativi rendimenti depurativi di letteratura. A tale scopo è stata sviluppata una matrice di calcolo che simula il ciclo di trattamento a cui sono sottoposti i rifiuti liquidi ed i reflui industriali.

In particolare l'assetto processistico presentato nella matrice è stato sviluppato in base sia al carico inquinante che al rapporto di biodegradabilità dei rifiuti da sottoporre a trattamento.

Lo schema di processo (Fig.1) prevede una serie di pretrattamenti specifici per i soli rifiuti liquidi a media e bassa biodegradabilità ed un trattamento generale a valle di essi, di tipo chimico-fisico e biologico, in cui confluiscono i reflui industriali, i rifiuti liquidi ad alta biodegradabilità ed il liquame in uscita dai pretrattamenti specifici.

2. METODOLOGIA DI CALCOLO

Il calcolo delle portate e delle concentrazioni inquinanti, di tutti i flussi indicati nello schema di processo alla base del modello di simulazione, è stato elaborato con l'approccio

del bilancio di materia tipico dell'ingegneria di processo. In particolare, le portate volumetriche, ai fini della determinazione del carico inquinante in ingresso ed in uscita da un volume di controllo, sono state considerate a densità costante così da rendere valida l'additività dei volumi.

Nel caso di un reattore biologico, il dimensionamento è stato eseguito applicando il bilancio di materia ad un prefissato volume di controllo, rispetto ad ogni costituente di interesse (ad es. la biomassa, il substrato ecc.).

Nel bilancio di materia sono stati riportati i termini relativi alla massa di sostanza che, in un dato intervallo di tempo, entra oppure esce dal volume di controllo insieme al termine cinetico, quest'ultimo tiene conto del fenomeno di consumo e/o produzione del costituente all'interno del sistema (Tchobanoglous, 2006).

In termini più semplici, il bilancio di massa è stato espresso attraverso la seguente equazione:

accumulo = ingresso – uscita + crescita netta
ovvero:

$$V \frac{dC}{dt} = QC_o - QC_e + r'_g V \quad (1)$$

in cui:

dC/dt = velocità con cui la concentrazione di biomassa all'interno del reattore si modifica nel tempo

V = volume del reattore

Q = portata volumetrica in entrata ed in uscita dal reattore

C_o = concentrazione di biomassa nell'influente

C_e = concentrazione di biomassa nell'effluente

r'_g = velocità netta di crescita della biomassa

Nell'ipotesi in cui la concentrazione di biomassa nell'influente sia trascurabile, in condizioni di stato stazionario (con $dc/dt = 0$), la relazione (1) assume la seguente forma semplificata:

$$QC_o - QC_e + r'_g V \quad (2)$$

Nel caso in cui il volume di controllo sia rappresentato da un nodo di miscelazione (incontro di due o più flussi, ad esempio l'unità di bilanciamento) in cui entrano portate diverse, si è in condizioni di stato stazionario ed in assenza di reazioni chimiche, il bilancio è dato da:

$$\sum Q_o C_o = \sum QC \quad (3)$$

in particolare, la portata che esce dal nodo è la somma di quelle entranti ed ha una composizione che è la media pesata dei flussi in ingresso, con peso determinato dalle portate di alimentazione.

Per quanto concerne i fenomeni di reazione e trasformazione, per ogni fase di trattamento si applica un'efficienza di rimozione " η " relativamente ai singoli parametri inquinanti (COD, BOD₅, SST, TKN, ecc.), secondo quanto stabilito negli studi di letteratura.

Definiti i rifiuti liquidi in ingresso con le relative concentrazioni inquinanti, i pretrattamenti specifici da adottare con la conseguente progettazione del ciclo di trattamento, si passa ad elaborare il modello concettuale di simulazione predisponendo una matrice di calcolo "Tab.12" nella quale si riportano i dati di progetto dell'impianto (portata oraria, portata giornaliera e concentrazioni inquinanti in ingresso all'impianto, quest'ultime distinte per tipologia di rifiuto in base alla categoria di biodegradabilità) ed i flussi di liquame (f_n) con le relative concentrazioni inquinanti in ingresso ed in uscita dalle fasi di trattamento secondo lo schema di processo.

2.1 Caratterizzazione dei flussi inquinanti

I rifiuti liquidi sono stati distinti in quattro macro-categorie, in funzione al rapporto di biodegradabilità BOD₅/

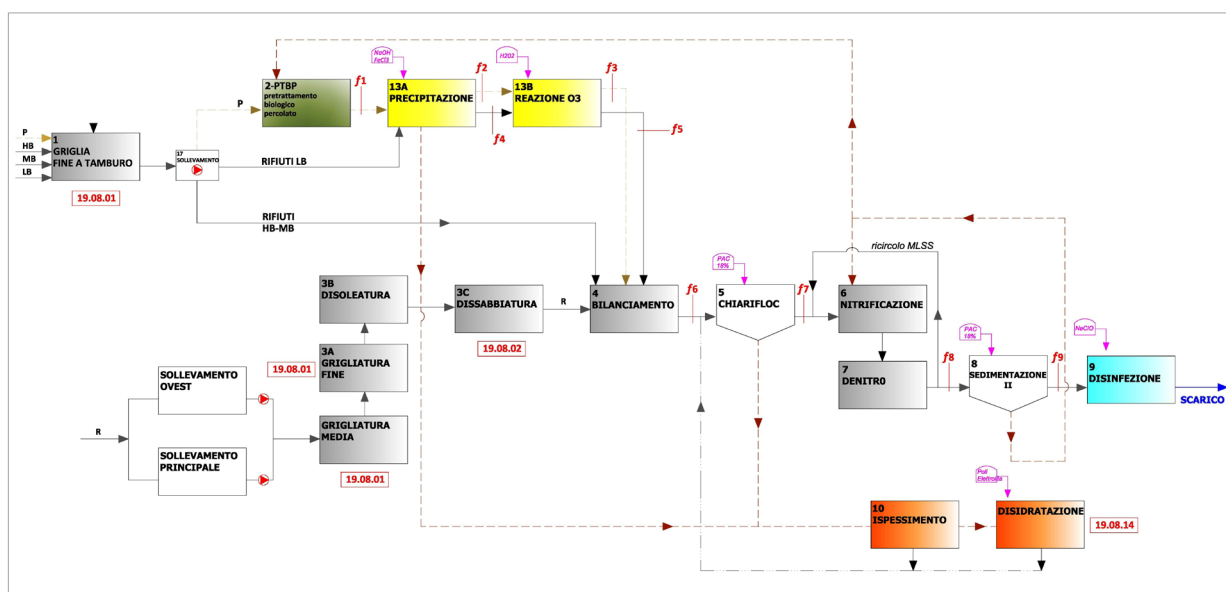


Figura 1 - Schema di processo dell'impianto di Calaggio

COD:

- Rifiuti HB (highly biodegradable): caratterizzati da un rapporto $BOD_5/COD > 0,5$;
- Rifiuti MB (medium biodegradable): caratterizzati da un rapporto $BOD_5/COD 0,3 \div 0,5$;
- Rifiuti LB (low biodegradable): caratterizzati da un rapporto $BOD_5/COD < 0,3$;
- Percolato da discarica P (CER 19.07.03 “*percolato di discarica, diverso da quello di cui alla voce 19 07 02*”) non pericoloso.

Tale distinzione è stata necessaria allo scopo di individuare i pretrattamenti specifici da adottare sui rifiuti a bassa biodegradabilità LB, media biodegradabilità MB e sul percolato “P”, così da definire l’assetto processistico alla base del modello di calcolo.

I pretrattamenti specifici “PT” adottati sono:

PT.1 Precipitazione chimica in ambiente alcalino

PT.2 Pretrattamento biologico a biomasse sospese (solo al percolato)

PT.3 Ozono

In Tab.1 si riportano le relative efficienze di rimozione dei pretrattamenti specifici “PT” secondo dati disponibili in letteratura, le stesse sono state considerate sempre costanti

nel modello di calcolo rispetto alle diverse condizioni di carico applicato, in cui:

$\eta_{PT1 (13A)}$ = efficienza rimozione precipitazione chimica - unità 13A (Fig.1)

$\eta_{PT2 (13B)}$ = efficienza rimozione ozono - unità 13B (Fig.1)

$\eta_{PT3 (2)}$ = efficienza rimozione pretrattamento biologico percolato - unità 2 (Fig.1)

In Tab. 2 si riportano dati di letteratura dell’efficienza di rimozione del processo di ossidazione con ozono applicato a diversi percolati di discarica.

Le concentrazioni inquinanti dei rifiuti liquidi, adottate nella matrice di calcolo ai fini della verifica di efficienza, sono state determinate in base ai dati disponibili in letteratura. Dette concentrazioni inquinanti sono riportate nelle Tab.3 e Tab.4, distinte in base alla categoria di biodegradabilità. In particolare i valori riportati in Tab.4, relativi al percolato, sono stati riscontrati anche nella realtà operativa dell’impianto, con concentrazioni inquinanti medie, in termini di COD e NH_4 , rispettivamente pari a 7500 mg l^{-1} e 1200 mg l^{-1} . Detti valori risultano in linea con il range letteratura dei percolati in fase metanigena.

Tabella 1 - Efficienze di rimozione pretrattamenti specifici

Parametro	$\eta_{PT1 (13A)}$	$\eta_{PT2 (13B)}$	$\eta_{PT3 (2)}$
COD	70%	40%	55%
BOD_5	70%	40%	70%
NH_4	10%	10%	70%
SST	80%	-	-
Ni	90%	-	-
Fe	90%	-	-
Cr totale	90%	-	-
Zn	90%	-	-

Tabella 2 - Caratteristiche del percolato dopo il trattamento di ozonizzazione

$[C_i]$ percolato				Dopo il trattamento	Efficienza di rimozione (%)		Riferimento
COD (mg l^{-1})	BOD_5 (mg l^{-1})	pH	Color (mg PtCo l^{-1})	BOD_5/COD	COD	Color	
6500	500	8,1	12000	0,5	15	90	Parsons e Murray, 2004
3096	130	8,2	5759	0,2-0,3	25-50	-	Bila et al., 2005
3460	150	8,2	5300	-	48	87	Silva et al., 2004
4850	520	8,2	-	0,25	30	-	Rivas et al., 2003
5000	20	-	8300	0,015	33	100	Monje-Ramirez, et al., 2004
5230	500	8,7	-	0,1	27	-	Tzaoui et al., 2007
4850	10	-	-	0,1	33	-	Iaconi et al., 2006
895	43	8,2	-	0,14	28	-	Geenens et al., 1999

Tabella 3 - Caratteristiche qualitative da letteratura di altri rifiuti liquidi

Parametro	LB (mg l ⁻¹)	MB (mg l ⁻¹)	HB (mg l ⁻¹)
COD	60000	11600	3571
BOD ₅	15000	3500	2500
BOD ₅ /COD	0,25	0,30	0,70
TKN	1500	350	250
NH ₄	1200	280	200
SST	16500	3850	2750
Ni	-	-	-
Fe	-	-	-
Cu	-	-	-
Cr totale	-	-	-
Zn	-	-	-
Cloruri	-	-	-

Tabella 4 - Qualità media del percolato nel tempo (Kruse et al., 1994)

Parametro	Fase acida		Fase intermedia		Fase metanigena	
	Range (mg l ⁻¹)	Media (mg l ⁻¹)	Range (mg l ⁻¹)	Media (mg l ⁻¹)	Range (mg l ⁻¹)	Media (mg l ⁻¹)
pH	6,2 - 7,8	7,4	6,7 - 8,3	7,5	7 - 8,3	7,6
COD	950 - 40000	9500	700 - 28000	3400	460 - 8300	2500
BOD ₅	600 - 27000	6300	200 - 10000	1200	20 - 700	230
NH ₄	17 - 1650	740	17 - 1650	740	17 - 1650	740
TKN (Azoto)	250 - 2000	920	250 - 2000	920	250 - 2000	920
Arsenico (As)	0,005 - 0,1	0,02	0,005 - 0,11	0,02	0,005 - 0,11	0,02
Cromo totale (Cr)	0,002 - 0,52	0,5	0,002 - 0,52	0,15	0,002 - 0,52	0,15
Ferro (Fe)	3 - 500	135	2 - 120	36	4 - 125	25
Nichel (Ni)	0,01 - 1	0,9	0,01 - 1	0,19	0,01 - 1	0,19
Rame totale (Cu)	0,005 - 0,56	0,09	0,005 - 0,56	0,09	0,005 - 0,56	0,09
Zinco (Zn)	0,05 - 1,6	2,2	0,06 - 1,7	0,6	0,09 - 3,5	0,6
Cloruri	315 - 12400	2150	315 - 12400	2150	315 - 12400	2150

Come descritto nel caso studio, nella quantificazione delle concentrazioni inquinanti, si tiene conto anche del Come descritto nel caso studio, nella quantificazione delle concentrazioni inquinanti, si tiene conto anche del flusso di reflui industriali provenienti dalla rete fognaria, diversamente sono state trascurate le frazioni di ricircolo. In particolare, rispetto agli insediamenti industriali presenti, potrà essere applicato un carico inquinante rappresentativo di letteratura o la media dei valori registrati dal gestore in ingresso all'impianto, caso quest'ultimo adottato per l'impianto in esame.

3. CASO STUDIO

Il modello concettuale di simulazione è stato applicato all'impianto Aia di Calaggio, allo scopo di verificare l'efficienza depurativa del ciclo di trattamento a fronte della richiesta di autorizzazione al trattamento

dei seguenti quantitativi di rifiuti:

- i rifiuti liquidi conto terzi non devono eccedere i 435m³d⁻¹
- il trattamento del percolato Cer 190703 non deve eccedere i 165m³d⁻¹, in concomitanza ad altri rifiuti.
- il trattamento del percolato Cer 190703, nella condizione di unica tipologia di rifiuto conferita, non deve eccedere i 172m³d⁻¹.
- Il trattamento degli altri rifiuti liquidi, diversi dal percolato, non deve eccedere i 270m³d⁻¹

Le tipologie di rifiuti liquidi già autorizzate dal precedente decreto regionale Aia sono 60 per brevità sono stati riportati i codici Cer più rappresentativi, distinti per macrocategorie in base al rapporto di biodegradabilità:

- rifiuti HB (highly biodegradable con un rapporto BOD₅/COD>0,5) Cer: 020301 020501-020502-020601-020701-020702-190805-200304-200306.
- rifiuti MB (medium biodegradable con un rapporto BOD₅/COD 0,3÷0,5) Cer: 030305 161002.
- rifiuti LB (low biodegradable con un rapporto BOD₅/

COD<0,3) Cer: 040104-050110 060316-070112-080112-080116-110112-190603-190604-190605.

- Percolato da discarica “P” Cer: 190703.

In Tab.5 si riportano le caratteristiche progettuali dell’impianto, rispetto alle stesse si evidenzia che ad oggi la portata idraulica dei reflui industriali è estremamente bassa, pari a 350m³d⁻¹. Di tale valore si è tenuto conto nella verifica dell’efficienza depurativa; lasciando invariate le geometrie dimensionali delle singole unità di trattamento, con conseguenti tempi di ritenzione più elevati rispetto a quelli indicati in letteratura. Il recapito finale dell’effluente finale è il torrente Scafa, di conseguenza le condizioni di esercizio dell’impianto, simulate attraverso la matrice di calcolo, hanno tenuto conto dei limiti in corpo idrico superficiale imposti dal D.lgs. 152/02 e ss.mm.ii. Mediante la matrice di calcolo ed in base ai vincoli ope-

270 m³d⁻¹ di altri rifiuti con un rapporto di biodegradabilità distribuito in 56% rifiuti HB - 18% rifiuti MB – 26% rifiuti LB
 350m³d⁻¹ di reflui industriali
 3. 165m³d⁻¹ di percolato MB con rapporto di biodegradabilità BOD₅/COD= 0,35
 270 m³d⁻¹ di altri rifiuti con un rapporto di biodegradabilità distribuito in 56% rifiuti HB - 18% rifiuti MB – 26% rifiuti LB
 350m³d⁻¹ di reflui industriali
 4. 0m³d⁻¹ di percolato MB con rapporto di biodegradabilità BOD₅/COD= 0,35
 270m³d⁻¹ di altri rifiuti con un rapporto di biodegradabilità distribuito in 35% rifiuti HB-30% rifiuti MB-35% rifiuti LB
 350m³d⁻¹ di reflui industriali

Tabella 5 - Dati di progetto impianto di Calaggio

Tipo di fognatura	separata
Abitanti equivalenti	22.000
Portata giornaliera media liquami	7200m³ d ⁻¹
Portata liquami in tempo di secco media su 24 ore	300m³ h ⁻¹
Portata di pioggia max	380m³ h ⁻¹
Carico inquinante totale espresso come BOD ₅	1430 kg d ⁻¹

rativi ed autorizzativi, sono state individuate le condizioni critiche di esercizio dell’impianto, che hanno consentito di delineare i seguenti scenari di trattamento:

1. 172 m³d⁻¹ di percolato LB con rapporto di biodegradabilità BOD₅/COD= 0,09
 0m³d⁻¹ di altri rifiuti
 350 m³ d⁻¹ di reflui industriali
2. 165 m³d⁻¹ di percolato LB con rapporto di biodegradabilità BOD₅/COD= 0,09

3.1 Verifica dell’efficienza - scenario 2

La condizione di esercizio più critica è rappresentata dallo scenario di trattamento 2, in quanto è stato ipotizzato un apporto di carico inquinante sia a bassa biodegradabilità tramite percolato e rifiuti liquidi LB sia a media ed alta biodegradabilità da altri rifiuti liquidi MB e HB; resta invariato il contributo di carico inquinante originato dai reflui industriali “R”. In Tab.6 sono riportate le ca-

Tabella 6 - Caratteristiche rifiuti liquidi e reflui industriali

Parametro	u.m.	[Ci] R	[Ci] rifiuto liquido			[Ci] percolato		
			LB	MB	HB	LB	MB	HB
Qh	m³ h ⁻¹	14	3	2	6,25	7	-	-
Qd	m³d ⁻¹	350	70	50	150	165	-	-
COD	mg l ⁻¹	600	60000	11600	3571	2500	-	-
BOD ₅	mg l ⁻¹	200	15000	3500	2500	230	-	-
BOD ₅ /COD	-	0,33	0,25	0,30	0,70	0,09	-	-
TKN	mg l ⁻¹	7	1500	350	250	920	-	-
NH4	mg l ⁻¹	5	1200	280	200	740	-	-
SST	mg l ⁻¹	100	16500	3850	2750	460	-	-
Ni	mg l ⁻¹	-	-	-	-	0,19	-	-
Fe	mg l ⁻¹	-	-	-	-	25	-	-
Cu	mg l ⁻¹	-	-	-	-	0,09	-	-
Cr totale	mg l ⁻¹	-	-	-	-	0,15	-	-
Zn	mg l ⁻¹	-	-	-	-	0,60	-	-
Cloruri	mg l ⁻¹	-	-	-	-	2150	-	-

ratteristiche dei flussi di percolato, dei rifiuti liquidi e del refluo industriale prima di essere sottoposti ai trattamenti. Il valore di TKN è fissato sulla base del COD (rapporto COD/TKN).

Seguendo l'ordine dei flussi a monte e valle dei trattamenti così come riportato nella scomposizione del processo in Fig. 2 è possibile quantificare in Tab.7, a seguito dei pretrattamenti specifici, le relative caratteristiche inquinanti del flusso di percolato a valle del pretrattamento biologico ($f1$), a valle della precipitazione alcalina ($f2$) ed a valle dell'ozonizzazione ($f3$). Stesso discorso per il flusso di rifiuti liquidi LB a valle della precipitazione alcalina ($f4$) ed a valle dell'ozonizzazione ($f5$). I rendimenti depurativi applicati per il calcolo dei flussi menzionati sono quelli riportati in Tab.1

Il flusso $f6$ è stato calcolato in base ai bilanci di materia sull'unità di bilanciamento (n.4), nella quale arrivano i flussi $f3, f5, fHB, fMB$ e fR ; detti flussi prima sono virtualmente miscelati e poi reagiscono, per cui a valle dell'omogeneizzazione la composizione del flusso è data da:

$(Q_{f3}C_{f3} + Q_{f5}C_{f5} + Q_{fHB}C_{fHB} + Q_{fMB}C_{fMB} + Q_{fR}C_{fR})/Q = Q_{f6}C_{f6}$ in cui Q indica la portata volumetrica totale in $m^3 h^{-1}$ data dalla somma dei flussi in ingresso, Q_{fi} indica la portata volumetrica in $m^3 h^{-1}$ del singolo flusso e C_{fi} indica la concentrazione di ciascun parametro in $mg l^{-1}$ (es. COD, BOD₅, TKN, ecc.).

La caratterizzazione del flusso $f7$ è data applicando al flusso $f6$ in ingresso alla vasca di chiariflocculazione (n.5) le efficienze di rimozione riportate in Tab.8, in particolare il rendimento della fase di sedimentazione, senza l'addi-

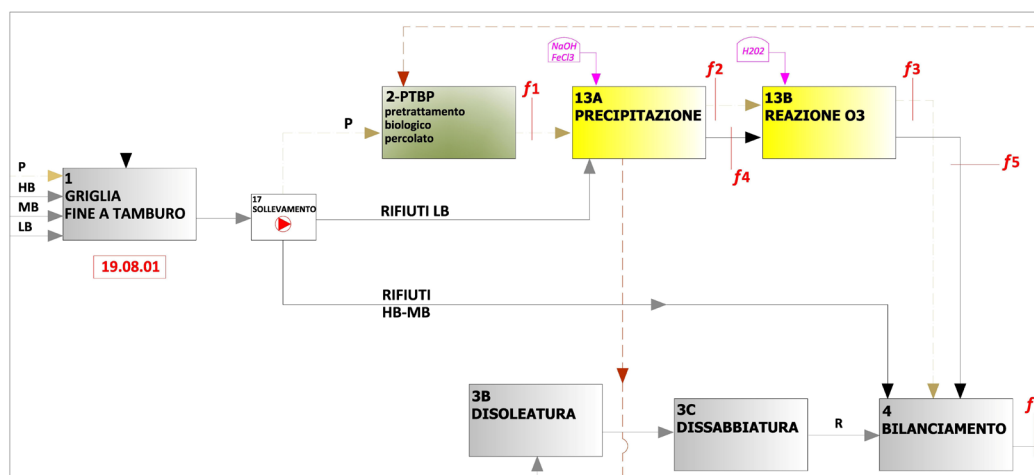


Figura 2 – Pretrattamenti specifici PT e relativi flussi a monte e valle

Tabella 7 - Caratteristiche dei rifiuti liquidi a monte e valle dei pretrattamenti specifici

Parametro	u.m.	$f1$	$f2$	$f3$	$f4$	$f5$	$f6$
Qh	$m^3 h^{-1}$	7	7	7	3	3	32
Qd	$m^3 d^{-1}$	165	165	165	70	70	785
COD	$mg l^{-1}$	1000	300	165	18000	7200	2377
BOD ₅	$mg l^{-1}$	69	21	12	4500	1800	257
BOD ₅ /COD	-	0,09	0,07	0,08	0,25	0,25	0,11
TKN	$mg l^{-1}$	276	248	199	1350	1080	217
NH4	$mg l^{-1}$	222	200	160	1080	972	183
SST	$mg l^{-1}$	460	92	92	3300	3300	1142
Ni	$mg l^{-1}$	0,19	0,02	0,01	-	-	0,00
Fe	$mg l^{-1}$	25	3	10,00	-	-	2,17
Cu	$mg l^{-1}$	0,09	0,01	0,04	-	-	0,01
Cr totale	$mg l^{-1}$	0,15	0,02	0,06	-	-	0,01
Zn	$mg l^{-1}$	0,60	0,06	0,24	-	-	0,05
Cloruri	$mg l^{-1}$	2150	2150	2150	-	-	467

Tabella 8 - Efficienza rimozione fase di chiarificazione

Parametro	a	b	η_5	η_8
BOD	0,018	0,02	44%	44%
SST	0,0075	0,014	66%	66%

Tabella 9 - Caratteristiche dei rifiuti liquidi a monte e valle dei trattamenti secondari

Parametro	u.m.	f7	f8
Qh	m ³ h ⁻¹	32	32
Qd	m ³ d ⁻¹	785	785
COD	mg l ⁻¹	713	285
BOD _s	mg l ⁻¹	103	41
BOD _s /COD	-	0,14	0,14
TKN	mg l ⁻¹	195	20
NH ₄	mg l ⁻¹	165	8
SST	mg l ⁻¹	114	114
Ni	mg l ⁻¹	-	-
Fe	mg l ⁻¹	-	-
Cu	mg l ⁻¹	-	-
Cr totale	mg l ⁻¹	-	-
Zn	mg l ⁻¹	-	-
Cloruri	mg l ⁻¹	467	467

Tabella 10 - Efficienza rimozione fase di rimozione fase di chiarificazione

Parametro	η_6
BOD _s	90%
COD	80%
TKN	85%
NH ₄	90%

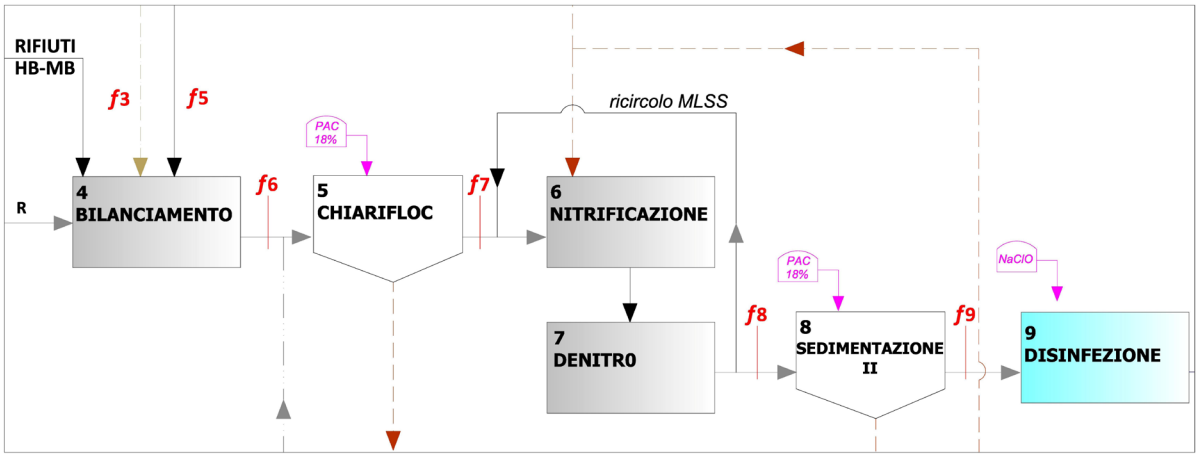


Figura 3 – Trattamenti e relativi flussi a monte e valle

Tabella 11 – Confronto delle caratteristiche dell'effluente con i limiti di cui al D.lgs. 152/06

Parametro	u.m.	f9	Limiti allo scarico
			D.lgs. 152/06 tab.3 all.V
COD	mg l ⁻¹	143	≤160
BOD ₅	mg l ⁻¹	23	≤40
NH ₄	mg l ⁻¹	7	≤15
SST	mg l ⁻¹	39	≤80
Ni	mg l ⁻¹	-	≤2
Fe	mg l ⁻¹	-	≤2
Cu	mg l ⁻¹	-	≤0,1
Cr totale	mg l ⁻¹	-	≤2
Zn	mg l ⁻¹	-	≤0,5
Cloruri	mg l ⁻¹	467	≤1200

Tabella 12 – Simulazione scenario di trattamento 2

Parametro	u.m.	[Ci] R	[Ci] rifiuto liquido			[Ci] percolato			[Ci] flussi								
			LB	MB	HB	LB	MB	HB	f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8	f9
Qh	m ³ h ⁻¹	14	3	2	6,25	7	-	-	7	7	7	3	3	32	32	32	32
Qd	m ³ d ⁻¹	350	70	50	150	165	-	-	165	165	165	70	70	785	785	785	785
COD	mg l ⁻¹	600	60000	11600	3571	2500	-	-	1000	300	165	18000	7200	2377	713	285	143
BOD ₅	mg l ⁻¹	200	15000	3500	2500	230	-	-	69	21	12	4500	1800	257	103	41	23
BOD ₅ /COD	-	0,33	0,25	0,30	0,70	0,09	-	-	0,09	0,07	0,08	0,25	0,25	0,11	0,14	0,14	0,16
TKN	mg l ⁻¹	7	1500	350	250	920	-	-	276	248	199	1350	1080	217	195	20	17
NH ₄	mg l ⁻¹	5	1200	280	200	740	-	-	222	200	160	1080	972	183	165	8	7
SST	mg l ⁻¹	100	16500	3850	2750	460	-	-	460	92	92	3300	3300	1142	114	114	39
Ni	mg l ⁻¹	-	-	-	-	0,19	-	-	0,19	0,02	0,01	-	-	-	-	-	-
Fe	mg l ⁻¹	-	-	-	-	25	-	-	25	3	10,00	-	-	2,17	-	-	-
Cu	mg l ⁻¹	-	-	-	-	0,09	-	-	0,09	0,01	0,04	-	-	0,01	-	-	-
Cr totale	mg l ⁻¹	-	-	-	-	0,15	-	-	0,15	0,02	0,06	-	-	0,01	-	-	-
Zn	mg l ⁻¹	-	-	-	-	0,60	-	-	0,60	0,06	0,24	-	-	0,05	-	-	-
Cloruri	mg l ⁻¹	-	-	-	-	2150	-	-	2150	2150	2150	-	-	467	467	467	467

zione di chemicals, è determinato in base alla relazione (4), in cui, fissato il tempo di detenzione da progetto ed i parametri adimensionali a - b , si ottiene l'efficienza di rimozione (η_5) del BOD_5 e degli SST (Crites e Tchobanoglous, 1998).

$$R = T / (a + bT) \quad (4)$$

Alla stessa fase, per consentire l'abbattimento del COD e dei metalli ancora presenti, è stata ipotizzata l'aggiunta di policloruro di alluminio al 18%, così da ottenere le efficienze di rimozione previste in letteratura per i trattamenti di precipitazione chimico-fisico.

La schematizzazione dei flussi a valle dei pretrattamenti specifici è rappresentata in Fig. 3, la concentrazione del flusso f_8 , a valle del comparto biologico di nitro (n.6)-denitro (n.7), è stato calcolato a partire dal flusso f_7 , applicando a quest'ultimo le efficienze di rimozione previste in letteratura e riportate in Tab.10.

In Tab.11 si confrontano le principali caratteristiche dell'effluente finale f_9 con i limiti imposti dalla normativa di riferimento per lo scarico in acque superficiali, mostrando, che per ciascun parametro considerato, l'effluente rientra nei limiti.

4. CONCLUSIONI

I risultati ottenuti consentono di validare il ciclo di trattamento progettato per l'impianto Aia di Calaggio ai fini dell'incremento della quantità di percolato trattabile. In tutti gli scenari di esercizio ipotizzati, l'effluente finale rispetta i limiti allo scarico in corpo idrico superficiale. Dette simulazioni, oltre a rendere valida l'ipotesi progettuale Aia, risultano interessanti ai fini gestionali allo scopo di programmare le attività di conferimento dei rifiuti liquidi da trattare a seconda dei carichi inquinanti.

Infatti, in Tab.12 è riportato l'intero calcolo dello scenario di esercizio 2, è interessante evidenziare che le caratteristiche qualitative simulate di taluni flussi, se confrontate con i valori forniti dalle verifiche analitiche giornaliere di impianto, con le stesse condizioni di carico applicato, risultano completamente in linea, è il caso questo del flusso f_6 a valle dell'unità di bilanciamento. Stesso discorso vale per il flusso f_9 a valle della sedimentazione secondaria, le caratteristiche riportate in Tab.12, a parità di condizioni, sono in linea con i valori registrati in campo.

5. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Bila DM, Montalvao AF, Silva AC et al. (2005) Ozonation of a landfill leachate: evaluation of toxicity removal and biodegradability improvement. *Journal of Hazardous materials* 117 (2-3): 235-242.
- Cortez S, Teixeira P, Oliveira R, et al. (2011) Evaluation of

Fenton and ozone-based advanced oxidation processes as mature landfill leachate pre-treatments. *Elsevier* 92 (2011): 749-755.

Crites R, Tchobanoglous G (1998) *Small and Decentralized Wastewater Management Systems: The McGraw-Hill New York*.

Geenens D, Bixio B, Thoeye C (1999) Advanced oxidation treatment of landfill leachate. *Proceeding of the 7th International Waste Management and Landfill Symposium*.

Geenens D, Bixio B, and Thoeye C (2001) Combined ozone-active sludge treatment of landfill leachate. *Water Science Technology* 44 : 359-365.

Monje Ramirez I, Velasquez MTOD (2004) Removal and transformation of recalcitrant organic matter from stabilized saline landfill leachates by coagulation-ozonation coupling processes; *Water Research* 38 (9): 2358-2366.

Parsons SA, Murray CA (2004) Advanced oxidation processes: Flow sheet options for bulk natural organic matter removal. *Water Science and Technology* 4 (4): 113-119.

Rivas EJ, Beltran F, Gimeno O et al. (2003) Stabilized leachates: ozone-activated carbon treatment and kinetics. *Water research* 37 (20): 4823-4834.

Silva AC, Dezotti M, Sant'Anna GL (2004) Treatment and detoxification of a sanitary landfill leachate. *Chemosphere* 55 (2): 207-214.

Tchobanoglous G (2006) *Wastewater Engineering, Treatment and Reuse. The McGraw-Hill New York*.

Tzaoui C, Bouselme L, Mansouri L et al. (2007) Landfill leachate treatment with ozone and ozone/hydrogen peroxide systems. *Journal of Hazardous Materials* 140 (1-2): 316-324.

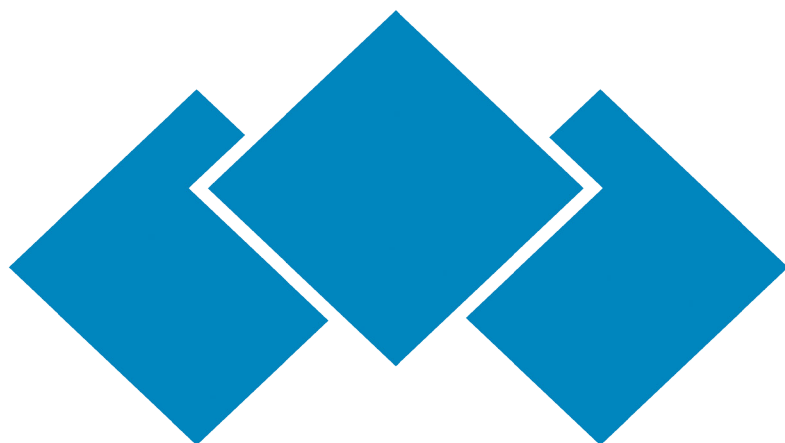
RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia l'ing. Angelo Zammartino per aver condiviso le sue precedenti esperienze nell'elaborare verifiche di processo e per il supporto tecnico durante le fasi di progettazione e verifica del modello concettuale di simulazione.

Ingeneria dell' Ambiente per il 2015 è sostenuta da:



Veolia Water Technologies Italia S.p.A.



UNICALCE

Innoviamo la tradizione



comieco

Consorzio Nazionale Recupero e Riciclo
degli Imballaggi a base Cellulosica