

FOCUS

■ Cesare Cristoforetti

L'ACQUA E LE SUE NUOVE VITE

Il punto della situazione in materia di acque reflue. Problemi e soluzioni visti da gestori e utenza: il tema stimola evoluzione nella legge e nella tecnologia.

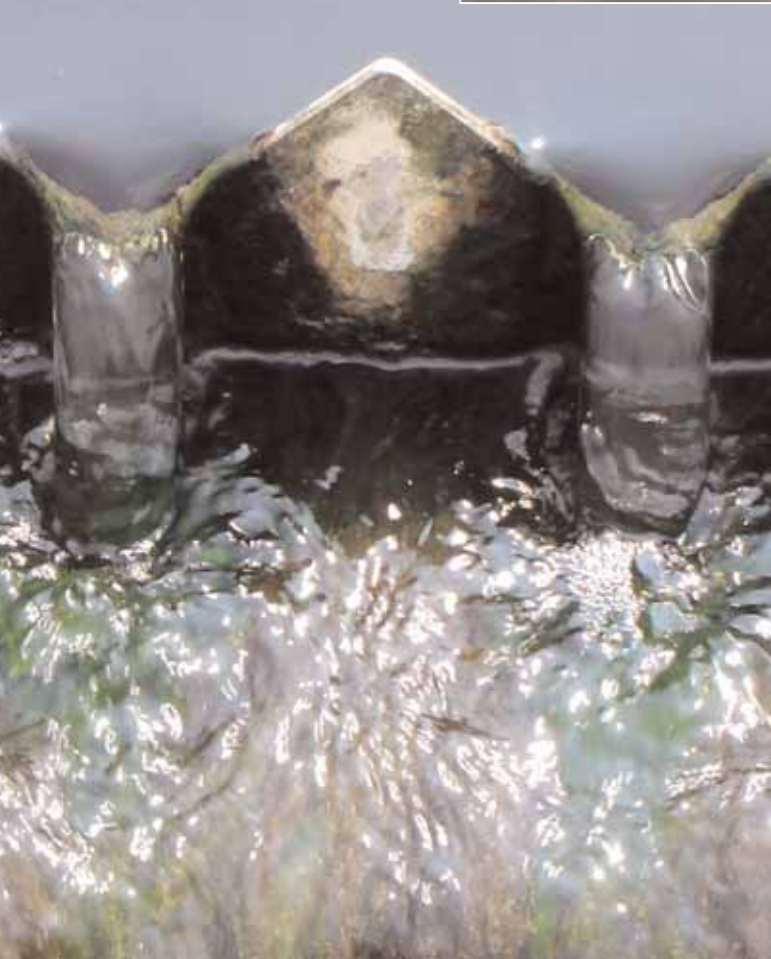
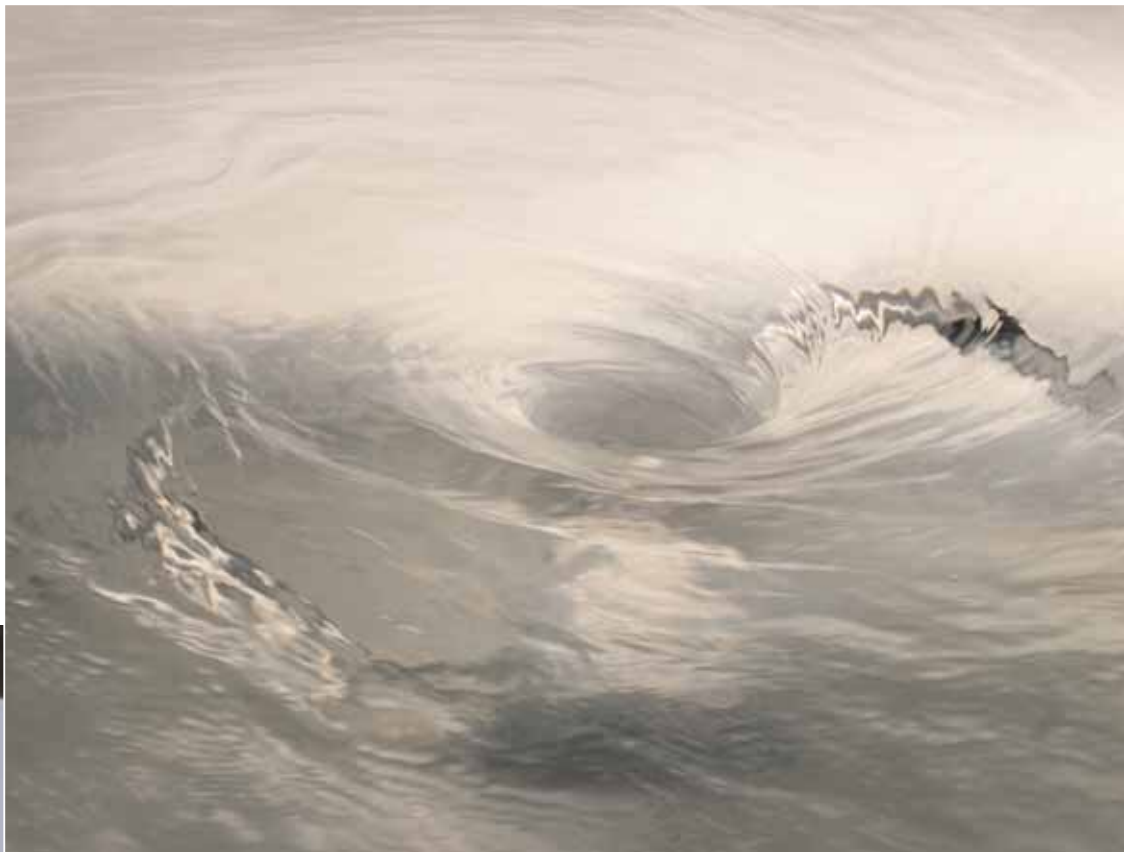
Considerazioni riguardo lo stato dell'arte per la gestione delle acque reflue devono tenere in conto i diversi possibili punti di vista che utenti ed operatori del settore vivono nella attuale situazione di continua evoluzione dal punto di vista degli obiettivi di qualità, della evoluzione dei sistemi tecnologici adottati potenziata dall'utilizzo dei supporti forniti dallo sviluppo dell'elettronica per l'automazione e la supervisione dei processi, degli obiettivi di riutilizzo delle acque depurate, della necessità di contenere la produzione di fanghi di supero ed infine della normativa per quanto riguarda l'organizzazione della gestione integrata dell'acqua. La normativa italiana per la depurazione dei reflui fa riferimento alla normativa europea e prevede un programma articolato per la protezione dei corpi idrici e delle falde che in primo luogo comprende il DLgs. 152/2006 le successive modifiche integrazioni intervenute e i successivi regolamenti e normative regionali.

Obiettivi di qualità

Gli obiettivi di qualità per le acque reflue sono sempre più elevati per garantire la salvaguardia dei corpi ricettori delle



fonti di approvvigionamento e dell'ambiente. Particolare attenzione è dedicata al controllo dei solidi sospesi, dei composti azotati, dei metalli, dei microinquinanti, e della carica batterica con la conseguente necessità di adeguamento degli impianti esistenti sia per quanto riguarda le strutture degli impianti sia per quanto riguarda il livello delle tecnologie adottate. Oltre alla qualità dell'acqua depurata, che rimane l'obiettivo principale della gestione dei reflui, molta importanza ha acquisito negli ultimi anni l'attenzione per il controllo delle emissioni in aria, come impatto in termini di odori e la qualità della realizzazione ovvero dell'impatto ambientale, archi-



tettonico e visivo degli impianti. La necessità di considerare l'impatto delle emissioni odorigene e l'impatto in termini di volumetrie e di ingombro architettonico degli impianti è evidentemente tanto più sentito quanto più l'area interessata alla realizzazione si trovi in zone fortemente antropizzate o di interesse turistico. A completamento degli obiettivi di qualità da considerare non va dimenticata la necessità di contenere i consumi di energia per la depurazione.

Evoluzione tecnologica

L'evoluzione della richiesta di qualità come riassunta nel precedente paragrafo ha portato allo sviluppo di tecnologie in grado di soddisfare le diverse esigenze per quanto riguarda i livelli di depurazione conseguibili, di contenimento delle emissioni in aria, di riduzione di superfici e volumi necessari alla realizzazione dei depuratori. A tale proposito i riferimenti a Bat (Best Available Technique) e Bref (Best Reference), applicati per il trattamento dei reflui sottoposti ad lppc, sono sempre più popolari

anche con riferimento alla depurazione di reflui civili. Le linee di pretrattamento hanno visto prevalere i sistemi di grigliatura di nuova generazione con l'introduzione di griglie fini e stacci con luci di passaggio compresi tra 6 e 2 mm a fronte dei 20 mm considerati in precedenza. Da molti anni ormai si considera la rimozione dei nutrienti parte integrante di ogni schema di depurazione di reflui al fine di garantire i parametri previsti per lo scarico. Per la rimozione dei nutrienti, e in particolare dell'azoto, sono state introdotte strategie di regolazione con analizzatori on-line che consentono di ottimizzare i consumi di energia e di effettuare alternanze in reattori esistenti. Sono inoltre sempre più spesso considerati schemi che prevedono il trattamento separato dei flussi concentrati provenienti dalle sezioni di ispessimento fanghi, digestione anaerobica, post ispessimento e disidratazione che consentono di utilizzare processi che prevedono notevoli riduzioni dei costi energetici, tra questi possiamo ricordare Sharon (Single

gestione acque

Tabella 1 - Qualità tipica di reflui civili a valle di un bioreattore a membrana (Mbr).

Valori attesi a valle di un depuratore con tecnologia Mbr	u.m.	Acque depurate	Limiti per riuso
		da Mbr	DLgs. 185/2003
Bod	mg/l	5	20
Azoto ammoniacale	mgNH4/l	<1	2
Azoto totale	mgN/l	2-10	15
Torbidità	Ntu	0,5-1,0	
Escherichia coli	Cfu/100ml	<10	10; 100 max
Indice colloidale		3-4	n.i.

Reactor High-activity Ammonium Removal Over Nitrite), Anammox (ANAerobic AMMonia OXIdation), Canon (Completely Autotrophic Nitrogen Removal Over Nitrite, o in alternativa Oland, deammonificazione aerobica) e DeAmmon che utilizza biomassa adesiva in letto fluido per assicurare un'elevata età del fango. L'utilizzo di questi processi consente di ridurre notevolmente i consumi di energia e non richiede l'utiliz-

zo di carbonio esterno. Sono in corso studi per estendere l'impiego di questi processi alle linee acque di depurazione. La Figura mostra la comparazione dei dati riferiti al processo DeAmmon per quanto riguarda i consumi di energia e di carbonio esterno per la riduzione di 1 kg di azoto.

Nello stesso modo i trattamenti terziari con filtrazione si sono diffusi anche al di fuori delle applicazioni inizialmente previste

per i depuratori con scarico a lago. Per quanto riguarda il miglioramento dei livelli di depurazione ottenibili si possono considerare inoltre gli schemi di processo che, per i reattori biologici, impiegano materiali di riempimento in letto fluido conosciuti come processi Mbbr (Mobile Bed Biologic Reactor) o membrane (Mbr: Membrane Biologic Reactor) per la fase di separazione solido liquido, o utilizzano processi in sequenza (Sbr: Sequenced Biologic Reactor) opportunamente supportati da sistemi di gestione automatizzati per le diverse fasi. Nei primi due casi, Mbbr e Mbr, si tratta di soluzioni che consentono anche di ridurre le aree ed i volumi necessari per la realizzazione dei depuratori. Nel caso di utilizzo di membrane, impianti Mbr, per depuratori a servizio di fognature che raccolgono scarichi prevalentemente civili, le caratteristiche della filtrazione ottenuta consentono di disporre di acque depurate con caratteristiche in linea con il livello qualitativo richiesto per il riutilizzo in agricoltura con interventi minimi di ulteriore controllo per la carica batterica. Per il controllo della carica batterica, in alternativa all'ubiquitario ipoclorito, si sono sviluppate soluzioni che prevedono l'utilizzo di acido peracetico e di sistemi ad Ultravioletto. Vengono inoltre studiate linee di trattamento terziario che, impiegando ossidanti forti quali acqua ossigenata, UV ed ozono, permettono di rimuovere in modo efficiente composti chimici di origine sintetica solo parzialmente rimossi dalle configurazioni dei processi biologici finora applicati. Oltre alle innovazioni che riguardano i processi di depurazione e l'applicazione di apparecchiature, non vanno dimenticate le applicazioni dell'elettronica nella raccolta, gestione e utilizzo dei dati di funzionamento e analisi per l'ottimizzazione e il controllo dei processi di depurazione, anche tenendo conto dei consumi di energia. Le misure e la gestione dei dati relativi alle portate, al pH all'ossigeno disciolto nelle sezioni di ossidazione, del potenziale redox per i processi di denitrifi-

Tabella 2 - Alcune considerazioni riguardo a vantaggi e svantaggi di diversi sistemi di smaltimento.

Sistema di smaltimento	Vantaggi	svantaggi
Compostaggio	Costi contenuti Impianti semplici Riduzione parziale dei volumi da smaltire Rende possibile il recupero in agricoltura del compost	Basso prezzo del compost Mercato saturo In caso di non conformità è necessario smaltire in discarica
Discarica	Impianti molto semplici Flessibilità rispetto a quantità e qualità dei fanghi	Elevata richiesta di spazio in modo definitivo Limiti dimensionali e di impatto ambientale
Essiccamento	Notevole riduzione dei volumi da smaltire Riduzione dei costi di trasporto per lo smaltimento finale.	Necessità di realizzare impianti con dimensioni minime accettabili (20.000 ton/anno) Impianti complessi Consumo di energia notevole
Incenerimento	Massima riduzione dei volumi Dimensioni relativamente contenute degli impianti Possibile integrazione con recuperi di energia	Necessità di realizzare una prima fase di essiccamento. Costi elevati di costruzione e gestione Possibili emissioni inquinanti Invio a discarica delle ceneri.

cazione-nitrificazione, il controllo dei dosaggi di prodotti chimici ecc. sono divenuti di normale applicazione nella realizzazione della gran parte degli impianti mentre iniziano a diffondersi sistemi di analisi online per gli impianti di maggiori dimensioni e per i processi più sofisticati. L'integrazione con i computer e software sempre più sofisticati, in grado di integrare con i processi e di mantenere il collegamento con gli operatori, consente il costante controllo di singoli impianti e/o di numerosi sistemi presenti sul territorio ottimizzandone il funzionamento inclusi i consumi di energia.

L'evoluzione delle ultime generazioni di strumenti di misura e analisi che consentono il trasferimento dei dati in modalità wireless potranno ulteriormente contribuire alla diffusione di controlli automatici sugli impianti e a distanza.

Riutilizzo delle acque depurate

Per quanto riguarda il riutilizzo delle acque depurate il Decreto 185 del 12-06-2003 "Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue" rimane, con quanto previsto dal Dpr 152-2006, il riferimento di base per la riduzione del prelievo e per favorire il risparmio di risorse idriche stabilendone i requisiti di qualità. Il decreto 185/03 indica tre possibili aree di riutilizzo di acque reflue depurate: a) agricoltura per l'irrigazione, b) civile per il lavaggio di strade, alimentazione di sistemi duali di adduzione, riscaldamento e raffreddamento, c) industriale come acque antincendio e per i lavaggi di cicli termici. Va ricordato che la normativa italiana non prevede in nessun caso il riutilizzo di acque reflue depurate per usi alimentari. Per il riutilizzo diretto all'interno di cicli industriali non vi sono riferimenti nella normativa ed è pertanto lasciato alle aziende o ai consorzi interessati definire le caratteristiche di qualità da adottare in funzione di considerazioni tecniche ed economiche specifici.

Tabella 3 - Valori medi range di concentrazione di odore e fattori di emissione di odori per ciascuna fase. (da bozza linee guida "Linea guida per l'analisi e l'autorizzazione delle emissioni gassose in atmosfera delle attività ad impatto odorigeno", impianti di depurazione reflui Regione Lombardia).

Fase del processo	Valore medio di C _{od} (ou _g /m ³)	Range di C _{od} (ou _g /m ³)	OEF medio (ou _g /(m ³ di refluo))
Arrivo reflui	2.300	100 - 100.000	11.000
Pre-trattamenti	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 secondario	120	50 - 500	13.000
Trattamenti chimico-fisici	600	200 - 3.000	8.300
Ispezzimento fanghi	1.900	200 - 40.000	43.000
Stoccaggio fanghi	850	100 - 5.000	8.300

che. Per quanto riguarda le caratteristiche di qualità dell'acqua riutilizzata la salinità, per la quale è previsto un limite di 3mS/cm non è da considerare come parametro critico per impianti di depurazione di acque di fognatura mentre non va trascurato l'indice Sar (Sodium Adsorption Ratio) definito come rapporto tra la concentrazione del sodio e le concentrazioni di calcio e magnesio secondo l'equazione: $Sar = (CNa) \times ((CCa + CMg) / 2) - 2$ il cui valore deve essere inferiore a 10. Per entrambi i parametri la normativa prevede valori di sicurezza che rendono le acque depurate destinate al riuso sicure. Per quanto riguarda i limiti microbiologici si deve tenere conto sia del limite previsto per il parametro Escherichia coli dal DM 185-03 sia di quanto previsto dal comunicato ministeriale pubblicato nella GU 146 del 26/06/2006 che prevede che il limite di 10 Ufc/100 ml sia riferito all'80% dei campioni, con un massimo ammesso di 100 Ufc/100 ml oltre il quale l'utilizzo agricolo deve essere sospeso. Nel caso di riutilizzo agricolo di reflui depurati è importante che sia evitato l'utilizzo di prodotti a base di cloro per la fase finale di controllo della carica batterica. Dal punto di vista tecnologico l'applicazione di processi di depurazione biologica con membrane (Mbr) sembra la più promettente anche se buoni risultati si ottengono con trattamento terziari che prevedono l'applicazione di filtri di finitura sulle linee di depurazione di impianti esistenti in

particolare dove il riutilizzo in agricoltura avviene prelevando dai canali dove l'immissione di acque depurate incrementa la portata irrigua già disponibile. Per il controllo della carica batterica si privilegia l'impiego di sistemi con reggi UV o l'acido per acetico.

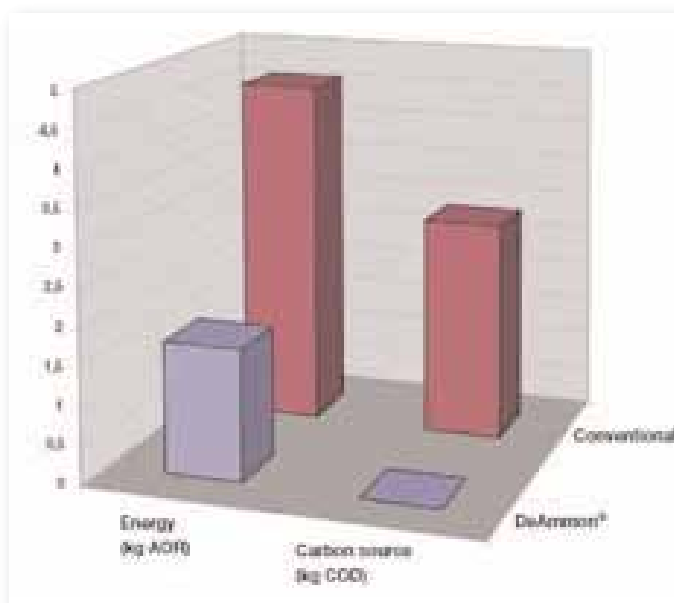
La Tabella 1 presenta i valori tipici per reflui depurati con impianti che utilizzano schemi Mbr.

Fanghi

La depurazione di reflui ha come conseguenza la produzione di fanghi di supero correlata anche al livello di efficienza di riduzione dell'inquinamento che si consegue. È pertanto evidente che, per quanto si faccia, il miglioramento delle caratteristiche dell'acqua depurata inviata allo scarico non può che comportare un incremento delle quantità di fanghi prodotti. A parte possibili interventi per quanto riguarda i processi di depurazione applicati ad oggi, alle soluzioni che adottano processi di controllo della produzione dei fanghi (ad esempio Cannibal ecc.) o soluzioni che prevedono l'utilizzo di ozono o ultrasuoni, per la linea fanghi divengono interessanti le soluzioni con digestione anaerobica dei fanghi anche per depuratori con capacità inferiori a 50.000 AE. Per impianti di maggiori dimensioni acquistano interesse soluzioni che comprendono fasi di idrolisi o digestione anaerobica in condizioni termofile. Tenuto conto della tendenza a escludere in futuro la possibilità di smaltimento in agricoltura, che ad oggi risulta la soluzione più eco-

gestione acque

Figura - Comparazione dei consumi di energia e di carbonio esterno per la rimozione di 1 kg di azoto con il processo DeAmmon e con processi tradizionali.



nomica rispetto agli oneri che richiede lo smaltimento in discariche controllate per il quale sono previsti gli stessi livelli di stabilizzazione e disidratazione, vengono realizzati sistemi di essiccamento a servizio di più impianti e si considera l'ipotesi di una successiva fase di incenerimento con recupero di energia.

La Tabella 2 presenta alcune considerazioni riguardo a vantaggi e svantaggi di diversi sistemi di smaltimento.

Emissioni odorogene

Il disturbo provocato dalle emissioni odorogene correlate a qualsiasi attività in aree fortemente antropizzate è una delle principali cause di problemi nei rapporti con la popolazione. Su questo tema, che fino ad oggi ha sofferto per la complessità di classificare le diverse sezioni degli impianti di depurazione e di riferirsi a norme certe per l'individuazione, contenimento ed eliminazione degli odori in aria, la Regione Lombardia sta predisponendo una "Linea guida per l'analisi e l'autorizzazione delle emissioni gassose in atmosfera delle attività ad impatto odorogeno" nella sezione dedicata agli impianti di depurazione, che individua tra gli inquinanti responsabili: il solfuro di idrogeno, ammoniacale, i composti organici dello zolfo, e ammine, indolo e scatolo, gli acidi grassi e volatili e altri

composti organici. La Tabella 3, presentata al paragrafo 6 dello stesso documento, riassume i valori considerati per i fattori di emissione (Oef - Odour Emission Factor) per le diverse fasi come unità odorimetriche per m³ di refluo trattato (Oug/(m³ di refluo).

Gli impianti di depurazione si trovano spesso inseriti in contesti con queste caratteristiche e sono spesso indicati come la causa principale del fastidio olfattivo percepito. Le soluzioni adottate hanno visto l'impiego di coperture destinate alle sezioni più "sensibili" quali i trattamenti preliminari dove sono presenti di liquami freschi di fognatura, la sedimentazione primaria, e il trattamento dei fanghi. In alcuni casi si prevede la copertura completa dell'impianto. Anche in questo caso la bozza delle linee guida già citate indica un riferimento relativo alla portata delle emissioni di 10.000 ouE/s da considerare come limite per prevedere la copertura delle sezioni di impianto con aspirazione e trattamento dell'aria. Nello stesso documento si considerano trascurabili le emissioni con concentrazioni di odore inferiori a 80 ouE/s. Le coperture a loro volta sono collegate a impianti di abbattimento con sistemi di lavaggio chimico o filtri biologici. È evidente che il controllo delle emissioni odorogene comporta l'incremento dei

costi di realizzazione e gestione in particolare per quanto riguarda l'energia necessaria all'aspirazione dell'aria dalle aree coperte alle sezioni di trattamento. A tale proposito, come riferimento, si ricordano le caratteristiche minime previste dal Dgr 13943 del 01/08/2003 della Regione Lombardia per i sistemi di trattamento aria.

Energia

Il miglioramento di qualità richiede per la depurazione dei reflui in termini di migliori caratteristiche delle acque depurate, riduzione dei volumi dei fanghi smaltiti e minore impatto per quanto riguarda le emissioni in aria degli impianti sembra comportare maggiori costi energetici in antagonismo con uno dei parametri di qualità già indicati. Oltre all'inserimento della digestione anaerobica dei fanghi con recupero del biogas nella linea di processo o dove possibile per la cogenerazione, ovviamente tenendo conto del rapporto costi-benefici in relazione alle capacità di trattamento, è da considerare l'impiego delle aree libere all'interno del perimetro degli impianti per la realizzazione di impianti fotovoltaici, eolici o idraulici dove possibile per la produzione di energia.

Organizzazione

L'evoluzione delle normative riguardanti la gestione del ciclo integrato dell'acqua che negli ultimi 15 anni ha visto la nascita e lo sviluppo degli Ato con le più diverse organizzazioni gestionali e societarie e tuttavia la riorganizzazione dell'intero sistema non può dirsi ancora conclusa. I successivi adattamenti delle strutture operative presenti sul territorio non sono ancora conclusi e pertanto sono da prevedere ulteriori variazioni e modifiche all'attuale assetto.

BIBLIOGRAFIA

"Linee guida regionali sulle emissioni odorogene", bozza documento Regione Lombardia.