



# DEPURAZIONE

MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI

**LO SVILUPPO DELLA  
IMPLEMENTAZIONE  
DELLE PROCEDURE IPPC,  
CHE RISULTA MOLTO  
AVANZATO IN REGIONE  
LOMBARDIA,  
HA INIZIATO A  
DIFFONDERE I CONCETTI  
DI MIGLIORI  
TECNICHE DISPONIBILI  
(MTD) NOTE ANCHE COME  
BAT (BEST AVAILABLE  
TECHNIQUES) NELLE  
ACQUE DI SCARICO  
URBANE NEI DIVERSI  
SETTORI INDUSTRIALI.**

■ Cesare Cristoforetti

La direttiva 96/61/CE definisce le Migliori Tecniche Disponibili come la "più efficiente ed avanzata fase di sviluppo di attività e relativi metodi di esercizio" indicanti l'idoneità pratica di determinate tecniche a costituire, in linea di massima, la base dei valori limite di emissioni intesi ad evitare oppure, dove ciò si riveli impossibile, a ridurre in modo generale le emissioni e l'impatto sull'ambiente nel suo complesso". Particolare attenzione va posta sulle definizioni di: "tecniche" dove ci si riferisce sia alle tecniche impiegate sia alle modalità di progettazione, costruzione, gestione e chiusura degli impianti; "migliori" come qualifica di efficacia per realizzare un'elevata protezione dell'ambiente; "disponibili" che nel caso specifico vuole indicare quelle tecniche che sono già disponibili, collaudate e possono essere applicate in modo economicamente e tecnicamente valido per il settore industriale di riferimento. Sebbene la normativa consideri come scopo principale l'introduzione delle tecniche che, all'interno dei processi industriali, possono minimizzare gli scarichi, le emissioni e quindi gli effetti sull'ambiente nel modo più efficace ed efficiente è evidente che anche la scelta delle migliori tecniche disponibili per la gestione dei rifiuti, la depurazione ha un'importanza fondamentale nella realizzazione e nell'adeguamento dei sistemi di trattamento delle acque di scarico anche se non sottoposti a procedura Ippc.

**Documenti di riferimento e linee guida**

Il riferimento alle migliori tecniche disponibili per la depurazione presenti nelle Bref, ovvero i documenti di riferimento: "Reference document on Best Available Techniques for the Waste Treatment Industries" e "Reference document on Best Available Techniques in common Waste and Water Gas Treatment/Management System in the Chemical Sector" del 2005, ripresi dalle "Linee guida recanti i criteri per l'individuazione e utilizzazione delle migliori tecniche disponibili, ex art. 3, comma 2 del decreto legislativo 372/99", pubblicato sul supplemento della *Gazzetta Ufficiale* del 07/06/2007 serie generale 130, 5 Rifiuti (impianti di trattamento chimico fisici e biologici), possono fornire riferimenti utili anche nelle scelte di progetto per situazioni che per le loro dimensioni e caratteristiche non richiedono l'implementazione di procedure Ippc.

I documenti di riferimento propongono un approccio integrato che comprende tutte le misure atte a minimizzare l'impatto ambientale considerando l'aria, l'acqua, i suoli e i rifiuti.

Va tuttavia considerato che il sistema europeo suggerisce, senza tuttavia prescriverli, che i limiti, i parametri di riferimento e le misure tecniche si debbono basare sulle Mtd/Bat considerando di volta in volta le caratteristiche tipiche di ogni settore e

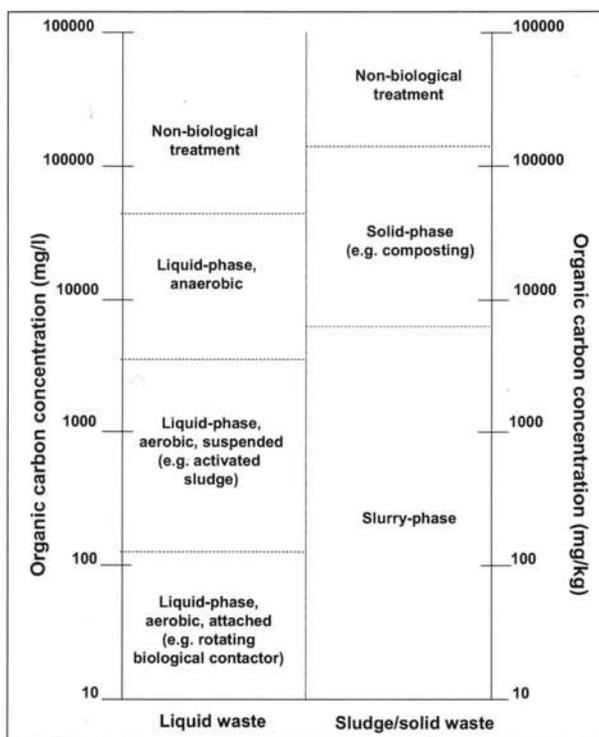
# DELLE ACQUE

# documento

*Tabella 1  
Tecniche da  
considerare nella  
determinazione  
delle Mtd/Bat (da:  
Executive  
summary Bref for  
the Waste  
Treatment  
Industries. Agosto  
2005).*

Type of waste treatment	Number of techniques applied to				TOTAL
	waste treatment, prevention and management	air emissions	waste water	solid residues	
Common techniques	296	26	16	31	369
Biological treatments	41	58	3	4	106
Physico-chemical treatments	133	17	4	6	160
Recovery of materials	44	44	19	7	114
Preparation of waste fuel	39	16	0	0	55
Air abatement treatments		57			57
Waste water treatments			52		52
Residue management				27	27
<b>TOTAL</b>	<b>553</b>	<b>218</b>	<b>94</b>	<b>75</b>	<b>940</b>

*Figura - Schema per del trattamento biologico appropriato in funzione della concentrazione e caratteristiche dei rifiuti/reflui [10].*



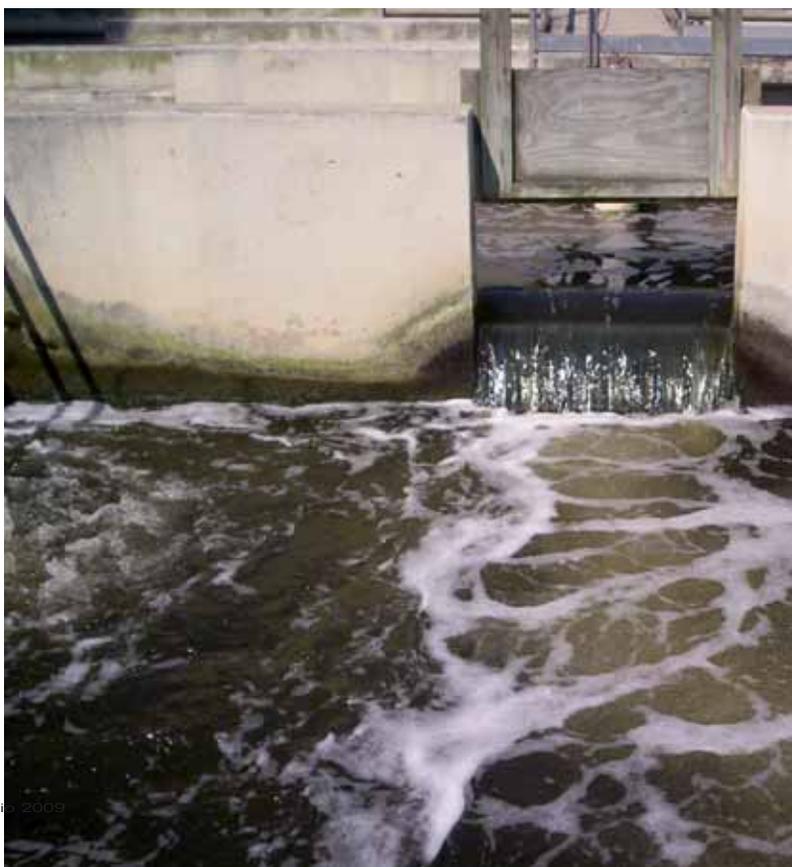
applicazione, inclusa la localizzazione e le condizioni ambientali locali.

Il documento europeo "Reference document on Best Available Techniques for the Waste Treatment Industries" del 2005 prende in considerazione 940 tecniche che contribuiscono a definire le Mtd/Bat mentre altre tecniche disponibili non sono state considerate per mancanza di informazioni.

Le diverse tecniche sono state analizzate utilizzando lo stesso schema logico che comprende: una breve descrizione, i benefici ambientali ottenibili, i possibili effetti correlati, i dati operativi, l'applicabilità e le considerazioni economiche.

### Tecniche di trattamento

Le tecniche analizzate sono state suddivise in 8 sezioni e 4 categorie come evidenziato nella Tabella 1; la prima categoria, che è anche la più numerosa, considera il miglioramento dell'efficienza ambientale, la prevenzione della contaminazione e la gestione del sistema di depurazione. Le restanti tre categorie considerano tecniche per il trattamento: dell'aria, dei reflui e residui solidi generati dai processi di trattamento e di protezione dei suoli da possibili contaminazioni. Una notevole importanza rivestono le tecniche dedicate al trattamento di acque reflue e alle problematiche correlate alla raccolta, stoccaggio e manipolazione di reflui.



Lo schema di base per la compatibilità chimica tra diversi gruppi di sostanze è riportato nella Tabella 4.12 a pagina 334 del documento all'indirizzo [www.eper.es.es/data/docs/Fondo%20documental/Bref\\_TRATAMIENTO\\_S\\_RESIDUOSINDUSTRIALES\\_paraEPER\\_6D1F-40DB-B721-22285F80B686.pdf](http://www.eper.es.es/data/docs/Fondo%20documental/Bref_TRATAMIENTO_S_RESIDUOSINDUSTRIALES_paraEPER_6D1F-40DB-B721-22285F80B686.pdf). La miscelazione di rifiuti diversi di norma non consentita è ammessa in specifici casi purché venga garantito il rispetto delle seguenti regole di base: a) devono essere evitati rischi per la salute e per l'ambiente; b) la miscela prodotta non deve portare a effetti di depurazione inferiori a quelli desiderati; c) la miscelazione non deve provocare danni ambientali a causa della diffusione di sostanze pericolose, in accordo con quanto previsto dal "Hazardous Substances Directive" 91/689 Eece. Anche tale concetto è applicabile alla gestione di scarichi industriali per i quali valgono le regole base di compatibilità e che possono essere mantenuti separati fino al momento del trattamento riducendo il rischio di reazioni incontrollate ed ottimizzando gli effetti del trattamento. La possibilità di trattamento di reflui e di rifiuti liquidi con le diverse tecniche esaminate dipen-

de dalle loro caratteristiche qualitative che a loro volta sono correlate al processo di produzione che le origina. Pertanto si considera di particolare importanza la necessità di controlli analitici ripetuti sia nella fase di accettazione sia nelle fasi di trattamento. Se è evidente che questi concetti sono alla base della corretta implementazione delle Bat per il trattamento dei rifiuti, è altrettanto evidente che tali controlli e verifiche sono altrettanto importanti per la corretta progettazione e gestione di impianti di trattamento e depurazione di reflui che si riferiscano sia a centri di trattamento di rifiuti liquidi, sia a stabilimenti soggetti alla procedura Ippc e per tutti gli altri casi di trattamento di reflui, come nel caso della realtà italiana caratterizzata da una notevole presenza di aziende di dimensioni piccole e medie.

**Criteri di classificazione**

La classificazione proposta nelle Mtd/Bat comprende: reflui organici biodegradabili, reflui contenenti sostanze biorefrattarie, reflui contenenti solidi sospesi, acque di verniciatura, acque di lavaggio, reflui contenenti metalli pesanti, reflui contenenti solventi, reflui contenenti cianuri, reflui contenenti cromo esavalente, emulsioni oleose, percolati di discarica, reflui contenenti ammoniaci, reflui contenenti oli, soluzioni acide esauste, fanghi pompabili provenienti da trattamento chimico-fisico, fanghi pompabili provenienti da trattamento biologico.

Le caratteristiche specifiche di reflui prodotti dalle diverse attività industriali sono presenti nei documenti di Bref di settore e nella letteratura specializzata.

La Tabella 2 fa riferimento ai principali processi di trattamento dei rifiuti liquidi a partire dalla classificazione presentata nel documento "Reference document on Best Available Techniques for the Waste Treatment Industries" mentre la Tabella 3 presenta le principali tecnologie di rimozione dei principali inquinanti presenti nei rifiuti liquidi come riportate nel "Reference document on Best Available Techniques in Common Waste and Water Gas Treatment/Management System in

Tipo di rifiuto	Trattamento biologico	Trattamento chimico-fisico	Riciclaggio	Uso come combustibile
<b>Liquidi</b>				
Oli esausti (inclusi quelli di origine vegetale), oli contaminati con acqua.			●	●
Emulsioni di oli e acqua	●	●		●
Rifiuti acquosi contaminati con olio		●		●
Idrocarburi liquidi e semi-solidi (ad es. vernici, solventi viscosi)			●	●
Solventi organici			●	●
Acidi e basi			●	
Acque reflue	●			
Liquidi acquosi biodegradabili (ad es. rifiuti alimentari, metanolo e altri solventi miscibili con acqua)	●			
Reflui contenenti acidi/basi neutralizzati, metalli precipitati e altro particolato solido		●		
Acido cloridrico, solforico, nitrico, fluoridrico, fosforico e sali derivanti da acidi (ad es. cloruro di argento)		●		
Sali e soluzioni contenenti cianuro, pesticidi, biocidi e contaminati da prodotti preservanti del legno.		●		
Ossido di cromo (CrO <sub>3</sub> )		●		
Sali di cianuro, ad es., cianuro di sodio da trattamenti di superfici metalliche		●		
Metalli in soluzione (ad es. Zn, Ni, Cr, Pb, Cu)		●		
<b>Fanghi</b>				
Fanghi da impianti di trattamento acque reflue				●
Miscela olio/acqua	●	●		●
Effluenti da operazioni di disidratazione (anche usati per rifiuti acquosi contaminati con olio)		●		
Fanghi da operazioni di sedimentazione		●		

Fonte: "Second Draft Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatment Industries"

Tabella 2 - Principali processi di trattamento dei rifiuti liquidi (da: Second Draft Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatment Industries).

Tabella 3 - Tecnologie di rimozione dei principali contaminanti dei rifiuti liquidi [2].

Tecnica di trattamento	SS	BOD COD TOC	COD bio-refrattario	AOX EOX	N- totale	N-NH <sub>4</sub> (NH <sub>4</sub> )	P-PO <sub>4</sub>	Metalli Pesanti	Fenoli	Oli
Sedimentazione/Flocculazione	●	● <sup>a</sup>						● <sup>h</sup>		
Flottazione	●	● <sup>b</sup>						● <sup>h</sup>		●
Filtrazione	●	● <sup>a</sup>						● <sup>h</sup>		
Microfiltr./ultrafiltrazione	● <sup>c</sup>	● <sup>a</sup>								
Separazione emulsioni oleose		●								●
Precipitazione chimica							●	●		
Cristallizzazione							●	●		
Ossidazione chimica		●	●	●					●	
Ossidazione ad umido (wet air oxidation)		●	●	●					●	
Ossidaz. con acqua supercritica		●	●	●					●	
Riduzione chimica										
Idrolisi chimica										
Nanofiltrazione/osmosi inversa	●	●	●	●				●		
Adsorbimento	●	●	●	●				●		
Scambio ionico	● <sup>d</sup>							●		
Estrazione con solvente	●	●	●	●						
Distillazione o retifica	●	●	●	●						
Evaporazione	● <sup>e</sup>							●		
Strippaggio con aria	● <sup>f</sup>							●		
Digestione anaerobica	●			● <sup>g</sup>	● <sup>g</sup>	●		● <sup>j</sup>		
Digestione aerobica	●			● <sup>g</sup>	● <sup>g</sup>		●		●	
Nitrificazione					●	●				

Fonte: "Reference Document on Best Available Techniques in Common Waste and Water Gas Treatment / Management Systems in the Chemical Sector"



Water emission parameters	Ranges values of the annual average values (ppm)	Ranges of annual charge (kg/yr)
pH	6.9 – 10.4	
Electric conductivity	1150 – 13500 $\mu$ S/cm	
Transparency (view depth)	10 – 47 cm	
Suspended solids	<0.5 – 32 <0.1 – 2.1 ml/l	<0.6
TOC	2200 – 3800	38061
BOD	5 – 2490	
COD <sup>1</sup>	200 – 17870	
Hydrocarbons	<0.1 – 19.8	89
Detergents (anionics)	0.6 – 14.8	
Mineral oil	5 – 10	
Phenol index	0.8 – 25	317
AOX	<0.01 – 0.7	9
EOX	<0.1 – 0.5	
BTX	<0.1 – 1.2	10
Cl	3975 – 35420	
Cl free	<0.1 – 0.3	
CN	<0.1 – 0.6	<1
CN free	<0.01 – 0.1	
F	0.5 – 8.6	
N - organic	109 – 440	
N - total	8.4 – 590	
NH <sub>3</sub> -N	22 – 1330	
Nitrate-N	0.9 – 472	
Nitrite-N	0.90 – 10.2	38
P - total	<0.1 – 14.75	
Sulphate	65 – 3630	
Sulphide	1012	
Sulphide free	<0.1 – 0.77	<1
Al	<0.1 – 5	63
As	<0.01 – 0.1	<0.1
Cd	0.0004 – 0.1	
Co	$\leq$ 0.1	
Cr total	0.05 – 0.3	3.8
Cr (VI)	<0.01 – 0.1	<1
Cu	<0.1 – 0.4	2.5
Fe	0.2 – 20	253
Hg	0.0001 – 0.02	<0.02
Mn	<0.1 – 2.7	
Ni	0.05 – 1.4	3.8
Pb	<0.02 – 0.7	<1
Se	<0.1 – 0.5	
Sn	<0.1 – 0.4	
Zn	<0.1 – 3.9	12

Notes: Ranges have been constructed from several sets of emission data provided. A data set is based on the data from Ph-c plant operators with a total capacity of 850 kt/yr. The data correspond to year 2001. The average age of the plants is about 17 years (ranging from 4 to 39 years). Approximately 84 % (from 73 to 91 %) of all the Ph-c plants for the treatment of accepted waste covered here, can be attributed to EWL groups 11,12,13,16 and 19. Another set corresponds to 20/80 percentile of the annual average values for some Ph-c plants, and another to measured minimum/maximum values found in demulsification plant treatment (data from 1994 – 1999)

<sup>1</sup> Some data relate to THE dissolved COD fraction and other correspond to the total COD

the Chemical Sector". Il trattamento di rifiuti liquidi o reflui con presenza di diversi contaminanti richiede di norma l'applicazione di sequenze di trattamento che comprendono diverse tecnologie. La denominazione di trattamenti chimico-fisici comprende un'elevata varietà di tecniche, dalle più classiche - sedimentazione, flottazione filtrazione - a quelle più moderne e innovative come i processi a membrana, i processi termici quali l'evaporazione e la distillazione. Le tecniche innovative si applicano in un grande numero anche per il trattamento di scarichi industriali che per caratteristiche e dimensioni non prevedono la necessità di procedure Ippc.

I valori attesi a valle dei trattamenti chimico-fisici elaborati sulla base dei dati rilevati in effluenti di impianti di trattamento chimico-fisico sono riassunti nella Tabella riportata nello stesso documento che si riferisce a impianti con una capacità complessiva di 850.000 t/anno per il 2001 (Tabella 4).

È evidente che la corretta applicazione delle sequenze di trattamenti in relazione alle caratteristiche dei reflui da trattare è fondamentale per conseguire i migliori risultati sia in termini di caratteristiche finali delle acque, sia per la produzione dei fanghi da smaltire, sia per il contenimento delle emissioni in aria ed i consumi di energia. L'attenzione a tutti i dettagli che contribuiscono ad ottenere il risultato finale nel migliore dei modi porta alla conferma della corretta applicazione delle Bat. A tale proposito si ribadisce l'importanza delle verifiche analitiche relative alle caratteristiche del refluo da trattare sia nelle fasi preliminari di progettazione sia nelle fasi di gestione. In particolare è previsto che sequenze di fasi di trattamento chimico-fisico possano precedere o seguire trattamenti biologici.

Le sequenze di pretrattamento chimico fisico, principalmente sedimentazione, flottazione, separazione di oli, ossido-riduzione ecc. hanno lo scopo di eliminare composti refrattari o tossici per i processi biologici; mentre fasi di trattamento terziario, quali

*Tabella 4 - Valori attesi a valle dei trattamenti fisico-chimici di acque contaminate (da: Waste Out from the Physico-Chemical Treatment of Contaminate Waters. Shmidt for Environmental and Waste Management,*

filtrazione, adsorbimento e processi a membrane, hanno lo scopo di separare composti solubili che hanno ancora concentrazioni superiori ai valori previsti per la compatibilità con lo scarico.

I capitoli 3 "Current consumption and emission levels" e 4 "Techniques to consider in the depermination of the Bat" del "Reference document on Best Available Techniques for the Waste Treatment Industries" risultano i più interessanti per le considerazioni relative alle possibili applicazioni anche in riferimento alle "Linee guida recanti i criteri per l'individuazione e utilizzazione delle migliori tecniche disponibili, ex art. 3, comma 2 del decreto legislativo 372/99", pubblicato sul supplemento della *Gazzetta Ufficiale* [3].

Per i trattamenti biologici la Figura, contenuta nel paragrafo 4.2.1. del "Reference document on Best Available Techniques for the Waste Treatment Industries (TW BRef) Agosto 2005" riassume i criteri per l'individuazione della linea di trattamento in funzione dello stato del rifiuto e delle concentrazioni presenti.

Anche nel caso dei trattamenti biologici si ribadisce la necessità di verifiche analitiche ed eventualmente di test preliminari di laboratorio per confermare la trattabilità del refluo e per definire lo schema di processo più adatto.

Di conseguenza è evidente la necessità di prevedere volumi di accumulo ed equalizzazione sufficienti a garantire variazioni limitate delle caratteristiche dei reflui da trattare.

Per il dimensionamento dei processi biologici si conferma come principale parametro il rapporto tra alimento e biomassa ( $F_c = \text{kg-Bod}/\text{kgSSVxd}$ ) che può variare notevolmente, tipicamente tra 0,1 e 0,6  $\text{kgBod}/\text{kgSSVxd}$ , mentre nel caso sia necessario conseguire l'ossidazione dell'azoto richiede valori inferiori a 0,2.

Altro parametro importante, che fissa il carico ( $F_c$ ) di progetto definisce il volume dei reattori, è la concentrazione di biomassa che di norma è pari a 3-4 g Sst/l per i processi classici a fanghi attivi che utilizzano la sedimentazione per la fase di separazione

Sostanze volatili	EPA: degradazione, % *	Studio five-plant rimozione, % **
Acrylonitrile	100	99
Benzene	100	100
Bromomethane	48	100
Bromodichloromethane	67	89
Carbon tetrachloride	100	100
Chlorobenzene	100	56§
Chloroethane	NA	91
Chloroform	100	99
Dibromochloromethane	55	100
1,1-Dichloroethane	100	79§
1,2-Dichloroethane	100	99
2,1-Dichloroethane	100	100
t-1,2-Dichloroethene	100	98
1,2-Dichloropropane	92	97
1,3-Dichloropropane	100	98
Ethylbenzene	100	99
Methylene chloride	100	75
1,1,2,2-Tetrachloroethane	36	93
Tetrachloroethene	100	27§
1,1,1-Trichloroethane	100	38§
1,1,2-Trichloroethane	59	72§
Trichloroethane	100	40§
Toluene	100	100
Vinyl chloride	NA	100
Acenaphthene	100	95
Acenaphthylene	98	95

solido-liquido. La scelta di tecnologie (reattori con biomasse adese o con membrane) che consentono di mantenere concentrazioni di biomassa elevate (Ssv) nel reattore possono contribuire a contenere i volumi e le dimensioni della sezione biologica.

### Processi biologici

Nel caso dei processi biologici aerobici si conferma la necessità di un attento controllo della concentrazione dell'ossigeno disciolto con l'obiettivo di mantenere valori compresi tra 1,5 e 2  $\text{mg O}_2/\text{l}$  come condizione ottimale. Concentrazioni di ossigeno più elevate pur non essendo di norma dannose per il processo aerobico portano ad inutili sprechi di energia. Fondamentale è anche il controllo della temperatura, che per garantire le condizioni di processo ottimali deve essere mantenuta tra 20 e 30°C, valori

La corretta gestione dei processi biologici richiede la presenza bilanciata di azoto e fosforo come nutrienti. La presenza di azoto e fosforo nei rapporti (Bod:N:P)=100:5:1 è considerata bilanciata e sufficiente a garantire il corretto sviluppo del pro-

cesso biologico. Condizioni diverse che evidenzino la carenza di azoto e fosforo richiedono interventi di dosaggio controllato al fine di evitare la formazione di batteri filamentosi; elevate concentrazioni di azoto e fosforo possono richiedere il dosaggio di carbonio esterno per ottenere la corretta rimozione dei nutrienti con configurazioni specifiche del processo biologico.

I processi biologici, correttamente progettati e gestiti consentono, come si può osservare nella Tabella 5, la rimozione di moltissimi composti organici.

Nella particolare congiuntura odierna che ha evidenziato l'importanza dell'ottimizzazione dei consumi energetici, del controllo delle emissioni di CO<sub>2</sub> e della riduzione nella produzione di fanghi, sono da considerare particolarmente interessanti i processi biologici anaerobici. La Tabella 6 evidenzia i punti forti del processo anaerobico, in particolare per quanto riguarda il tempo di ritenzione ed i carichi organici applicabili. L'efficienza di rimozione del Cod che risulta inferiore rispetto a quanto atteso per il processo biologico aerobico consiglia di prevedere una successiva fase aereo-

Tabella 5 - Rimozione di inquinanti organici per via biologica[6].

Tabella 6 - Rimozione del Cod nei processi anaerobici.

Tipo di processo	COD influente (mg/l)	Tempo di ritenzione (ore)	Carico organico (kgCOD/m <sup>3</sup> giorno)		Rimozione COD (%)
			T= 15-25 °C	T= 30-35 °C	
Processo per contatto	1.500-5.000	2-10	0,5-2	2-6	75-90
UASB	5.000-15.000	4-12	1-3	3-10	75-85
Letto fisso	10.000-20.000	24-48	1-3	3-10	75-85
Letto espanso	5.000-10.000	5-10	1-4	4-10	80-85

Inquinante	Chiariflocculazione	Precipitazione chimica e filtrazione	Fanghi attivi	GAC
	Rimozione %	Rimozione %	Rimozione %	Rimozione %
Arsenico	94	99	56	10
Cadmio	80	96	77	na
Cromo	54 - 97	> 55	73	39 - 94
Mercurio	87	89	50	47
Nichel	14 - 20	98	27 - 66	24 - 73
Piombo	59 - 99	98	17 - 99	13 - 17 *
Rame	66 - 94	99	53 - 97	50 - 80
Fenolo	71	na	> 97	> 89
2,4 di-cloro-fenolo	> 80	na	> 83	> 97
Penta-cloro-fenolo	na	na	na	> 78
Tetra-cloro-metano	na	na	> 95	> 90 *
Cloro-formio	40 - 54	10	> 96	35
1,2 di-cloro-etano	na	na	67 - 99	74
Tri-cloro-etilene	88	na	> 90	75 *
tetra-cloro-etilene	40 - 74	na	> 97	82 - 84
Benzene	18 - 98	61	> 92	78 - 98
Toluene	67	na	> 92	> 85
Xileni	76	na	99	na
Benzo(a)antracene	na	na	95 - 97	na
Benzo(a)pirene	na	na	95	na
Benzo(b)fluorantene	na	na	95	na
Benzo(k)fluorantene	na	na	95	na
Crisene	na	na	99	na
Essacloroberzene	75	na	91	na
Azinfos-metil	na	na	74	79
Malathion	na	na	na	99 *
Parathion	na	na	na	99 *
Atrazina	na	na	84	na

Tabella 7 - Rimozione percentuale di differenti inquinanti con vari processi [5].

bica di finitura; inoltre la sensibilità alle elevate concentrazioni saline come pure la presenza di solfati e nitrati ne consigliano l'applicazione per scarichi industriali specifici più che per il trattamento di rifiuti liquidi.

In sintesi si conferma che il processo logico da mettere in atto per la definizione degli schemi impiantistici da applicare per il trattamento di rifiuti liquidi e reflui industriali deve comprendere

almeno una prima fase di indagini con analisi di dettaglio per una loro caratterizzazione il più possibile completa. In alcuni casi sarà necessario procedere a prove di laboratorio che simulino per quanto possibile la sequenza di trattamento prevista con riferimento alle Mtd/Bat per le singole fasi e per la definizione dei reattori necessari.

La Tabella 7 riassume i rendimenti di rimozione ottenibili con

una sequenza di trattamenti che comprende: chiariflocculazione, precipitazione chimica e filtrazione, depurazione biologica a fanghi attivi e adsorbimento su carboni attivi.

**Conclusioni**

Il sistema proposto per le autorizzazioni nell'ambito Ippc, correttamente implementato e supportato, dovrebbe divenire un riferimento in continua evoluzione per la definizione delle migliori tecniche da impiegare per la depurazione e le informazioni rese così disponibili potranno essere utilizzate anche per i casi non soggetti a procedura Ippc. A tale proposito va considerata la tendenza a rafforzare il ruolo delle Mtd/Bat che correla dolo alla definizione dei limiti alle emissioni e la possibile introduzione di verifiche annuali almeno per i casi soggetti ad autorizzazione.

Inoltre, particolare attenzione va attribuita alle problematiche riguardanti le emissioni in aria relative al trattamento di reflui e rifiuti liquidi sia per quanto riguarda l'adozione di tecniche e procedure che contribuiscano al contenimento preventivo, sia per quanto riguarda le tecniche specifiche per il controllo e l'abbattimento degli inquinanti.

**BIBLIOGRAFIA**

[1] "Reference document on Best Available Techniques for the Waste Treatment Industries".  
 [2] "Reference document on Best Available Techniques in common Waste and Water Gas Treatment/Management System in the Chemical Sector", del 2005.  
 [3] "Linee guida recanti i criteri per l'individuazione e utilizzazione delle migliori tecniche disponibili, ex art. 3, comma 2 del decreto legislativo 372/99", pubblicato sul supplemento della Gazzetta Ufficiale del 07/06/2007 serie generale 130, 5 Rifiuti (impianti di trattamento chimico fisici e biologici).  
 [4] L. Bonomo "Trattamenti delle acque reflue", Mc Graw-Hill 2008.  
 Metcalf & Eddy Waste water Engineering Treatment and Reuse, Mc

Graw-Hill Fourth Edition.  
 [5] P. Battistoni, Documentazione del corso "La depurazione degli scarichi industriali", Fast 29-30 settembre 2008.  
 [6] R. Vismara Documentazione del corso "La depurazione degli scarichi industriali", Fast 29-30 settembre 2008.  
 [7] P. Battistoni et al., *Water Practice & Technology*, **1(4)**, ultra Iwa Publishing 2006 10.2166/Wtp.2006077.  
 [8] S. Bontrager, "Mbr step up to meet reclamation challenge", *Awwa* 2005.  
 [9] T. Melin et al., *Desalination* 2006, **187**, 271.  
 [10] M.D. La Grega et al., "Hazardous Waste management", Mc Graw-Hill Inc.1994.