

Parco Ticino



**CENSIMENTO DEGLI IMPIANTI
DI DEPURAZIONE PRESENTI NEL
TERRITORIO DEL PARCO DEL
TICINO**



ANNO 2000

Coordinamento tecnico e redazione

Dario Furlanetto

Rilevamento, sviluppo ed elaborazione dati

Angela Manuela Vailati

Redazione cartografica e georeferenziazione dati

Gabriella Penna

Hanno inoltre collaborato

Aldo Paleari

Marina Lanticina

Comuni dei depuratori censiti

Enti Gestori dei depuratori censiti

Amministrazioni Provinciali di Varese, Milano e Pavia

Arpa di Varese, Milano, Pavia e Novara

Regione Piemonte

INDICE

Introduzione	1
1. LA DEPURAZIONE DELLE ACQUE.....	2
1.1 Trattamenti preliminari	3
1.2 Sedimentazione primaria	4
1.3 Trattamenti biologici secondari	4
1.4 Trattamenti terziari.....	5
1.5 Smaltimento dei fanghi.....	6
2. LA FITODEPURAZIONE	8
2.1 Sistemi con microfite	10
2.2 Sistemi con macrofite	11
3. ASPETTI LEGISLATIVI	12
4. IL CENSIMENTO DEGLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE NELLA VALLE DEL TICINO SUBLACUALE.....	16
4.1 Metodo di indagine.....	17
4.2 Scheda di censimento	18
4.3 Depuratori censiti.....	23
5. CONCLUSIONI.....	37
ALLEGATI	
Approfondimenti sulla fitodepurazione	45

INTRODUZIONE

Per un attento controllo e per una corretta gestione dell'ambiente fluviale è fondamentale la conoscenza d'ogni tipo d'inquinamento sia puntuale sia diffuso, che in modo diretto e/o indiretto raggiunge il fiume. Lo scarico di un depuratore può diventare una fonte d'inquinamento puntuale molto impattante sulle qualità delle acque, se il sistema depurativo non è ben dimensionato e gestito. È quindi di notevole interesse conoscere i vari depuratori presenti sul territorio, le loro caratteristiche e la loro funzionalità.

Ancora più problematica è la presenza di scarichi che raggiungono il fiume senza subire alcun trattamento depurativo, poiché questi costituiranno sempre una fonte continua d'inquinamento puntuale. Alla luce di quest'ultima considerazione, diviene ancor più necessario conoscere le varie realtà territoriali, per evidenziare quelle situazioni comunali non ancora dotate di rete fognaria capillare e sistemi di trattamento dei reflui.

Il presente lavoro ha avuto, quindi, per oggetto il censimento di tutti i sistemi depurativi deputati alla gestione degli scarichi collettati alle reti fognarie pubbliche dei Comuni facenti parte del territorio del Parco del Ticino Lombardo, nonché il rilevamento delle situazioni comunali non ancora organizzate per il trattamento degli scarichi.

Durante il corso dell'indagine si è ritenuto utile, per una più completa trattazione dell'argomento, ampliare il censimento anche a tutti i depuratori dei comuni non consorziati, ivi compresi quelli ubicati nella Provincia di Novara, sempre recettori finali di fognature pubbliche, per i quali si è riscontrato uno scarico finale diretto o indiretto in Ticino o nei corsi d'acqua che in questo s'immettono.

L'indagine ha così riguardato l'intero territorio del bacino sublacuale afferente al fiume Ticino, andando a costituire un lavoro di raccolta ed organizzazione d'informazioni, che sono state rilevate direttamente presso i Comuni e/o gli Enti gestori degli impianti e presso gli uffici di quattro Province (Novara, Varese, Milano e Pavia) e due Regioni (Piemonte e Lombardia).

LA DEPURAZIONE DELLE ACQUE

Le acque di scarico provenienti dagli scarichi civili, industriali, agricoli e zootecnici, sono le principali fonti dell'inquinamento delle acque naturali, andando a variare notevolmente il loro equilibrio ecologico. Sono stati, così, messi a punto, negli ultimi decenni, differenti sistemi di depurazione, atti al controllo e all'eventuale risanamento degli scarichi, che sono convogliati nei corpi idrici.

I depuratori possono essere distinti in base al tipo di trattamento adottato per eliminare la carica inquinante presente nel refluo, che può essere chimico, fisico e biologico.

La totalità dei sistemi di trattamento censiti in questo lavoro effettua, con sistemi differenti, la depurazione biologica, che permette la rimozione dell'inquinamento causato da sostanze organiche biodegradabili, sfruttando l'azione di differenti popolazioni microbiche. In questi sistemi sono riprodotti i processi naturali di autodepurazione delle acque, eliminando la sostanza organica in soluzione e in sospensione, in parte mineralizzandola ad opera dei microrganismi e, in parte raccogliendola in un materiale semi solido (fango) che è separato dalle acque e opportunamente smaltito. Il processo di depurazione risulta però molto più veloce negli impianti rispetto ai corsi d'acqua, grazie alla tecnologia ed all'energia impiegata.

In molti depuratori, al sistema di depurazione biologica, spesso, sono associati ulteriori trattamenti, per lo smaltimento di eventuali altre sostanze inquinanti; in particolare, sono utilizzati sistemi fisico meccanici per la rimozione delle sostanze non disciolte e sistemi chimici per la trasformazione delle sostanze tossiche in composti innocui .

Un depuratore completo di tutti i tipi di sistemi di trattamento delle acque prevede tutti e tre i tipi di processo:

- Trattamento di tipo fisico;
- Trattamento di tipo biologico;
- Trattamento di tipo chimico.

Di seguito è riportato lo schema tipo di un impianto, dove sono presenti tutti i tipi di trattamento (Fig. 1):

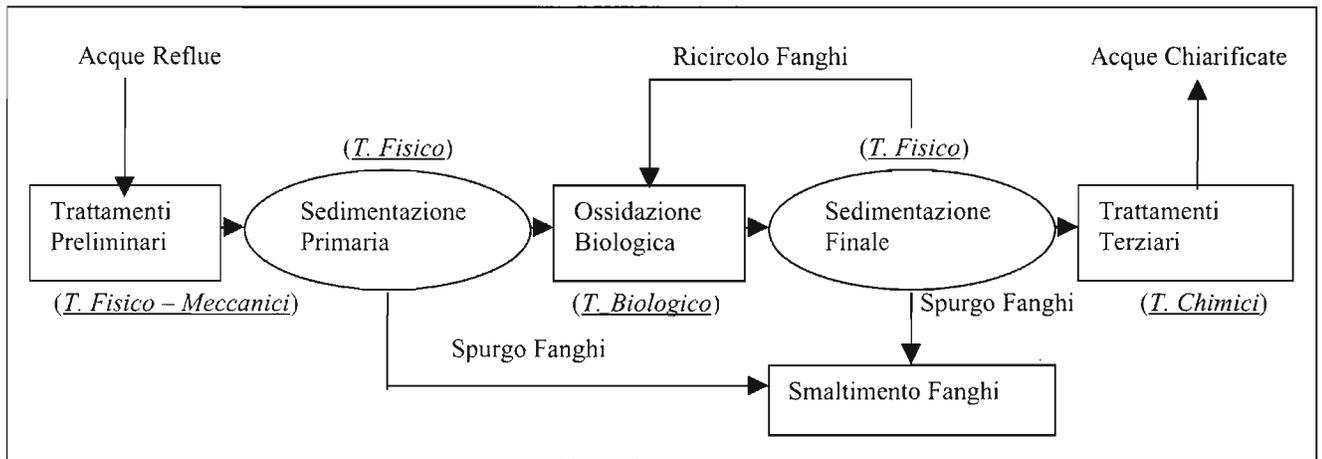


Fig. 1 - Schema di un impianto di depurazione

TRATTAMENTI PRELIMINARI

Sono processi di tipo prevalentemente fisico – meccanico, che preparano il liquame alla fase di depurazione biologica. I principali stadi previsti sono:

- **Sollevamento:** spesso le acque da trattare subiscono un innalzamento della loro quota d'arrivo ad un livello sufficiente affinché tutti gli stadi successivi avvengano per gravità;
- **Grigliatura:** permette la rimozione della sostanza organica sospesa nel liquame. La percentuale di rimozione varia in modo inversamente proporzionale alle dimensioni delle maglie (cioè la spaziatura esistente tra le sbarre) della griglia, che tramite questa caratteristica sono classificate in: **grossolane** (30-100 mm); **medie** (10-20 mm) e **fini** (3-10 mm).

La fase di grigliatura è effettuata per due motivi principali: prevenire fenomeni d'intasamento durante le successive fasi depurative e ridurre il carico inquinante presente.

I sistemi di grigliatura per i solidi in sospensione sono costituiti da barre dritte od inclinate a 45-70° rispetto al flusso idrico e sono a pulizia manuale oppure meccanica, con pettini che lavorano in funzione dell'intasamento. Il materiale grigliato è destinato allo smaltimento come rifiuto solido urbano.

- **Dissabbiatura:** permette la separazione delle sabbie dal refluo e ciò impedisce l'usura delle parti meccaniche presenti nell'intero sistema depurativo e permette di eliminare un possibile ostacolo alle successive fasi di sedimentazione. Sono soprattutto i reflui misti a

necessitare di questo trattamento in quanto si ha la presenza di acque meteoriche che convogliano nel reflu, a seguito della loro azione di dilavamento delle strade, sabbie ed altri materiali silicei.

In questa fase sono eliminate le particelle con dimensioni maggiori di 0.2 mm tramite un rallentamento della velocità di flusso dell'acqua che ne favorisce il deposito.

- **Disoleatura:** in questa fase sono separati come fanghi galleggianti sulla superficie del liquame, gli oli, i grassi ed altro materiale non solubile. Tale operazione è effettuata tramite l'insufflazione di bolle d'aria dal fondo della vasca di trattamento, che provocano la salita in superficie di questi materiali, che sono poi rimossi da uno sfioratore meccanico.

SEDIMENTAZIONE PRIMARIA

Dopo i trattamenti preliminari, segue un'ulteriore trattamento fisico che, ponendo il liquame in una situazione di quiete, permette l'eliminazione dei materiali organici in sospensione ancora presenti: i materiali più pesanti si depositano mentre quelli più leggeri vengono in superficie

La sedimentazione primaria, è generalmente effettuata in una vasca cilindrica che utilizza un carroponete rotante, dotato di raschiatore sul fondo, che convoglia i fanghi depositati verso un condotto di uscita ed una lama superficiale che rimuove i materiali galleggianti.

È considerato un trattamento primario se nell'impianto in cui è presente, è seguito da un'ulteriore fase depurativa (trattamento secondario).

TRATTAMENTO BIOLOGICO SECONDARIO

Nel trattamento dei reflui di tipo civile e industriale, di sostanze organiche biodegradabili, è sempre presente un secondo stadio depurativo di ossidazione biologica, dove si attua la demolizione della sostanza organica presente, per mezzo dell'opera di microrganismi quali batteri, protozoi e funghi.

Questi sistemi possono essere distinti in:

- Sistemi a biomassa adesa (**Filtri percolatori e Biodischi**): sono utilizzati dei supporti inerti per permettere lo sviluppo dei microrganismi. I Filtri Percolatori sono costituiti, di norma, da vasche riempite di materiale inerte poroso sul quale si sviluppano i microrganismi. I refluo da

trattare è immesso nella vasca tramite irrorazione e percola lentamente, favorendo l'ossidazione biologica della sostanza organica presente che viene a contatto col film microbico. Nei sistemi a Biodischi il film batterico si sviluppa su di una superficie a disco che è regolarmente immersa nel refluo da trattare. In entrambi i casi l'eccesso di film batterico, che si sviluppa, si distacca dal suo supporto ed è eliminato dal sistema per poi essere recuperato per sedimentazione.

- Sistema a biomassa dispersa (**Fanghi attivi**): permettono lo sviluppo di fiocchi di microrganismi che sono mantenuti in sospensione nell'acqua tramite insufflazione d'aria. In questi sistemi è favorita la formazione di fiocchi batterici di massa gelatinosa che, poi, sono mantenuti in sospensione attraverso sistemi di ossigenazione del refluo. L'aerazione è effettuata tramite mezzi meccanici posti in superficie (turbine) oppure tramite insufflazione diretta di aria. I microrganismi presenti nel fiocco essendo dispersi nel refluo da trattare, possono venire a contatto con la sostanza organica e metabolizzarla.

Questa fase secondaria termina con un ulteriore trattamento fisico di sedimentazione (**Sedimentazione Finale**) che permette la separazione dei fanghi dall'acqua. Nei sistemi a fanghi attivi, una parte dei fanghi separati nel sedimentatore finale, vengono reimmessi nella vasca d'aerazione, al fine di mantenere in lei un'adeguata massa batterica e una parte, quella in eccesso, è avviata ad un ulteriore trattamento deputato al suo smaltimento (linea fanghi).

TRATTAMENTI TERZIARI

Quest'ulteriore fase di trattamenti è aggiunta col fine di rimuovere gli inquinanti non eliminati dai precedenti trattamenti primari e secondari. Possono essere di diverso tipo, in base all'inquinante che vogliono eliminare, ed in generale sono trattamenti di tipo chimico. I principali sono:

- **Nitrificazione/Denitrificazione**: la rimozione dei composti dell'azoto avviene tramite un processo di natura biologica, ad opera di particolari batteri, distinto in due fasi. Nel primo stadio, detto di Nitrificazione, avvengono una serie di reazioni, in presenza di ossigeno, che portano, a partire dall'ammoniaca, alla formazione di nitriti e quindi di nitrati. Nel secondo stadio, detto di Denitrificazione, avviene una reazione, in assenza di ossigeno, che porta alla trasformazione dei nitrati in azoto molecolare gassoso.

- **Defosfatazione**: la rimozione dei composti del fosforo avviene, generalmente, per via chimica, tramite l'aggiunta di composti chimici a base di alluminio o ferro. Questi reagenti sono

in grado di far precipitare in forma solida il fosforo disciolto nel refluo, permettendo quindi una loro separazione e rimozione.

- **Disinfezione:** nel refluo chiarificato, dopo i trattamenti primari e secondari, possono essere presenti ancora numerosi microrganismi patogeni suscettibili di trasmettere malattie agli uomini e agli animali. Per eliminare anche quest'ulteriore problema sono stati concepiti numerosi trattamenti di disinfezione di tipo chimico e fisico. Quelli che più comunemente sono utilizzati utilizzano l'aggiunta di composti chimici quali: Biossido di Cloro, Ipoclorito di Sodio, Ozono. Il trattamento fisico consiste nell'utilizzo di raggi UV che distruggono le forme batteriche presenti nel refluo.

- **Fitodepurazione:** (Vedasi pagina 8)

SMALTIMENTO dei FANGHI

Le operazioni di trattamento primario, secondario e terziario del refluo, determinano la separazione di una fase solida, denominata Fango, dall'acqua depurata. L'inquinamento presente nel refluo è, così, trasformato in un materiale solido, che deve essere correttamente gestito e smaltito, per permettere una reale depurazione dell'acqua.

Vengono, quindi, distinte diverse fasi di trattamento dei fanghi (**Linea Fanghi**):

- **Pre-Ispessimento:** è un'operazione fisica di riduzione del volume che permette la sedimentazione del fango e la separazione di una fase liquida, detta acqua libera, che è rimessa nella linea di trattamento delle acque. Gli ispessitori possono essere statici, dove lo scarico dei fanghi avviene per gravità, oppure meccanici, dove un braccio meccanico ruotando raschia sul fondo i fanghi accumulandoli in un pozzetto centrale;

- **Stabilizzazione:** è un trattamento biologico ad opera di microrganismi, detto di **digestione dei fanghi**, che può avvenire in presenza di ossigeno (**Digestione Aerobica**) oppure in assenza di ossigeno (**Digestione Anaerobica**), e che permette la riduzione della putrescibilità del fango.

- **Ispessimento:** è un'operazione fisica in tutto uguale al trattamento di pre-ispessimento ed è effettuata tramite i medesimi tipi di impianti;

- **Disidratazione:** è un processo fisico-meccanico atto a ridurre il volume dei fanghi finali da smaltire. Può essere attuato tramite differenti sistemi in base all'utilizzazione finale del fango. In generale questa fase è effettuata tramite: **letti di essiccamento, nastropresse, filtropresse.**

- **Smaltimento:** il fango finale prodotto è generalmente smaltito in discarica oppure utilizzato in agricoltura o per il recupero energetico.

LA FITODEPURAZIONE

La fitodepurazione è una “tecnologia naturale” che utilizza la vegetazione palustre, e la complessità biologica degli ecosistemi acquatici, per il disinquinamento di acque di scarico. Questa tecnologia è definita naturale poiché l’abbattimento degli inquinanti si basa sui processi di funzionamento degli ambienti acquatici, facendoli avvenire in tempi e spazi naturali. Ciò è in contrasto con i principi su cui si basano i sistemi di depurazione tradizionali dove, mediante supporti meccanici ed energetici, si cerca di accelerare artificialmente i processi biologici per concentrarli in una sede che sia la più ridotta possibile (Breber, 1994).

Gli elementi che caratterizzano le “Constructed Wetlands” (definizione inglese di uso ormai comune per indicare un’area umida artificiale), sono: le piante (Fig. 2), i microrganismi, il suolo o sedimento e l’acqua di scarico che vanno a costituire un ecosistema complesso in cui i principali sistemi di rimozione degli inquinanti sono fisici, chimici e biologici.

Fig. 2 – Specie vegetali utilizzate nelle Constructed Wetlands (*Phragmites spp.*, *Typha spp.*)



Col termine di “fitodepurazione” s’identificano diverse tipologie di wetlands (sistemi umidi), che sono riassunte e schematizzate in Fig. 3.

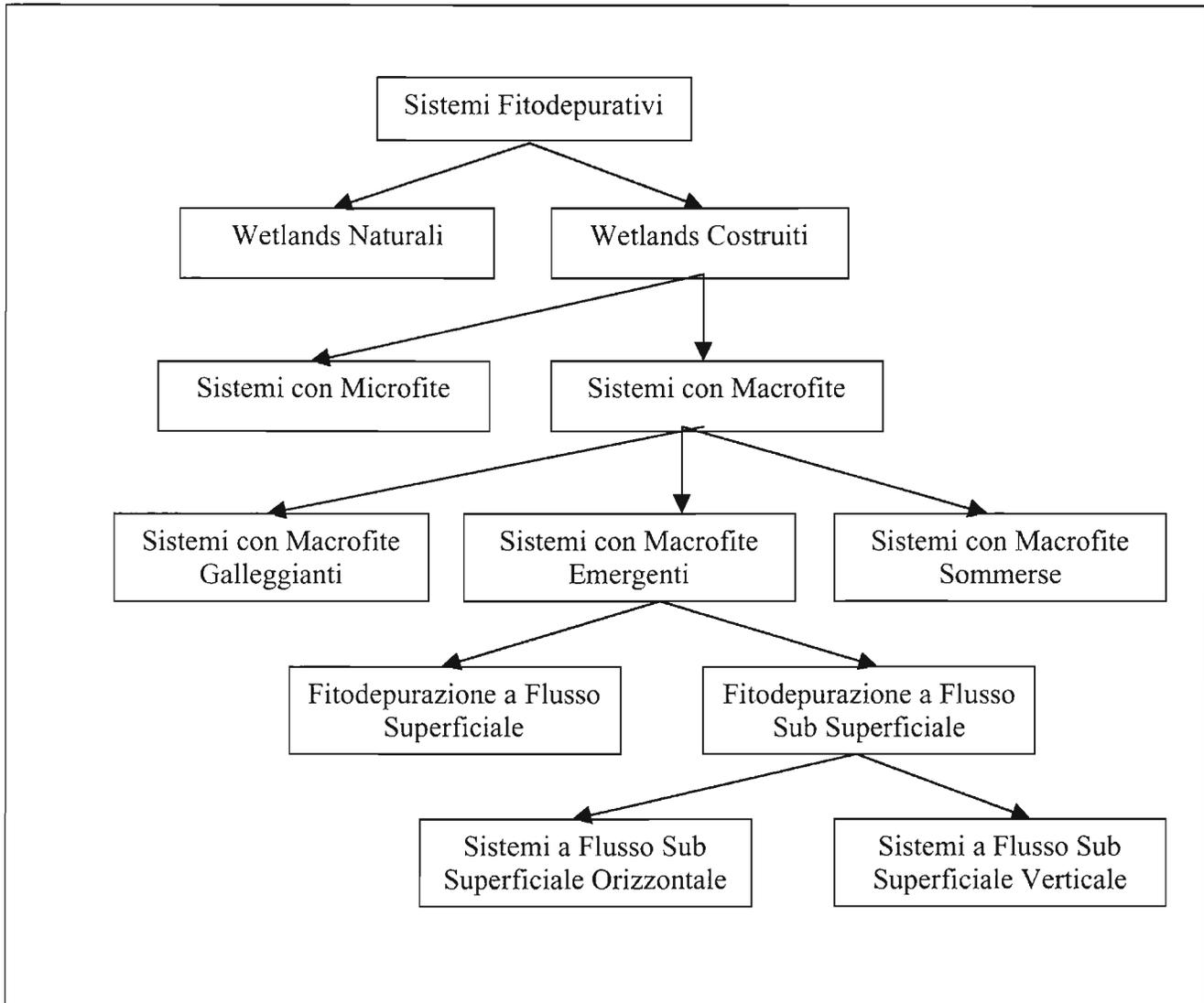


Fig. 3 – Schema sintetico relativo ai vari tipi di sistemi fitodepurativi esistenti

I sistemi umidi naturali (wetlands naturali), per l'alto valore ecologico che rivestono e per il regime di salvaguardia di cui sono caratterizzati, sono ambienti che mal si prestano ad un utilizzo per il trattamento depurativo, mentre i sistemi umidi costruiti (wetlands costruiti), veri e propri impianti, possono svolgere un importante ruolo sul fronte del trattamento delle acque.

I sistemi umidi costruiti sono possono essere di diverse tipologie, che differiscono per il tipo di specie vegetale impiegata (microfite, macrofite di tipo galleggianti, sommerse ed emergenti) e per le modalità di scorrimento dello scarico nel sistema (orizzontale e verticale).

La scelta di una determinata tipologia d'impianto deve essere fatta in relazione a:

- Qualità e composizione del refluo da trattare;
- Obiettivi di depurazione prescelti;
- Disponibilità di superfici da adibire al trattamento;
- Condizioni climatiche;
- Inserimento ambientale.

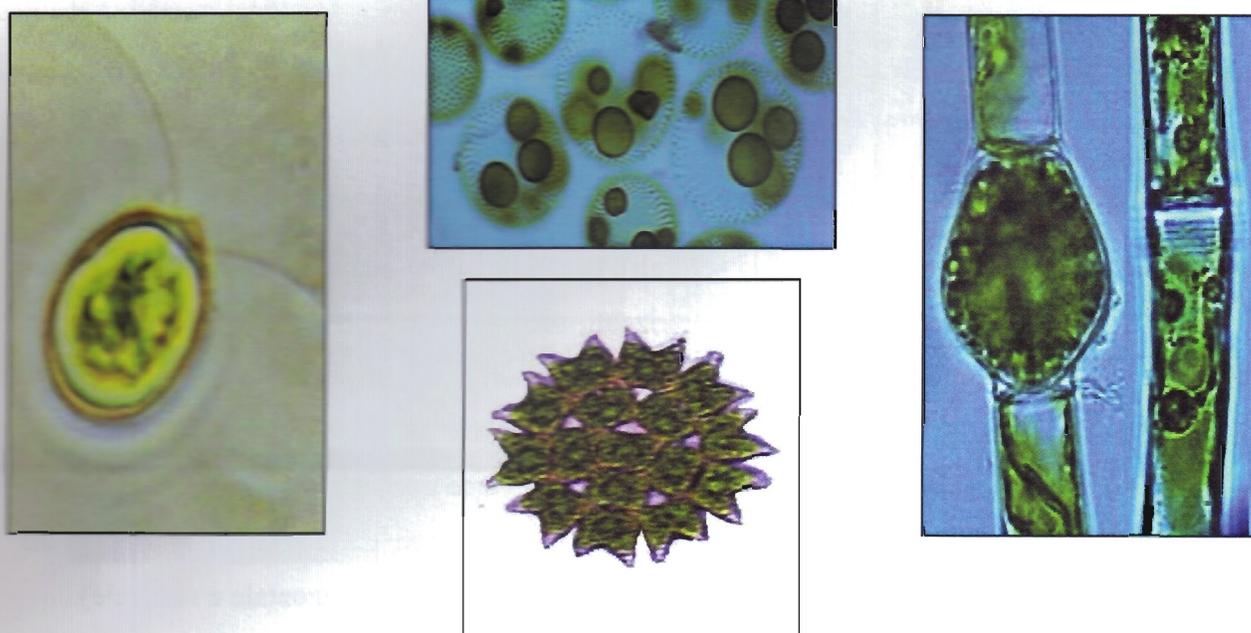
Sistemi con Microfite

Questi sistemi di trattamento delle acque di scarico utilizzano come componente vegetale una coltura in massa di microfite, caratterizzate dalla presenza di alghe unicellulari, batteri, ma anche di lieviti e di funghi.

Le alghe più comunemente impiegate nei sistemi di trattamento degli scarichi sono (Fig.4):

- CLOROFICEE (*Chlorella*; *Coelastrum*; *Scenedesmus*);
- CIANOFICEE (*Spirulina*);
- DIATOMEE (*Dunaliella*).

Fig. 4 – Alcune alghe comunemente utilizzate in sistemi fitodepurativi (Fitter & Manuel, 1993)



Sistemi con macrofite

I sistemi di trattamento delle acque reflue con macrofite acquatiche possono essere classificati in relazione al tipo di pianta utilizzata (Brix, 1993):

- Sistemi di trattamento con macrofite flottanti o galleggianti;
- Sistemi di trattamento con macrofite radicate sommerse;
- Sistemi di trattamento con macrofite radicate emergenti.

I sistemi fitodepurativi che utilizzano macrofite acquatiche, siano esse galleggianti, sommerse o emergenti, si basano sul passaggio delle acque da depurare, in modo continuo od intermittente, in uno o più invasi, disposti in serie o in parallelo, dove avvengono i processi chimico-fisico-biologici che determinano la rimozione degli inquinanti (Reddy & De Busk, 1987) (Fig. 5).

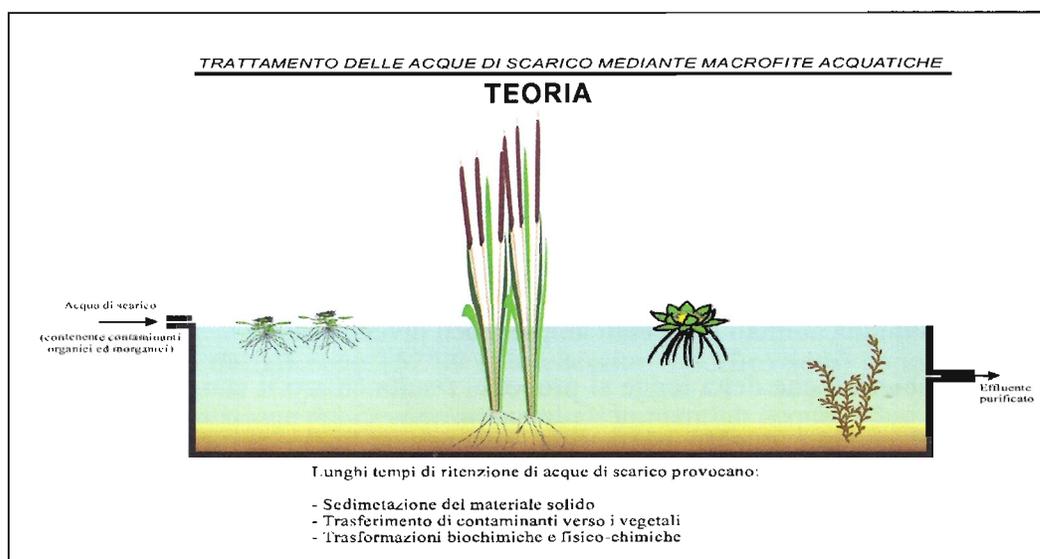


Fig. 5 - Schema generale di un impianto di fitodepurazione (Reddy & De Busk, 1987)

A questa suddivisione si devono aggiungere i **sistemi a stadi multipli**, cioè quei sistemi che utilizzano contemporaneamente differenti tipi di macrofite, anche in combinazione con metodi di depurazione convenzionale, al fine di sfruttare al meglio i vantaggi specifici di ogni sistema. Si possono così avere impianti di tipo molto diverso, in cui ai vari stadi, disposti in serie, sono delegati compiti specifici per quanto riguarda la rimozione delle varie specie inquinanti contenute nel refluo da trattare.

Ulteriori approfondimenti riguardanti la Fitodepurazione si trovano nell'Allegato 1.

ASPETTI LEGISLATIVI

Nel panorama italiano la fonte giuridica primaria nella disciplina degli scarichi è costituita dal decreto legislativo N.152 del 11 maggio 1999 e successive disposizioni correttive ed integrative (decreto legislativo N.258 del 18 agosto 2000 e Legge N.172 del 20 ottobre 2000).

Questa legge è il frutto sia della necessità di recepimento di alcune direttive comunitarie (in particolare la 91/271, relativa alla protezione dai nitrati provenienti dall'attività agricola), sia della necessità di riordinare e migliorare la legislazione riguardante la protezione, il risanamento e l'uso corretto e razionale della risorsa idrica.

Tale decreto si propone il raggiungimento di più obiettivi, che sono definiti nell'Art. 1 e possono così venire riassunti:

- prevenire e ridurre l'inquinamento ed attuare il risanamento dei corpi idrici inquinati;
- conseguire il miglioramento dello stato delle acque e attuare adeguate protezioni di quelle destinate a particolari usi;
- perseguire usi sostenibili e durevoli della risorsa idrica, con priorità per quelle potabili;
- mantenere la capacità naturale di autodepurazione dei corpi idrici, nonché la capacità di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate.

Dagli obiettivi che detta legge si propone, risulta chiaro il suo punto di vista innovativo rispetto all'antecedente quadro normativo, rappresentato, in particolare, dalla legge Merli (319/76). Quest'ultima legge, ora totalmente abrogata, privilegiava lo strumento della regolamentazione degli scarichi, limitandosi ad imporre limiti di concentrazione massima ammissibile della sostanza inquinante. La nuova disciplina, invece, si propone di salvaguardare l'intero aspetto della risorsa idrica, postulando l'esigenza di valutare gli effetti sinergici tra i diversi scarichi e di porre particolare attenzione alla tutela dei corpi idrici recettori. L'approccio nei confronti della problematica, quindi, risulta nella nuova disciplina radicalmente mutato rispetto alla Legge 319/76, poiché sposta l'attenzione dal controllo del singolo scarico, al controllo dell'insieme degli eventi che determinano l'inquinamento del corpo idrico.

Col decreto legge 152/99 la regolamentazione degli scarichi è basata sul rispetto di determinati limiti di accettabilità che sono differenti a seconda del corpo recettore. Gli scarichi in acque superficiali devono rispettare i valori limite di emissione fissati dallo Stato o quelli diversi stabiliti dalle Regioni (le Regioni non possono però adottare limiti meno restrittivi di quelli fissati dallo Stato per sostanze ritenute particolarmente pericolose).

Gli scarichi collettati alla rete fognaria devono rispettare i requisiti della direttiva CEE N. 91/271 e i regolamenti e le altre prescrizioni dell'ente gestore della fognatura. Per gli scarichi di acque reflue urbane che si riversano in corpi idrici ricadenti nelle aree sensibili sono previsti trattamenti e limiti più restrittivi (art. 32). Le aree sensibili, in parte elencate nell'art. 18 della Legge 152/99 (e successive modificazioni), sono identificate secondo criteri generali che sono descritti nell'Allegato 6 della medesima norma:

- laghi naturali, altre acque dolci, estuari e acque del litorale già eutrofizzati, o probabilmente esposti a prossima eutrofizzazione, in assenza di interventi protettivi specifici;
- acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile;
- aree che necessitano, per gli scarichi afferenti, di un trattamento supplementare al trattamento secondario al fine di conformarsi alle prescrizioni previste dalla normativa vigente;
- laghi posti ad un'altitudine sotto i 1.000 s.l.m. ed aventi una superficie dello specchio liquido almeno di 0.3 Km²..

Attraverso il recepimento della direttiva N. 91/271, è, quindi, definito il sistema di regole e i tempi di adeguamento cui deve attenersi il sistema pubblico di depurazione. Le acque reflue urbane devono essere sottoposte, prima dello scarico, ad un trattamento depurativo, che deve garantire i limiti di emissione stabiliti a livello europeo, secondo determinati tempi di adeguamento.

Nell'allegato 5 della Legge 152/99 (e successive modificazioni) sono specificati, nella Tabella 1, i limiti di emissione cui devono attenersi gli impianti di acque reflue urbane (Tab. 1).

Tab. 1 – Limiti di emissione per gli impianti di acque reflue urbane

Potenzialità dell'impianto (A.E.)	2.000 – 10.000	> 10.000
Parametri (media giornaliera)	Concentrazione (% di riduzione)	Concentrazione (% di riduzione)
B.O.D.₅ (senza nitrificazione) mg l⁻¹	≤ 25 (70 – 90 %)	≤ 25 (80%)
COD mg l⁻¹	≤ 125 (75 %)	≤ 125 (75%)
Solidi sospesi mg l⁻¹	≤ 35 (90%)	≤ 35 (90%)

In particolare, se tali scarichi sono recapitati in aree sensibili, si devono rispettare limiti più restrittivi. Le concentrazioni o le percentuali di riduzione del carico inquinante sono indicate nella Tabella 2 della medesima legge (Tab. 2).

Tab. 2 – Limiti di emissione per gli impianti di acque reflue urbane recapitanti in aree sensibili

Potenzialità nell'impianto (A.E.)	10.000 – 100.000	> 100.000
Parametri (media annua)	Concentrazione (% di riduzione)	Concentrazione (% di riduzione)
Fosforo totale (P mg ^l ⁻¹)	≤ 2 (80%)	≤ 1 (80%)
Azoto totale (N mg ^l ⁻¹)	≤ 15 (70 – 80%)	≤ 10 (70 – 80%)

Devono inoltre essere rispettati, nel caso di fognature che convogliano anche scarichi di acque reflue industriali, i valori limite tabella 3 della Legge (Tab. 3).

Tab. 3 – Limiti di emissione in acque superficiali e in fognatura (Tabella 3)

SOSTANZE	Unità di Misura	Acque superficiali	Pubblica fognatura
PH		5.5-9.5	5.5-9.5
Temperatura	°C	(1)	(1)
Colore		Non percettibile (dil. 1:20)	Non percettibile (dil. 1:40)
Odore		Non deve causare molestia	Non deve causare molestia
Materiali grossolani		Assenti	Assenti
Solidi sospesi totali	mg ^l ⁻¹	≤ 80	≤ 200
B.O.D.5	mg ^l ⁻¹	≤ 40	≤ 250
COD	mg ^l ⁻¹	≤ 160	≤ 500
Alluminio	mg ^l ⁻¹	≤ 1	≤ 2
Arsenico	mg ^l ⁻¹	≤ 0.5	≤ 0.5
Bario	mg ^l ⁻¹	≤ 20	≤ 20
Boro	mg ^l ⁻¹	≤ 2	≤ 4
Cadmio	mg ^l ⁻¹	≤ 0.02	≤ 0.02
Cromo totale	mg ^l ⁻¹	≤ 2	≤ 4
Cromo VI	mg ^l ⁻¹	≤ 0.2	≤ 0.2
Ferro	mg ^l ⁻¹	≤ 2	≤ 4
Manganese	mg ^l ⁻¹	≤ 2	≤ 4
Mercurio	mg ^l ⁻¹	≤ 0.005	≤ 0.005
<u>Nichel</u>	mg ^l ⁻¹	≤ 2	≤ 4
Piombo	mg ^l ⁻¹	≤ 0.2	≤ 0.3
Rame	mg ^l ⁻¹	≤ 0.1	≤ 0.4
Selenio	mg ^l ⁻¹	≤ 0.03	≤ 0.03
Stagno	mg ^l ⁻¹	≤ 10	≤ 10
Zinco	mg ^l ⁻¹	≤ 0.5	≤ 1
Cianuri totali	mg ^l ⁻¹	≤ 0.5	≤ 1
Cloro attivo libero	mg ^l ⁻¹	≤ 0.2	≤ 0.3
Solfuri	mg ^l ⁻¹	≤ 1	≤ 2
Solfiti	mg ^l ⁻¹	≤ 1	≤ 2
Solfati	mg ^l ⁻¹	≤ 1000	≤ 1000

Cloruri	mg ^l ⁻¹	≤ 1200	≤ 1200
Fluoruri	mg ^l ⁻¹	≤ 6	≤ 12
Fosforo totale	mg ^l ⁻¹	≤ 10	≤ 10
Azoto ammoniacale	mg ^l ⁻¹	≤ 15	≤ 30
Azoto nitroso	mg ^l ⁻¹	≤ 0.6	≤ 0.6
Azoto nitrico	mg ^l ⁻¹	≤ 20	≤ 30
Grassi e oli animali/vegetali	mg ^l ⁻¹	≤ 20	≤ 40
Idrocarburi totali	mg ^l ⁻¹	≤ 5	≤ 10
Fenoli	mg ^l ⁻¹	≤ 0.5	≤ 1
Aldeidi	mg ^l ⁻¹	≤ 1	≤ 2
Solventi organici aromatici	mg ^l ⁻¹	≤ 0.2	≤ 0.4
Solventi organici azotati	mg ^l ⁻¹	≤ 0.1	≤ 0.2
Tensioattivi totali	mg ^l ⁻¹	≤ 2	≤ 4
Pesticidi fosforati	mg ^l ⁻¹	≤ 0.10	≤ 0.10
Pesticidi totali (esclusi fosforati)	mg ^l ⁻¹	≤ 0.05	≤ 0.05
Solventi clorurati	mg ^l ⁻¹	≤ 1	≤ 2
<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100ml	Nota	
Saggio di tossicità acuta		Meno del 50% di organismi immobili dopo 24 ore	Meno del 80% di organismi immobili dopo 24 ore

(1) Per i corsi d'acqua la variazione massima tra temperature medie di qualsiasi sezione del corso d'acqua a monte e a valle del punto di emissione non deve superare i 3 °C. Per i laghi la temperatura dello scarico non deve superare i 30 °C e l'incremento di temperatura del corpo recipiente non deve in alcun caso superare i 3 °C oltre 50 metri dal punto di immissione. Per il mare la temperatura dello scarico non deve superare i 35 °C e l'incremento di temperatura del corpo recipiente non deve in nessun caso superare i 3 °C oltre i 1000 metri dal punto di immissione.

Tale normativa, per il raggiungimento degli obiettivi prima citati, prevede, tra le altre cose, "...l'adeguamento dei sistemi di fognatura, collettamento e depurazione degli scarichi idrici, nell'ambito del servizio idrico integrato di cui alla legge 5 gennaio 1994, n. 36...." e la scelta dei punti di scarico degli impianti di trattamento delle acque reflue urbane in modo tale da, per quanto possibile, ridurre al minimo gli effetti sulle acque recettrici.

Tutto ciò si traduce nell'esigenza di garantire una maggiore copertura del servizio depurativo e di adeguare gli impianti esistenti per il raggiungimento dei nuovi obiettivi, attraverso sistemi che non comportino oneri di investimento e di gestione elevati.

IL CENSIMENTO degli IMPIANTI di DEPURAZIONE nella VALLE del TICINO SUBLACUALE

Il censimento degli impianti di depurazione, oggetto del presente lavoro, rientra in un progetto più ampio di monitoraggio completo della componente idrica, intrapreso dal Consorzio del Parco Lombardo della Valle del Ticino. Negli ultimi anni, infatti, il Parco, con la collaborazione di numerosi Enti ed Istituzioni (A.S.L., A.R.P.A., Amministrazioni Provinciali, etc...) ha costantemente monitorato gli aspetti chimico-fisici, biologici ed idrologici del fiume Ticino. Con questo lavoro sono analizzati anche tutti gli elementi, potenzialmente impattanti (come lo sono gli scarichi dei depuratori), che possono concorrere a caratterizzarne la qualità delle acque del fiume.

Con l'insieme dei dati oggi disponibili è possibile avere a disposizione valide ed aggiornate informazioni, che possono permettere la realizzazione di idonei programmi di tutela del territorio e di razionale salvaguardia delle risorse idriche. Dando corpo a programmi di intervento per potenziare e migliorare il servizio depurativo degli scarichi e quindi la qualità delle acque e dell'ecosistema del fiume.

Il censimento dei depuratori è stato realizzato col fine di creare una base di conoscenza facilmente aggiornabile della situazione complessiva riguardo al trattamento degli scarichi dei Comuni consorziati del Parco del Ticino Lombardo e Piemontese e del loro possibile impatto sulla componente idrica.

I dati raccolti hanno permesso di verificare il livello di affidabilità, efficienza ed efficacia delle infrastrutture censite ed anche di definire le situazioni di deficit e/o precarietà per inadeguatezze strutturali.

Partendo dall'analisi di tali risultati si è potuto ragionare su un possibile programma di interventi necessari per adeguare in termini qualitativi e quantitativi la depurazione dei reflui. Sono, così, stati messi in evidenza le situazioni locali che ancora non dispongono di sistemi di trattamento dei propri reflui e gli impianti esistenti che abbisognano di interventi di ammodernamento e sviluppo.

Mettendo, inoltre, a disposizione degli Enti Locali e degli altri soggetti coinvolti i risultati conseguiti da questo censimento, si pongono le basi per uno stimolante lavoro, anche coordinato dal Parco, di valutazione di possibili interventi di miglioramento del servizio di depurazione.

La presente analisi richiede però continui aggiornamenti dei dati, utili per diffondere la consapevolezza delle esigenze e dei problemi che occorre risolvere nell'ambito del processo di miglioramento costante della qualità dell'ambiente della Valle del Ticino.

Il censimento dei depuratori è stato effettuato nel corso dell'anno, considerando sia gli impianti di depurazione a gestione consortile o intercomunale sia quelli a carattere locale (Hymoff).

La ricognizione è stata effettuata contattando tutti i soggetti proprietari e gestori degli impianti di depurazione (Comuni, Consorzi e Aziende Municipalizzate), nonché i soggetti istituzionali deputati al loro controllo (ARPA e Provincie). Alla fase di contatto è, quindi, seguita la visita all'impianto.

Questo lavoro, inoltre, ha permesso l'aggiornamento ed il completamento della carta degli scarichi e dei depuratori, già a suo tempo realizzata dal Parco (Allegato 2).

METODO di INDAGINE

La realizzazione del presente lavoro ha seguito un preciso protocollo operativo così schematizzato:

- Riorganizzazione dei dati già in possesso del Parco;
- Redazione di una scheda di censimento;
- Compilazione della scheda da parte dei responsabili dei singoli impianti;
- Visita all'impianto;
- Digitalizzazione dei dati raccolti in formato MS Excel;
- Integrazione, completamento e controllo delle informazioni raccolte, tramite il confronto con i dati in possesso delle ARPA e delle Amministrazioni Provinciali;
 - Ulteriore giro di contatti agli impianti già censiti per il completamento delle informazioni;
 - Predisposizione di una cartografia in formato 1: 10.000 su CTR, riportante l'ubicazione georeferenziata dei depuratori e del loro scarico finale, nonché l'indicazione del percorso effettuato dallo scarico per raggiungere il fiume Ticino;
 - Predisposizione di un CD contenente tutti i dati informatizzati raccolti, comprensivo della cartografia.

SCHEMA di CENSIMENTO

Il censimento dei depuratori è stato realizzato tramite la visita dell'impianto corredata dalla compilazione di una scheda (Fig. 6), organizzata in quattro campi di informazione:

- I. Dati generali sull'impianto
- II. Dati caratteristici sulla potenzialità e funzionalità dell'impianto
- III. Dati riguardanti lo scarico finale dell'impianto
- IV. Dati riguardanti i fanghi prodotti dall'impianto

Descrizione della scheda di censimento

Primo campo (Dati generali sull'impianto):

Le informazioni di questa prima sezione vertono sull'ubicazione, la proprietà e la gestione dell'impianto. Accanto a questi dati, per avere un'indicazione sullo stato generale dell'opera, sono state prese in considerazione la dimensione, l'età dell'impianto ed anche gli ampliamenti e le modificazioni cui è stato oggetto nel tempo. Di notevole importanza è stata la rilevazione dei lavori che s'intendono effettuare o che si stanno effettuando sull'impianto, utili per avere un'idea dei cambiamenti di efficienza che l'impianto subirà a seguito della loro realizzazione.

Conoscendo l'area d'intorno dell'impianto, e come e dove questo smaltisce il proprio scarico finale, si sono raccolte informazioni sull'azione o meno dei sistemi naturali presenti di effettuare un ulteriore affinamento del refluo. Questi sistemi naturali possono essere rappresentati da fossi vegetati, rogge o canali irrigui che ricevendo lo scarico, in molti casi, se non compromessi, sovrasfruttati, troppo brevi o mancanti di una portata sufficiente, possono effettuare un ulteriore processo depurativo tramite il fenomeno dell'autodepurazione.

E' stata, inoltre, rilevata la presenza di aree adiacenti all'impianto potenzialmente idonee ad ospitare sistemi fitodepurativi. Questo dato è stato preso in considerazione al fine di poter consigliare un possibile miglioramento dell'efficienza depurativa dell'impianto, tramite l'utilizzo di un sistema a basso costo come è quello fitodepurativo.

Secondo campo (Dati generali sull'impianto):

I dati riguardano in dettaglio il funzionamento dell'impianto. Questo, in base alla rete fognaria che gestisce, può essere adibito al trattamento di differenti tipi di reflui: civili e

meteorici, industriali o misti (Legge 152/99 e successive modificazioni, Art.2: "...acque reflue urbane", acque reflue domestiche - acque reflue provenienti da insediamenti di tipo residenziale e da servizi e derivanti prevalentemente dal metabolismo umano e da attività domestiche - o il miscuglio di acque reflue domestiche, di acque reflue industriali ovvero meteoriche di dilavamento convogliate in reti fognarie, anche separate, e provenienti da agglomerato....; "acque reflue industriali", qualsiasi tipo di acque reflue scaricate da edifici od installazioni in cui si svolgono attività commerciali o di produzione di beni, diverse dalle acque reflue domestiche e dalle acque meteoriche di dilavamento). La totalità dei depuratori censiti trattano reflui misti

Nella scheda viene anche riportato il tipo di rete fognaria collettata al depuratore, che può essere a sistema misto o a sistema separato. Generalmente le reti fognarie sono a *sistema misto*, cioè le acque bianche (meteoriche) sono raccolte insieme alle acque nere (reflui domestici ed industriali). Tale sistema di raccolta delle acque reflue, però, può determinare problemi di funzionalità al depuratore in caso di forti piogge a causa delle eccessive portate in ingresso che si ritrova a gestire. Per risolvere questo tipo di problema la recente normativa auspica la realizzazione di una rete fognaria a *sistema separato* (formata da due canalizzazioni differenti per le acque bianche e quelle nere), in modo tale da migliorare il funzionamento degli impianti di depurazione attraverso la gestione di un refluo con portata e composizione più costante nel tempo.

Poiché la rete fognaria, che convoglia i reflui all'impianto, può servire un unico comune o più ambiti comunali, per avere informazioni sulla sua grandezza e complessità, è stato rilevato se la fognatura è di tipo comunale o intercomunale ed è stata rilevata la lista dei territori da questa serviti.

Se nel refluo misto trattato dall'impianto vi è la presenza di scarichi industriali, che in qualche modo possono condizionare la qualità dello stesso, è molto utile risalire alla lista delle tipologie produttive collettate. Molto spesso sono convogliati al sistema depurativo particolari tipi di reflui (solventi, prodotti chimici, ma anche scarichi molto ricchi di composti organici), che ne possono inficiare il funzionamento e determinare problematici inquinamenti nel recettore finale.

Sono state prese in considerazione anche tutte le caratteristiche di progetto dell'impianto, quali: potenzialità (questa è misurata in abitanti equivalenti che secondo la Legge 152/99 (e successive modificazioni), ha la seguente definizione: "...è il carico organico biodegradabile avente una richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni - BOD₅ - pari a 60 grammi di ossigeno al giorno...."), portata gestita, presenza di scolmatori e/o by-pass, utilizzo di sostanze pericolose, produzione di energia.

Terzo campo (*Dati riguardanti lo scarico finale dell'impianto*):

Si è preso in considerazione lo scarico finale chiarificato dell'impianto, il corpo recettore in cui è immesso e le sue caratteristiche, il percorso che questo effettua prima di raggiungere il Ticino (nei casi in cui lo raggiunge), le sue caratteristiche chimico-fisiche-biologiche medie (queste sono paragonate a quelle caratterizzanti il refluo prima del trattamento).

La seconda parte del campo tratta, invece, tutti i dati amministrativi riguardanti gli atti autorizzativi allo scarico e la lista delle violazioni riscontrate negli ultimi tre anni.

Molti sono stati i problemi di reperimento della maggior parte dei dati di questo campo della scheda, soprattutto a causa dei tanti cambiamenti di leggi, dei numerosi e diversi enti amministrativi deputati all'autorizzazione e al controllo dei depuratori e di enti gestori. A causa di queste difficoltà alcune parti delle schede, in alcuni casi, sono rimaste incomplete anche dopo aver condotto approfondite ricerche tra i differenti soggetti che si occupano della loro gestione (Comuni ed Enti Gestori) o del loro controllo (Regioni, Province ed ARPA).

In alcuni casi vi sono state difficoltà ad individuare il corpo idrico recettore del refluo chiarificato e/o le sue caratteristiche di qualità e portata, poiché non monitorato ed analizzato.

Quarto campo (*Dati riguardanti i fanghi prodotti dall'impianto*):

In ultimo, per avere un'idea dei problemi derivanti dalla gestione e smaltimento dei fanghi, sono state richieste informazioni riguardanti la loro quantità, qualità e destinazione finale.

Fig. 6 - Scheda utilizzata per il censimento

CODICE N.		
ULTIMO AGGIORNAMENTO		
DEPURATORE di		
1. INSEDIAMENTO		
PROPRIETARIO dell'IMPIANTO		
ENTE GESTORE		
RESPONSABILE dell'INSEDIAMENTO		
LEGALE RAPPRESENTANTE o TITOLARE		
INDIRIZZO		
COMUNI SERVITI		
AZIENDA TITOLARE dei CONTROLLI		
UBICAZIONE:	C.T.R. 1:25,000	
	GAUSS BOAGA	
	UTM	
ANNO di REALIZZAZIONE		
PROGETTI di AMPLIAMENTO e MANUTENZIONE (passati)		
PROGETTI di AMPLIAMENTO e MANUTENZIONE (futuri)		
SUPERFICIE OCCUPATA		
PRESENZA di LABORATORI		
PRESENZA di SISTEMI NATURALI DI AFFINAMENTO dello SCARICO		
PRESENZA di AREE POTENZIALMENTE IDONEE ALLA REALIZZAZIONE DI SISTEMI FITODEPURATIVI		
2. IMPIANTO		
TIPOLOGIA del REFLUO TRATTATO:	CIVILE	
	INDUSTRIALE	
	MISTO	
RETE di COLLETTAMENTO:	COMUNALE	
	INTERCOMUNALE	
INSEDIAMENTI PRODUTTIVI COLLETTATI		
POTENZIALITA':	ABITANTI EQUIVALENTI	
	PORTATA NOMINALE (l/s)	
	PORTATA di ESERCIZIO	
	MAGRA	
	PIOGGIA	
PORTATA di SFIORO a BY PASS		
PRESENZA di LABORATORI		
UTILIZZO DI SOSTANZE PERICOLOSE		
PRODUZIONE di ENERGIA ELETTRICA		
CARATTERISTICHE STRUTTURALI:	LINEA ACQUE	
	LINEA FANGHI	
3. SCARICO		
CORPO IDRICO RECETTORE	FIUME TICINO	
	ALTRO CORSO d'ACQUA	
UBICAZIONE:	C.T.R. 1:25,000	
	GAUSS BOAGA	
	UTM	
LUNGHEZZA del TRATTO percorso dallo scarico prima di immettersi in Ticino		
CORPO RECETTORE:	PORTATA MEDIA	
	MAGRA	

PIENA	
VALORE ANNUO	
VOCAZIONE ITTICA	
PRESENZA DI STRUMENTI di MISURA	
DURATA dello SCARICO:	CONTINUO
	DISCONTINUO
CARATTERISTICA dello SCARICO in INGRESSO	Dati chimico-fisico-biologici
CARATTERISTICA dello SCARICO in USCITA	Dati chimico-fisico-biologici
CADENZA TEMPORALE delle ANALISI INTERNE	
LABORATORIO che EFFETTUA le ANALISI INTERNE	
POSIZIONE AMMINISTRATIVA:	AUTORIZZATO
	NON AUTORIZZATO
	AUTORIZZAZIONE PROVVISORIA
DOCUMENTO di AUTORIZZAZIONE	
CONTROLLI DISPOSTI negli ULTIMI 3 ANNI	
VIOLAZIONI ACCERTATE (n°)	
TIPO di VIOLAZIONE RICORRENTE	
SUPERAMENTO dei LIMITI per i SEGUENTI PARAMETRI	
4. FANGHI	
DESTINAZIONE	
% di SECCO	
QUANTITÀ DI FANGO PRODOTTA	
NOTE (notizie aggiuntive)	

DEPURATORI CENSITI

Lo studio ha analizzato **58** impianti, distribuiti sul territorio delle quattro Province facenti parte dei Parchi del Ticino Lombardo e Piemontese (Fig. 7), di cui:

11 ubicati nella Provincia di Varese
7 ubicati nella Provincia di Milano
32 ubicati nella Provincia di Pavia
8 ubicati nella Provincia di Novara



Fig. 7: Distribuzione dei depuratori censiti

Il maggior numero di impianti è presente nel territorio pavese, che è caratterizzato da distretti comunali organizzati in molte frazioni, quasi sempre dotate di un proprio sistema depurativo. Questi impianti sono quasi tutti di piccole dimensioni (100 - 1.000 A.E.), con struttura molto semplice (tipo sistemi Hymoff) e spesso mal funzionanti, con problemi di gestione, manutenzione e costi di esercizio, che gravano sui Comuni, spesso non preparati a sostenerli.

Proprio per le caratteristiche geografiche della zona, la poca utenza da servire e l'appartenenza del Comune al Consorzio del Parco e quindi ad un territorio protetto, la situazione attuale potrebbe venire di molto migliorata con l'utilizzo di sistemi naturali di depurazione delle acque (fitodepurazione), che determinerebbero non pochi vantaggi e un sicuro miglioramento dell'efficacia depurativa del trattamento. Tra i vantaggi dell'utilizzo di un sistema fitodepurativo, che potrebbe andare a sostituire oppure a completare il processo di depurazione, si possono

riscontrare i costi minimi di costruzione e soprattutto di manutenzione, la riduzione dei consumi di energia elettrica di almeno il 50% rispetto ad un depuratore tradizionale, il minimo impatto ambientale, la creazione di un'area verde al posto di manufatti in cemento e la possibilità di riutilizzo dell'acqua depurata come acqua non potabile.

Tra i Comuni facenti parte del territorio del Parco del Ticino, solo quattro non sono ancora dotati di un sistema di trattamento dei reflui (Comuni di Vizzola Ticino, Morimondo, Linarolo Po Valle Salimbene). In due di questi (Comune di Linarolo, Comune di Valle Salimbene) sono in corso i lavori di costruzione e messa in opera degli impianti (Fig. 8).

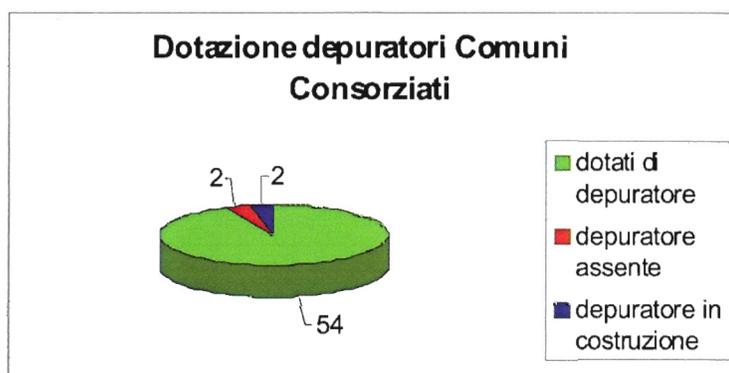


Fig. 8:Dotazione depuratori

La quasi totalità dei Comuni è, quindi, dotata di un sistema fognario che convoglia le acque coltate ad un sistema depurativo centrale. Non sempre però questi depuratori trattano l'intero territorio comunale, che presenta spesso delle frazioni e/o località che non beneficiano del servizio perché non, o non ancora dotate, di un sistema fognario.

Di seguito è riportata la lista dei 58 impianti censiti, suddivisi in base alla Provincia di ubicazione, con l'indicazione dei Comuni serviti, appartenenti o meno al Consorzio del Parco Lombardo della Valle del Ticino.

◆	Depuratori della Provincia di Varese
◆	Depuratori della Provincia di Milano
◆	Depuratori della Provincia di Pavia
◆	Depuratori della Provincia di Novara

IMPIANTO	CODICE	CORPO RECETTORE	COMUNI SERVITI	
			CONSORZIATI AL PARCO TICINO LOMBARDO	NON CONSORZIATI AL PARCO TICINO LOMBARDO
Depuratore di Sesto Calende	1	TICINO	Sesto Calende	
Depuratore della Frazione Sant'Anna di Sesto Calende	2	TICINO	Sesto Calende	
Depuratore della Frazione Lisanza di Sesto Calende	3	Lago Maggiore	Sesto Calende	
Depuratore di Golasecca - Località Presualdo	4	TICINO	Golasecca Nord	
Depuratore di Golasecca - Località Bizzorra	5	TICINO	Golasecca Sud	
Depuratore di Lonate Pozzolo	6	Torrente Arno	Arsago Seprio Besnate Cardano al Campo Casorate Sempione Ferno Gallarate	Albizzate Brunello Busto Arsizio Cairate Cassano Magnago Castronno Cavaria con Premezzo Fagnano Olona Gazzada Schianno Jerago con Orago Lonate Pozzolo Morazzone Oggiona con Santo Stefano Samarate Castel Seprio Solbiate Arno Carnago Caronno Varesino Casorate Sempione Sumirago Vanzaghello
Depuratore di Somma Lombardo	7	TICINO	Somma Lombardo	

IMPIANTO	CODICE	CORPO RECETTORE	COMUNI SERVITI	
			CONSORZIATI AL PARCO TICINO LOMBARDO	NON CONSORZIATI AL PARCO TICINO LOMBARDO
Depuratore della Frazione Coarezza di Somma Lombardo	8	TICINO	Somma Lombardo	
Depuratore di Vergiate	9	Roggia Donda Lago ex cava Torrente Strona TICINO	Vergiate	
Depuratore della Frazione Sesona di Vergiate	10	Indiretto	Vergiate	
Non possiede depuratore			Vizzola Ticino	
Depuratore di Mornago	11	Torrente Strona		Mornago
Depuratore di Abbiategrasso	12	Roggia Rile TICINO	Abbiategrasso	
Depuratore di Robecco sul Naviglio	13	Roggia Rile TICINO	Bernate Ticino Boffalora Ticino Cassinetta di Lugagnano Castano Primo Cuggiono Magenta Robecchetto con Induno Robecco sul Naviglio Vanzaghello	Albairate Arconate Arluno Buscate Busto Garolfo Casorezzo Corbetta Dairago Inveruno Magnago Marcallo con Casone Mesero Ossona Santo Stefano Ticino Sedriano Villa Cortese Vittuone
Depuratore di Besate	14	Fontanile MezzaBarba TICINO	Besate	

IMPIANTO	CODICE	CORPO RECETTORE	COMUNI SERVITI	
			CONSORZIATI AL PARCO TICINO LOMBARDO	NON CONSORZIATI AL PARCO TICINO LOMBARDO
Non possiede depuratore			Morimondo	
Depuratore di Motta Visconti	15	Roggia Canalino TICINO	Motta Visconti	
Depuratore di Nosate	16	Indiretto	Nosate	
Depuratore di Ozzero	17	Roggia Rile TICINO	Ozzero	
Depuratore di Turbigo	18	Roggia Molina TICINO	Turbigo	
Depuratore di Bereguardo	19	Roggia Fontanone	Bereguardo	
Depuratore di Garlasco	20	Torrente Terdoppio TICINO	Borgo San Siro Garlasco	Alagna Tromello
Depuratore di Carbonara Ticino	21	Fosso irriguo Fosso Morasca Torrente Gravellone TICINO	Carbonara Ticino	
Depuratore di Cassolnovo	22	Fosso vegetato TICINO	Cassolnovo	
Depuratore di Gambolò	23	Torrente Terdoppio TICINO	Gambolò	
Depuratore della Frazione Belcreda di Gambolò	24	Cavo Marangone	Gambolò	
Depuratore della Frazione di Garbana di Gambolò	25	Roggia Biraga	Gambolò	
Depuratore della Frazione di Remondò di Gambolò	26	Cavo Magnaghi	Gambolò	
Depuratore di Gropello Cairolì	27	Cavo Gipponi Roggia Carminala TICINO	Gropello Cairolì	
Non possiede depuratore			Linarolo	
Depuratore di Mezzanino Po	28	Scolmatore Fogo PO	Mezzanino Po	
Depuratore di Pavia	29	TICINO	Pavia	

IMPIANTO	CODICE	CORPO RECETTORE	COMUNI SERVITI	
			CONSORZIATI AL PARCO TICINO LOMBARDO	NON CONSORZIATI AL PARCO TICINO LOMBARDO
Depuratore della Frazione Rotta di Travacò Sicc.	30	Sorgente Rotta Torrente Gravellone TICINO	San Martino Sicc.	
Depuratore di Travacò Sicc.	31	Canale irriguo	Travacò Sicc.	
Depuratore della Frazione Chiavica di Travacò Sicc.	32	Torrente Gravellone TICINO	Travacò Sicc.	
Depuratore della Frazione Colonne di Travacò Sicc.	33	Fossi irrigui	Travacò Sicc.	
Depuratore della Frazione Boschi di Travacò Sicc.	34	Fossi irrigui	Travacò Sicc.	
Depuratore della Frazione Battella di Travacò Sicc.	35	Torrente Gravellone TICINO	Travacò Sicc.	
Depuratore della Frazione Valbona di Travacò Sicc.	36	Fossi irrigui	Travacò Sicc.	
Depuratore della Frazione Scotti di Travacò Sicc.	37	Fossi irrigui	Travacò Sicc.	
Depuratore di Torre d'Isola	38	TICINO	Torre d'Isola	
Depuratore della Frazione Casotole di Torre d'Isola	39	Roggia Vecchia TICINO	Torre d'Isola	
Depuratore della Frazione Carpana di Torre d'Isola	40	Roggia Vecchia TICINO	Torre d'Isola	
Depuratore della Frazione San Varese di Torre d'Isola	41	Fosso irriguo TICINO	Torre d'Isola	
Depuratore della Frazione Cà de Vecchi di Torre d'Isola	42	Canale irriguo Roggia Vecchia TICINO	Torre d'Isola	
Depuratore della Frazione Villaggio dei Pioppi di Torre d'Isola	43	Roggia Bergonzola TICINO	Torre d'Isola	
Depuratore della Frazione Villaggio Campagna di Torre d'Isola	44	Roggia Bergonzola TICINO	Torre d'Isola	

IMPIANTO	CODICE	CORPO RECETTORE	COMUNI SERVITI	
			CONSORZIATI AL PARCO TICINO LOMBARDO	NON CONSORZIATI AL PARCO TICINO LOMBARDO
Depuratore della Frazione Massaua di Torre d'Isola	45	TICINO	Torre d'Isola	
Depuratore della Frazione Pesca Sportiva di Torre d'Isola	46	Fosso Lanca TICINO	Torre d'Isola	
Non possiede depuratore			Valle Salimbene	
Depuratore di Vigevano	47	TICINO	Vigevano	
Depuratore di Villanova d'Ardenghi	48	Roggia Castellana TICINO	Villanova d'Ardenghi	
Depuratore di Zerbolò	49	Roggia Martina	Zerbolò	
Depuratore della Frazione Parasacco di Zerbolò	50	Canal Venara Fosso Mangialoca TICINO	Zerbolò	
Depuratore di Cerano	51	Roggia Cerana Ramo dei Prati TICINO		Cameri Galliate Romentino Trecate Cerano
Depuratore di Bellinzago Novarese	52	TICINO		Mezzomerico Bellinzago Novarese Oleggio Marano Ticino
Depuratore di Dormelletto	53	Lago Maggiore (tratto terminale)		Dormelletto
Depuratore di Castelletto Ticino	54	TICINO		Castelletto Ticino
Depuratore di Pombia	55	Rio Riale TICINO		Pombia
Depuratore della Frazione San Giorgio di Pombia	56	Rio Riale TICINO		Pombia
Depuratore di Borgo Ticino	57	TICINO		Borgo Ticino
Depuratore di Varallo Pombia	58	Rio Linosa TICINO		Varallo Pombia

I sistemi depurativi censiti possono essere classificati in base al livello di trattamento dei reflui (Tab. 5), che è dato dal numero di sezioni di trattamento presenti. La massima efficienza depurativa è riscontrabile, in quei sistemi depurativi che possiedono tutti i diversi tipi di trattamento. Solo pochissimi depuratori, oggetto del censimento, presentano tutti i livelli di trattamento, poiché la maggior parte utilizza solo la sezione di trattamento biologico per la gestione degli scarichi, con conseguenti possibili problemi di inefficienza.

Di seguito è riportata la tabella (Tab. 4) che riassume, in forma schematica, il risultato del rilevamento dei livelli di trattamento presenti in ogni depuratore analizzato.

Per la lettura di questa tabella di seguito è riportata la LEGENDA:

Pre-trattamenti		Trattamenti Primari e Secondari		Trattamenti Terziari		Trattamento fanghi	
Simbolo	Trattamento	Simbolo	Trattamento	Simbolo	Trattamento	Simbolo	Trattamento
1.	Sollevamento	a.	Sistemi a biomassa adesa	*	Sezione Nitro – Denitrificazione	I.	Ispessimento
2.	Grigliatura	b.	Sistemi a biomassa sospesa	#	Defosfatazione	II	Digestione Aerobica
3.	Dissabbiatura	c.	Decantazione	§	Disinfezione	III.	Digestione Anaerobica
4.	Disoleatura	d.	Sedimentazione Primaria	ç	Fitodepurazione	IV.	Filtropressa o Nastropresse
						V.	Letti di Essiccazione
						VI.	Gasometro
						VII.	Gestiti da altre strutture
						VIII.	Abbattimento odori

Tab. 4: Elenco dei trattamenti rilevati nei depuratori censiti

DEPURATORE	CODICE	PRE TRATTAMENTI	TRATTAMENTI PRIMARI	TRATTAMENTI SECONDARI	TRATTAMENTI TERZIARI	FANGHI
Sesto Calende	1	2 / 3 / 4	no	b	no	I / II / VI
Fraz. Sant'Anna (Sesto Calende)	2					
Fraz. Lisanza (Sesto Calende)	3					
Loc. Presualdo (Golasecca)	4	2 / 3	no	b / d	no	I / V
Loc. Bizzarra (Golasecca)	5	2 / 3	no	b / d / e	no	V
Lonate Pozzolo	6	2 / 3 / 4	sì	b / d	* / §	I / III / IV / VI
Somma Lombardo	7	2 / 3 / 4	sì	b / d	*	I / II / IV

DEPURATORE	CODICE	PRE TRATTAMENTI	TRATTAMENTI PRIMARI	TRATTAMENTI SECONDARI	TRATTAMENTI TERZIARI	FANGHI
Fraz. Coarezza (Somma Lombardo)	8	2 / 3 / 4	si	b / d	* / §	I
Vergiate	9	2 / 3	si	a / d	no	III / IV
Fraz. Sesona (Vergiate)	10	2 / 3	no	b / d	no	VII
Mornago	11	2 / 3	no	b / d	no	I / v
Abbiategrasso	12	2 / 3 / 4	si	b / d	no	I / III / IV / VI
Robecco sul Naviglio	13	2 / 3 / 4	si	b / d	* / §	I / III / IV / VI
Besate	14	2 / 3 / 4	no	b / d	§	IV
Motta Visconti	15	2 / 3 / 4	no	b / d	no	I / II / IV
Nosate	16	1 / 2	no	b / d	ç	I / V
Ozzero	17	2 / 3 / 4	no	b / d	no	I / IV
Turbigo	18	1 / 2	si	b / d	* / §	I / IV / VIII
Bereguardo	19					
Garlasco	20	1 / 2 / 3	sii	b / d	no	I / III / IV / V / VI
Carbonara Ticino	21	1 / 2 /	no	b / d	no	I / V
Cassolnovo	22	2 / 3 / 4	no	b / d	no	I / V
Gambolò	23	2 / 3 / 4	no	b / d	no	I
Fraz. Belcreda (Gambolò)	24	1 / 2	no	b / d	no	VII
Fraz. Garbana (Gambolò)	25	1 / 2	no	b / d	no	VII
Fraz. Remondò (Gambolò)	26	1 / 2	no	b / d	no	VII
Groppello Cairoli	27	2 / 3 / 4	no	b / d	no	I / II / V
Mezzanino Po	28	2 / 3 / 4	no	b / d	no	I / V
Pavia	29	1 / 2 / 3	si	b / d	# / §	I / III / IV / VI
Fraz. Rotta (San Martino Sicc.)	30	2 / 3 / 4	no	b / d	no	VII
Travacò Sicc.	31	2 / 3	no	b / d	no	VII
Fraz. Chiavica (Travacò Sicc.)	32	1 / 2	si	b / d	no	VII
Fraz. Colonne (Travacò Sicc.)	33	1 / 2	si	b / d	no	VII
Fraz. Boschi (Travacò Sicc.)	34	1 / 2	no	b / d	no	VII
Fraz. Battella (Travacò Sicc.)	35	1 / 2	si	b / d	no	VII
Fraz. Valbona (Travacò Sicc.)	36	1 / 2	si	b / d	no	VII
Fraz. Scotti (Travacò Sicc.)	37	1 / 2	si	b / d	no	VII
Torre d'Isola	38		no	b / d	no	VII
Fraz. Casottole (Torre d'Isola)	39		no	b / d	no	VII
Fraz. Carpana (Torre d'Isola)	40	1	no	b / d	no	VII
Fraz. San Varese (Torre d'Isola)	41		no	b / d	no	VII
Fraz. Cà de Vecchi (Torre d'Isola)	42	1	no	b / d	no	VII
Loc. Villaggio dei Pioppi (Torre d'Isola)	43	1	no	b / d	no	VII
Loc. Villaggio Campagna (Torre d'Isola)	44	1	no	b / d	no	VII
Fraz. Massaua (Torre d'Isola)	45		no	b / d	no	VII
Loc. Pesca Sportiva (Torre d'Isola)	46		no	b / d	no	VII
Vigevano	47	2 / 3 / 4	si	b / d	*	I / II / IV / V
Villanova d'Ardenghi	48	1 / 2 / 3	no	b / d	no	I / V
Zerbolò	49	1 / 2 / 3	no	b / d	no	II / V
Fraz. Parasacco (Zerbolò)	50	1	si	b / d	no	VII

DEPURATORE	CODICE	PRE	TRATTAMENTI	TRATTAMENTI	TRATTAMENTI	FANGHI
		TRATTAMENTI	PRIMARI	SECONDARI	TERZIARI	
Cerano	51	1 / 2 / 3 / 4	si	a / d	§ / ç	III / IV / V / VI
Bellinzago Novarese	52	2 / 3 / 4	si	a / d	no	I / III / IV / V / VI
Dormelletto	53	2 / 3 / 4	si	b / d	§ / * / #	I / III / IV / VI / VIII
Castelletto Ticino	54	2 / 3	no	b / d	no	II / V
Pombia	55	2	no	b / d	no	VII
Fraz. San Giorgio (Pombia)	56	2 / 3	no	a / d	no	VII
Borgo Ticino	57	2 / 3	no	b / d	§	VII
Varallo Pombia	58					

Solo 9, sulla totalità dei depuratori censiti, presenta la totalità dei livelli di trattamento, mentre i restanti depuratori presentano solo alcune delle sezioni di trattamento.

Dall'analisi dei dati riportati nella tabella precedente è stato dato un giudizio di efficienza e funzionalità dell'impianto, tenendo altresì conto della sua potenzialità.

Tale giudizio di efficienza degli impianti censiti è stata valutata in modo puramente qualitativo utilizzando una scala di giudizio che prende in considerazione diversi parametri: il numero di sezioni di trattamento e il loro stato di funzionalità ed efficienza, la qualità visivo-olfattiva del refluo chiarificato e la presenza di problemi riguardanti il non totale trattamento del refluo collettato, i fenomeni meteorici o bulcking, etc... Ad ognuna di queste voci è stato dato un valore numerico ponderato rispetto alla gravità della mancanza. Il risultato finale, ottenuto tramite una somma matematica, determina il giudizio di efficienza dall'impianto. Come termine di paragone è stato considerato un impianto con massima efficienza perché dotato di ogni livello di trattamento ben funzionante e privo di particolari problemi.

È stato utilizzato un sistema di punteggio, messo a punto ad hoc per il presente censimento, in modo tale da ottenere un giudizio qualitativo il più possibile oggettivo, poiché basato sull'assenza o presenza, funzionalità o meno delle varie sezioni di trattamento.

Tabella di assegnazione del giudizio di efficienza:

GIUDIZIO DI EFFICIENZA	PUNTEGGIO
ALTA	≤ 4
MEDIO-ALTA	5 - 8
MEDIA	9 - 12
MEDIA-BASSA	13 - 16
BASSA	≥ 17

Tabella descrittiva del metodo utilizzato:

PARAMETRI	DESCRIZIONE	SITUAZIONE	PUNTEGGIO
pre-trattamenti	grigliatura	tutto presente	0
	dissabbiatura	manca una sezione	1
	disoleatura	mancano due sezioni	2
		tutto assente	3
trattamenti primari	sedimentaz. primaria	presente	0
		assente	2
trattamenti terziari	nitro-denitrificazione e/o defosfatazione	tutto presente	0
	disinfezione e/o fitodepurazione	manca una sezione	1
		manca tutto	2
trattamenti mal funzionanti	numero	0	0
		1	1
		2	3
		3	5
qualità visivo-olfattiva del refluo chiarificato	odore	inodore e incolore	0
		inodore e colore	1
		odore e incolore	1
		odore e colore	3
problemi	per fenomeni meteorici	no	0
	bulking, etc...	si	5
	gestione incompleta del refluo collettato		

Di seguito è riportata la tabella riassuntiva riguardante la classe di efficienza dei depuratori censiti:

DEPURATORE	CODICE	POTENZIALITA' (A.E.)	EFFICIENZA
Sesto Calende	1	12.000	media
Fraz. Sant'Anna	2	220	bassa
Fraz. Lisanza	3	220	dismesso
Loc. Presualdo	4	3.500	media
Loc. Bizzarra	5	1.500	media
Lonate Pozzolo	6	420.000	media

DEPURATORE	CODICE	POTENZIALITA' (A.E.)	EFFICIENZA
Somma Lombardo	7	25.000	media
Fraz. Coarezza	8	700	media
Vergiate	9	5.000	medio - bassa
Fraz. Sesona	10	2.000	media
Mornago	11	4.200	media
Abbiategrasso	12	40.000	medio - bassa
Robecco sul Naviglio	13	330.000	media
Besate	14	7.500	media
Motta Visconti	15	5.000	bassa
Nosate	16	1.000	alta
Ozzero	17	3.000	media
Turbigo	18	75.000	media
Beregardo	19	1.650	appena attivato
Garlasco	20	35.000	non funzionante
Carbonara Ticino	21	2.000	medio - bassa
Cassolnovo	22	6.000	medio - bassa
Gambolò	23	6.000	medio
Fraz. Belcreda	24	270	medio
Fraz. Garbana	25	700	medio
Fraz. Remondò	26	780	medio - bassa
Groppello Cairoli	27	4.500	bassa
Mezzanino Po	28	-	medio - bassa
Pavia	29	160.000	medio - alta
San Martino Sicc.	30	5.800	medio - bassa
Travacò Sicc.	31	1.500	medio - bassa
Fraz. Chiavica	32	250	bassa
Fraz. Colonne	33	180	non funzionante
Fraz. Boschi	34	150	bassa
Fraz. Battella	35	200	bassa
Fraz. Valbona	36	100	bassa
Fraz. Scotti	37	80	non funzionante
Torre d'Isola	38	100	bassa
Fraz. Casottole	39	300	bassa
Fraz. Carpana	40	100	bassa
Fraz. San Varese	41	500	bassa
Fraz. Cà de Vecchi	42	100	bassa
Loc. Villaggio dei Pioppi	43	100	bassa
Loc. Villaggio Campagna	44	200	bassa

DÉPURATORE	CODICE	POTENZIALITA' (A.E.)	EFFICIENZA
Fraz. Massaua	45	150	non funzionante
Loc. Pesca Sportiva	46	100	bassa
Vigevano	47	60.000	medio - alta
Villanova d'Ardenghi	48	1.900	medio - bassa
Zerbolò	49	700	medio - bassa
Fraz. Parasacco	50	300	medio - bassa
Cerano	51	120.000	media
Bellinzago Novarese	52	31.000	bassa
Dormelletto	53	45.000	media
Castelletto Ticino	54	-	media
Pombia	55	-	bassa
Fraz. San Giorgio	56	-	bassa
Borgo Ticino	57	-	bassa
Varallo Pombia	58	-	-

CONCLUSIONI

Nel corso dell'anno duemila sono stati censiti 58 impianti di depurazione di cui 56 afferenti direttamente o indirettamente al Ticino sublacuale ed i restanti due afferenti al fiume Po.

Il lavoro è stato svolto presso le quattro province di Varese, Milano, Pavia e Novara ed i numerosi Comuni consorziati o meno nei Parchi lombardo e piemontese del Ticino e ha comportato un dettagliato censimento di tutti gli impianti pubblici di depurazione, con il rilevamento di tutte le fasi di depurazione utilizzate dai diversi impianti, della qualità delle acque chiarificate in uscita dall'impianto e dei fanghi prodotti, della possibile presenza di affinamenti naturali (autodepurazione, fitodepurazione, etc...), secondo una "scheda-censimento" che è già stata dettagliatamente descritta.

Tutti i dati raccolti sono stati ordinati in un data base facilmente aggiornabile (in formato Excel) ed inoltre si è provveduto alla georeferenziazione dell'ubicazione di tutti gli impianti di depurazione, dei punti di scarico ed dei percorsi seguiti dalle acque chiarificate una volta uscite dall'impianto sino al punto di immissione nel Ticino o in un suo afferente.

Non si è riusciti a rilevare tutti i dati richiesti dalla scheda-censimento e ciò a causa di diversi tipi di problemi: mancanza dei dati alla fonte, poca tempestività da parte del Comune proprietario o dell'Ente gestore a fare pervenire i dati mancanti al momento della visita. Essendo, inoltre, state intervistate differenti fonti, in più di un'occasione i dati rilevati si sono dimostrati non uguali ed in certe occasioni neppure simili.

Seppure il lavoro di censimento non risulti completo in ogni sua parte, offre la possibilità di poter estrapolare più di una considerazione.

Partendo dal giudizio finale che è stato attribuito a tutti i depuratori secondo il metodo di valutazione qualitativo descritto, si può riassumere la seguente situazione:

- Quattro comuni del Parco Ticino lombardo, ancora oggi, non sono dotati di impianti di depurazione (Vizzola Ticino, Morimondo, Linarolo Po e Valle Salimbene), sebbene per due di loro (Linarolo Po e Valle Salimbene) è in corso la loro realizzazione.
- Quattro depuratori (Garlasco, Travacò Sicc. Frazione Colonne e Frazione Scotti e Torre d'Isola Frazione Massaua) non sono in grado di funzionare.
- Un depuratore (Frazione Lisanza di Sesto Calende) è stato dismesso.
- Diciannove impianti, la maggior parte dei depuratori censiti, hanno ottenuto un giudizio di efficienza basso;

- Undici impianti sono stati giudicati di classe di efficienza medio – bassa;
- Diciassette sono caratterizzati da un giudizio di efficienza medio;
- Due (Vigevano e Pavia) si sono dimostrati di efficienza medio – alta;
- Un solo depuratore, quello del Comune di Nosate, presenta un alto giudizio di efficienza;
- Due non sono stati classificati perché i dati ricavati non sono stati sufficienti per il calcolo della classe di efficienza (Beregardo e Varallo Pombia).

Di seguito è riportato il grafico che riassume l'intero quadro della valutazione qualitativa data ai singoli depuratori in base al giudizio di efficienza (fig. 9):

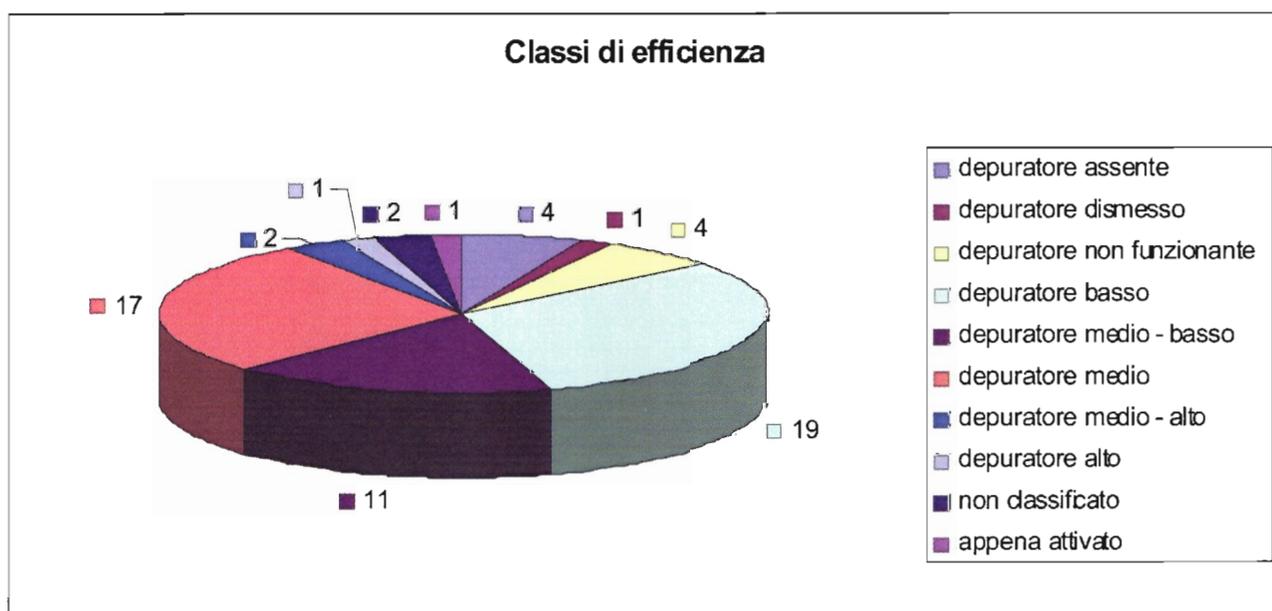


Fig. 9: Classificazione dei 58 impianti censiti

Il quadro complessivo della depurazione delle acque afferenti al sistema idrico del Ticino sublacuale appare dunque critico, anche se occorre relazionare il dato di efficienza con la potenzialità dei depuratori stessi. Quest'ulteriore passaggio è indispensabile per mettere in evidenza le vere situazioni critiche date dagli scarichi fortemente impattanti dei grossi depuratori, che gestiscono grandi quantità di acque reflue. Le situazioni di non completa efficienza dei piccoli impianti, che incidono in maniera sensibilmente minore sul sistema ecologico del fiume, sono messe in evidenza ma vanno a costituire un problema minore e meno urgente.

I depuratori sono quindi stati classificati in base alla loro potenzialità di trattamento, calcolata in Abitanti Equivalenti, secondo le seguenti classi di grandezza:

- PICCOLO, con potenzialità inferiore ai 2.000 A.E;
- MEDIO, con potenzialità compresa tra 2.000 e 25.000 A.E.;
- GRANDE, con potenzialità maggiore ai 25.000 A.E.

Secondo questa classificazione la maggior parte dei depuratori censiti è risultata essere di piccole dimensioni (34), mentre 13 sono di medie dimensioni e solo 11 sono di grosse o medio – grosse dimensioni (Fig. 10).

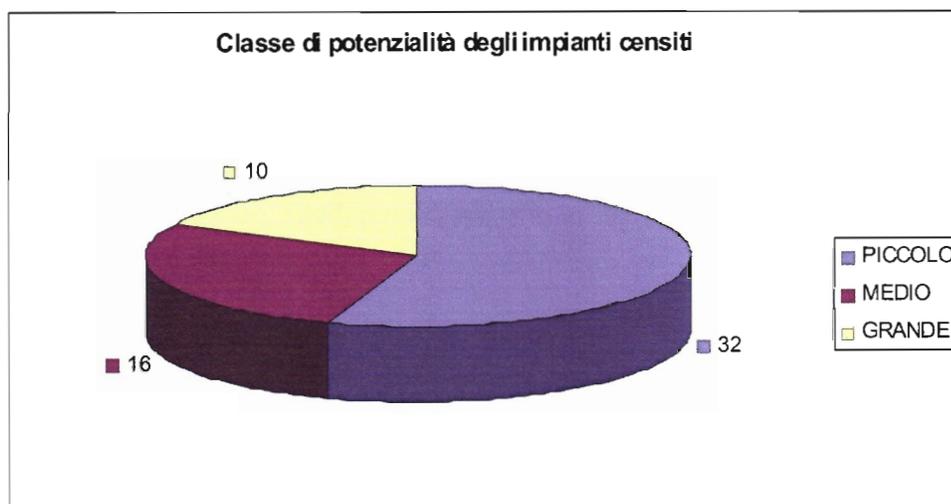


Fig. 10: Classificazione degli impianti censiti rispetto alla loro classe di potenzialità

I depuratori che trattano i carichi maggiori sono quindi 11:

DEPURATORE	CODICE	POTENZIALITA'	EFFICIENZA
Lonate Pozzolo	6	420.000 A.E.	media
Somma Lombardo	7	25.000 A.E.	media
Abbiategrosso	12	40.000 A.E.	medio-bassa
Robecco S/N	13	330.000 A.E.	media
Turbigo	18	75.000 A.E.	media
Garlasco	20	35.000 A.E.	non funzionante
Pavia	29	160.000 A.E.	medio-alta
Vigevano	47	60.000 A.E.	medio-alta
Cerano	51	120.000 A.E.	media
Bellinzago Novarese	52	31.000 A.E.	bassa
Dormelletto	53	45.000 A.E.	media

La situazione più problematica è data dal depuratore di Garlasco, che tra i depuratori di grandi dimensioni è l'unico non funzionante, determinando così un sicuro impatto negativo sulla qualità delle acque del corpo ricevente. Gli altri impianti di questa categoria presentano un giudizio di efficienza media o medio-alta, con le sole eccezioni di Abbiategrasso (medio-bassa) e Bellinzago Novarese (bassa). Questi ultimi impianti sono senz'altro, a causa della loro dimensione e del loro basso giudizio di efficienza, i più importanti sui quali intervenire per cercare di migliorare la qualità ambientale ed igienico-sanitaria complessiva del "sistema Ticino".

Per i grandi impianti (Sant'Antonino di Lonate Pozzolo, Cerano e Robecco S/N) studi, progetti ed addirittura interventi concreti (disinfezione con UV e fitodepurazione) sono già in corso di esecuzione e ciò a dimostrare che interventi, programmi e progetti di ampliamento e miglioramento degli impianti esistenti, sono stati messi in atto soprattutto da parte dei Comuni con grossi o medio - grossi impianti o da parte di Enti gestori molto efficienti.

Per quanto concerne i 13 depuratori di medie dimensioni di seguito elencati:

DEPURATORE	CODICE	POTENZIALITA' A.E.	EFFICIENZA
Sesto Calende	1	12.000	media
Loc. Presualdo	4	3.500	media
Vergiate	9	5.000	medio - bassa
Mornago	11	4.200	media
Besate	14	7.500	media
Motta Visconti	15	5.000	bassa
Ozzero	17	3.000	media
Cassolnovo	22	6.000	medio - bassa
Gambolò	23	6.000	medio
Groppello Cairoli	27	4.500	bassa
San Martino Sicc.	30	5.800	medio - bassa
Castelletto Ticino	54	-	media
Varallo Pombia	58	-	-

come si può notare sono quasi tutti di media o media-bassa efficienza e sarebbe opportuno intervenire per migliorare la qualità del trattamento di questi sistemi. L'obiettivo di raggiungere una classe di efficienza maggiore, infatti, ridurrebbe notevolmente l'impatto complessivo sulle acque del Ticino dato da un così alto numero di depuratori di medie dimensioni. In pratica significa impegnarsi a predisporre maggiori investimenti sia sul fronte della scelta degli enti gestori sia sul fronte della manutenzione e del miglioramento degli impianti stessi.

La maggioranza degli impianti censiti (34) sono di piccole dimensioni:

DEPURATORE	CODICE	POTENZIALITA' A.E.	EFFICIENZA
Fraz. Sant'Anna	2	220	bassa
Fraz. Lisanza	3	220	dismesso
Loc. Bizzarra	5	1.500	media
Fraz. Coarezza	8	700	media
Fraz. Sesona	10	2.000	media
Nosate	16	1.000	alta
Bereguardo	19	1.650	appena attivato
Carbonara Ticino	21	2.000	medio - bassa
Fraz. Belcreda	24	270	medio
Fraz. Garbana	25	700	medio
Fraz. Remondò	26	780	medio - bassa
Mezzanino Po	28	-	medio - bassa
Travacò Sicc.	31	1.500	medio - bassa
Fraz. Chiavica	32	250	bassa
Fraz. Colonne	33	180	non funzionante
Fraz. Boschi	34	150	bassa
Fraz. Battella	35	200	bassa
Fraz. Valbona	36	100	bassa
Fraz. Scotti	37	80	non funzionante
Torre d'Isola	38	100	bassa
Fraz. Casottole	39	300	bassa
Fraz. Carpana	40	100	bassa
Fraz. San Varese	41	500	bassa
Fraz. Cà de Vecchi	42	100	bassa
Loc. Villaggio dei Pioppi	43	100	bassa
Loc. Villaggio Campagna	44	200	bassa
Fraz. Massaua	45	150	non funzionante
Loc. Pesca Sportiva	46	100	bassa
Villanova d'Ardenghi	48	1.900	medio - bassa
Zerbolò	49	700	medio - bassa
Fraz. Parasacco	50	300	medio - bassa
Pombia	55	-	bassa
Fraz. San Giorgio	56	-	bassa
Borgo Ticino	57	-	bassa

La situazione dei piccoli impianti è molto critica perché questi sistemi, presenti soprattutto nella provincia di Pavia constano, nella maggior parte dei casi, di vasche Hymoff generalmente di bassa efficienza. Si nota, inoltre, la presenza di tre depuratori addirittura non funzionanti. Di contro, tra i depuratori di piccola potenzialità, è stato riscontrato l'unico impianto (tra i 58 censiti) giudicato ad alta efficienza. Nonostante questi depuratori siano singolarmente considerati una fonte trascurabile di inquinamento, nel loro complesso rappresentano un problema da non trascurare. Un grosso miglioramento della loro capacità depurativa potrebbe essere ottenuto con l'aggiunta al sistema esistente di una sezione di affinamento naturale (fitodepurazione).

Gli impianti di depurazione di tipo tradizionale censiti durante questo lavoro, non rappresentano sempre la soluzione ottimale per la risoluzione di tutti i problemi di depurazione.

Tali sistemi, infatti, non sono privi di difetti. In particolare, si riscontra una serie di limitazioni al loro utilizzo date dai seguenti tipi di problemi:

- produzione di fanghi di depurazione e di altri sottoprodotti: questi materiali costituiscono un prodotto riciclabile solo se dopo un adeguato trattamento possono essere utilizzati in qualità di concime o di materiale adatto al compostaggio. Molto spesso, però, devono venire trattati alla stregua dei rifiuti solidi comuni od addirittura speciali;
- elevato consumo d'energia;
- necessità di impiego di personale specializzato: in generale, l'efficienza di trattamento di un depuratore diminuisce in proporzione all'inadeguatezza del personale adibito alla manutenzione e conduzione dell'impianto;
- elevati costi di realizzazione e di esercizio: questi costi sono ammortizzabili solo se il depuratore serve un numero di utenti sufficientemente grande;
- bassa flessibilità: per un ottimale funzionamento del depuratore si richiedono flussi di reflui in entrata costanti, mentre fluttuazioni del carico inquinante ed idraulico possono incidere sulla qualità delle acque trattate.

Questi problemi risultano essere particolarmente limitanti proprio per le comunità medio-piccole (che costituiscono la realtà predominante nel territorio del Parco del Ticino), che sono spesso impossibilitate a dotarsi di sistemi di trattamento efficienti. Se questi depuratori sono stati già realizzati, molto spesso la gestione risulta economicamente gravosa e tale da determinare conduzioni inadeguate che portano ad un utilizzo inefficiente del sistema depurativo.

Per sopperire a questi problemi, tipici degli impianti tradizionali e ad alto contenuto tecnologico, negli ultimi decenni si sono cercate soluzioni alternative che presentassero anche requisiti d'economicità e di compatibilità ambientale (aspetto quest'ultimo molto importante per i Comuni appartenenti ad un territorio protetto com'è quello di un Parco). Sono così stati sviluppati sistemi di trattamento naturali tra i quali la fitodepurazione.

La fitodepurazione è una tecnologia estremamente economica, sia sotto il profilo del costo di costruzione che sotto il profilo gestionale: per le estreme semplificazioni gestionali un suo utilizzo può determinare un abbattimento dei costi di gestione di circa il 90% rispetto alle opzioni tecnologiche più diffuse e ciò rende maggiormente probabile il buon funzionamento continuo dell'impianto. Non si ha la produzione di fanghi od altri prodotti di difficile trattamento e non è richiesto necessariamente l'ausilio di personale specializzato. I costi di realizzazione dell'opera si presentano contenuti come quelli di manutenzione, che è quasi sempre limitata alle fasi di pre-trattamento e, in determinati tipi di sistemi fitodepurativi, alle operazioni periodiche di manutenzione della componente macrofitica. Numerose esperienze hanno inoltre dimostrato l'efficienza dei sistemi fitodepurativi, anche a fronte di considerevoli variazioni climatiche e del carico inquinante.

La fitodepurazione risulta, così, un valido sistema per risolvere il problema di depurazione dei reflui nelle situazioni dove risulta antieconomico l'uso di impianti tradizionali o dove bisogna migliorare le rese depurative degli impianti già esistenti ma obsoleti e/o mal funzionanti, dove il refluo finale non riesce a rientrare nei parametri legislativi. Nel primo caso risulta una valida soluzione impiantistica per il trattamento secondario, nel secondo caso può andare a costituire un trattamento terziario.

Nella recente normativa riguardante le disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento (Legge 152/99 e successive modificazioni) è fatto esplicito riferimento all'importante ruolo che la fitodepurazione può svolgere. In particolare, nell'Allegato 5 sono esplicitate le caratteristiche che devono avere gli impianti di trattamento: "...I trattamenti appropriati devono essere individuati con l'obiettivo di:

- Rendere semplice la manutenzione e la gestione;
- Essere in grado di sopportare adeguatamente forti variazioni orarie del carico idraulico e organico;
- Minimizzare i costi gestionali.

Questa tipologia di trattamento può equivalere ad un trattamento primario o ad un trattamento secondario a seconda della soluzione tecnica adottata e dei risultati depurativi raggiunti..."; ed ancora è citata proprio la fitodepurazione come uno di questi trattamenti

appropriati all'Allegato 5, paragrafo 3 (indicazioni generali): "...per tutti gli agglomerati con popolazione equivalente compresa tra 50 e 2000 A.E., si ritiene auspicabile il ricorso a tecnologie di depurazione naturale quali il lagunaggio o la fitodepurazione, o tecnologie come i filtri percolatori o impianti ad ossidazione totale. Peraltro tali trattamenti possono essere considerati adatti se opportunamente dimensionati, al fine del raggiungimento dei limiti della tabella 1, anche per tutti gli agglomerati in cui la popolazione equivalente fluttuante sia superiore al 30% della popolazione residente e laddove le caratteristiche territoriali e climatiche lo consentano. Tali trattamenti si prestano, per gli agglomerati di maggiori dimensioni con popolazione equivalente compresa tra 2000 e 25000 A.E., anche a soluzioni integrate con impianti a fanghi attivi o a biomassa adesa, a valle del trattamento, con funzione di affinamento".

In una realtà territoriale come quella analizzata nel presente studio, soprattutto della provincia di Pavia, andrebbe fortemente sostenuto ed incentivato l'utilizzo di sistemi naturali di depurazione. Durante l'effettuazione del presente lavoro sono state rilevate realtà abitative molto contenute che utilizzavano impianti obsoleti e mal gestiti. Questi impianti con bassa funzionalità potrebbero essere sostituiti, magari supportati da un sostegno tecnico del Parco, con sistemi fitodepurativi, che aumenterebbero l'efficienza di trattamento, si adatterebbero meglio ad un territorio come quello del Parco e richiederebbero un minor sforzo economico di gestione e manutenzione da parte dei singoli Comuni. Anche i depuratori censiti, che presentano una più alta funzionalità, ma deficitari di sistemi a valle dell'impianto deputati al finissaggio e disinfezione del refluo, potrebbero adottare tali sistemi fitodepurativi per migliorare qualitativamente lo scarico finale.

ALLEGATO: LA FITODEPURAZIONE

Sistemi di trattamento con macrofite galleggianti

Questi sistemi di fitodepurazione consistono in grandi bacini, o in larghe canalizzazioni a fondo impermeabile o impermeabilizzato, colonizzate da piante acquatiche galleggianti (Fig. 11). La caratteristica comune di questo tipo d'impianto, è quella di avere la presenza di un manto vegetale più o meno fitto che, schematicamente, può essere suddiviso in uno strato fotosintetico localizzato sopra la superficie acquatica ed in uno strato radicale immerso nell'acqua.

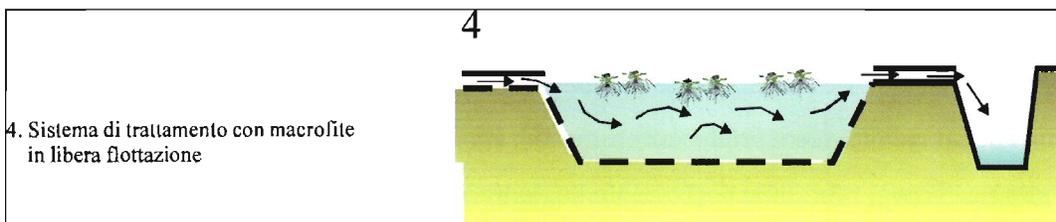


Fig. 11: Schema di un impianto a macrofite galleggianti (Brix, 1993)

Le macrofite acquatiche galleggianti comprendono specie con varie morfologie e che colonizzano habitat differenti. Alcune specie presentano individui di grandi dimensioni con foglie galleggianti aeree disposte a rosetta e con un apparato radicale sommerso ben sviluppato (*Eichhornia crassipes* o Giacinto d'acqua), altre presentano individui con una piccola superficie aerea galleggiante ed un apparato radicale scarso o assente (*Lemnacee* o Lenticchie d'acqua), (Brix, 1993). Attualmente le due piante più utilizzate sono proprio il Giacinto d'acqua ed i vari generi di Lenticchia d'acqua (*Lemna*, *Spirodela*, *Wolffiella*).

Sistemi di trattamento con macrofite sommerse

I sistemi fitodepurativi che utilizzano macrofite acquatiche sommerse (Fig. 12), si basano sull'uso di piante ancorate al fondo con i tessuti fotosintetici completamente ricoperti dall'acqua e senza imponenti strutture di sostegno.

I sistemi di questo tipo sono abbastanza simili, strutturalmente, a quelli a flusso superficiale con piante emergenti. L'acqua è distribuita mediante un tubo in testa all'impianto ed è fatta fluire longitudinalmente in vasche contenenti un adeguato substrato di crescita, che permette lo sviluppo delle piante.

L'uso delle macrofite sommerse per il trattamento degli scarichi, è ancora ad un livello sperimentale. Le specie studiate, che hanno fornito risultati promettenti sono: *Egeria densa*, *Elodea canadensis*, *Elodea nuttallii*, *Caratophyllum demersum*, *Hydrilla verticillata*.

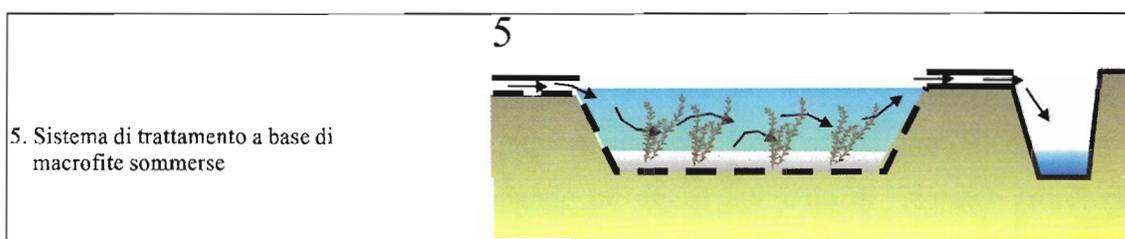


Fig. 12: Schema di un impianto a macrofite sommerse (Brix, 1993)

Sistemi di trattamento con macrofite emergenti

Il meccanismo di base dei sistemi, che utilizzano piante acquatiche radicate emergenti, prevede un flusso d'acqua, controllato, attraverso un opportuno substrato di crescita, nel quale sono radicate le macrofite emergenti.

Le macrofite emergenti radicate più comunemente utilizzate nelle “Constructed Wetlands” di questo tipo sono: *Phragmites australis* o *communis* (cannuccia di palude), *Typha latifolia* o *angustifolia* (mazza sorda), *Scirpus lacustris* (giunco di palude), *Juncus spp.*, *Iris pseudacorus* (giglio giallo).

Queste specie colonizzano sia suoli saturi, in cui il livello dell'acqua si trova al di sotto dei 50 cm dalla superficie, sia bacini caratterizzati da acque mediamente basse ed a lento flusso. In quest'ambiente si sviluppa una popolazione di batteri sulle parti sommerse della pianta, andando a formare un biofilm fondamentale per l'abbattimento del carico organico.

I sistemi che si avvalgono di macrofite emergenti possono essere progettati secondo due differenti tipologie impiantistiche:

- Flusso superficiale
- Flusso subsuperficiale.

Sistemi a Flusso Superficiale (FWS - Free Water Surface)

Questi sistemi sono impiegati da oltre 30 anni in Europa e rimangono tra i più utilizzati anche negli Stati Uniti, soprattutto in merito alla loro facilità di costruzione. I “Free Water Surface” comprendono tutti quei sistemi in cui il refluo da trattare scorre superficialmente, come ad esempio nel lagunaggio (Fig. 13).

La progettazione di questo tipo di “Constructed Wetlands” prevede la realizzazione di bacini idrici e/o canalizzazioni aventi il più lungo percorso possibile, in relazione alla geometria dell'area a disposizione. Per prevenire pericolosi fenomeni d'inquinamento delle falde

sotterranee, il terreno, oggetto di sistemazione, deve essere molto argilloso. In caso contrario si deve intervenire con impermeabilizzazioni artificiali, ad esempio mediante materiali geotecnici, in grado di minimizzare le infiltrazioni.

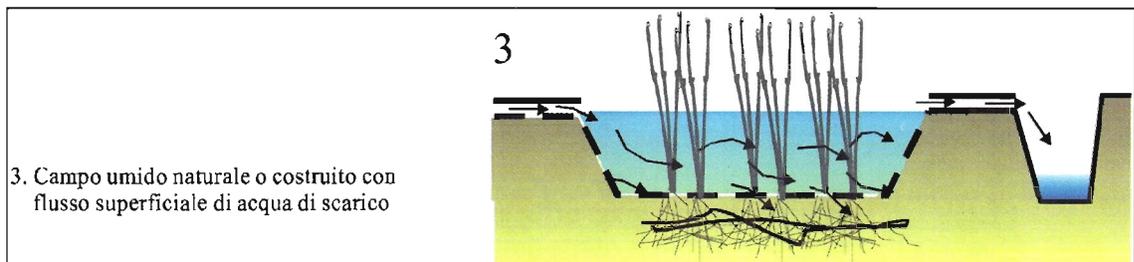


Fig. 13: Schema di un impianto a flusso superficiale di acque di scarico (Brix, 1993)

Sistemi a Flusso Sub-Superficiale (SFS -Sub Surface Flow)

I sistemi a flusso sub-superficiale con macrofite emergenti sono costituiti da vasche o canali, impermeabilizzati con materiale naturale od artificiale, al fine di evitare indesiderabili fenomeni di percolazione e quindi inquinamento del sottosuolo. Le vasche (o canali) sono riempite con un substrato di crescita della vegetazione formato da sabbie o materiale inerte a diversa granulometria. In genere si prediligono mezzi molto porosi, come la ghiaia, per favorire il flusso del liquame ed impedire l'intasamento. Il substrato, quindi, agisce come supporto per le radici delle piante e per il biofilm batterico ma anche come mezzo condizionante del flusso idrico, consentendo di evitare i corto circuiti del sistema. Il mezzo inerte funge inoltre da filtro meccanico-biologico nei confronti dei solidi sospesi. La gestione del sistema si basa sul mantenimento di una buona conducibilità idraulica del letto, in modo da evitare che la distribuzione del refluo sia poco omogenea oppure che si creino cammini preferenziali.

La caratteristica principale di questi sistemi consiste nel fatto che il livello idrico, nelle vasche o nei canali, non raggiunge mai la superficie del mezzo di riempimento (in genere l'acqua scorre a 5–10 cm dalla superficie di contatto suolo - atmosfera). Ciò determina una serie di vantaggi rispetto agli altri sistemi, in quanto si ottiene un impatto ambientale ed igienico-sanitario nullo, poiché non si ha scorrimento in superficie del liquame e di conseguenza si eliminano i problemi legati alla presenza di odori e allo sviluppo di insetti indesiderati. L'efficienza depurativa si mantiene pressoché costante nell'arco dell'anno, in quanto i processi depurativi avvengono soprattutto a livello dell'apparato radicale che, essendo sommerso, non risente moltissimo delle variazioni climatiche esterne; inoltre l'accumulo di lettiera in superficie contribuisce a creare un buon isolamento termico (il sistema sarà preservato dal pericolo di congelamento del refluo). Rispetto ai sistemi a flusso superficiale si ha, inoltre, il vantaggio di

occupare una superficie inferiore per unità di refluo da depurare, in quanto la presenza del substrato, attraverso cui passa il refluo, aumenta la superficie utile ai fini.

Le macrofite generalmente utilizzate in questi sistemi sono: *Typha spp.*, *Phragmites spp.*, *Scirpus spp.* Queste specie crescono sviluppando un denso intreccio di rizomi e radici che, attraversando in senso verticale ed orizzontale il substrato di crescita, contribuiscono a determinare le caratteristiche idrauliche del letto, indispensabili per ottenere il flusso sub superficiale nel sistema. Queste piante, pur crescendo in natura su terreni limosi, sono in grado di svilupparsi e prosperare su un'ampia varietà di substrati, rendendo possibile la scelta del terreno più adatto, per mantenere inalterata nel tempo la conducibilità idraulica e la porosità del letto.

Questi sistemi sono anche chiamati “zone a radici” (Root Zone system) o “filtri di sabbia e canne” o ancora “Reed Bed System” (Vismara *et al.*, 1998).

I SFS presentano caratteristiche diverse a seconda che lo scarico da trattare scorra orizzontalmente o verticalmente tra il substrato di riempimento delle vasche.

Sistemi a Flusso Sub-Superficiale Orizzontale (H-SFS -Horizontal Sub-Surface Flow)

Il liquame fluisce orizzontalmente attraverso il substrato di riempimento, rimanendo costantemente al di sotto della superficie di separazione suolo-atmosfera (Fig. 14). Per facilitare il flusso in senso orizzontale è si utilizza una leggera pendenza del fondo del letto (circa 1%) ottenuta, in genere, con uno strato di sabbia sottostante il manto impermeabilizzante.

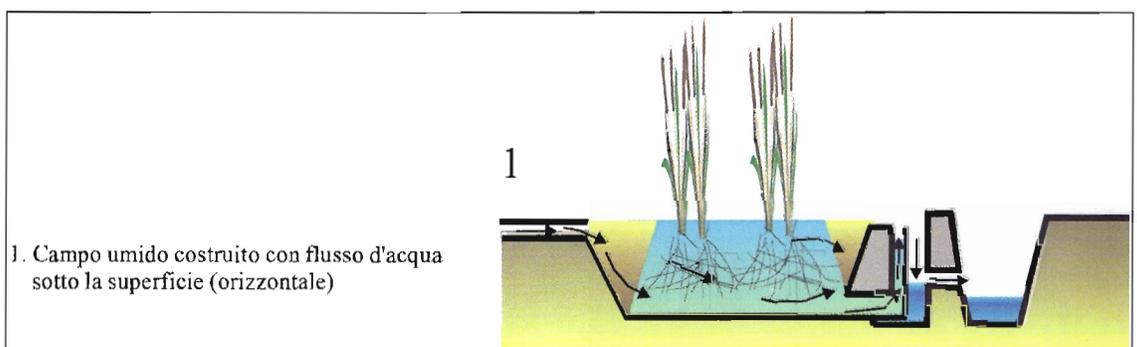


Fig. 14: Schema di un impianto a flusso sub-superficiale orizzontale (Brix, 1993)

Sistemi a Flusso Sub-Superficiale Verticale (V-SSFS -Vertical Sub Surface Flow System)

La seconda variante dello schema a flusso sub-superficiale è costituita dai sistemi a flusso verticale (V-SSFS) (Fig. 15) che sebbene siano noti da tempo, non hanno trovato ampia diffusione in Europa, poiché richiedono una maggiore attenzione nel dimensionamento delle

vasche e nella scelta del materiale di riempimento (Brix, 1994). Si differenziano dai sistemi a flusso orizzontale, per la diversa direzione di percolazione del liquame. L'effluente è depositato sulla superficie del letto e l'effetto depurante avviene attraverso un flusso verticale (Brix, 1993).

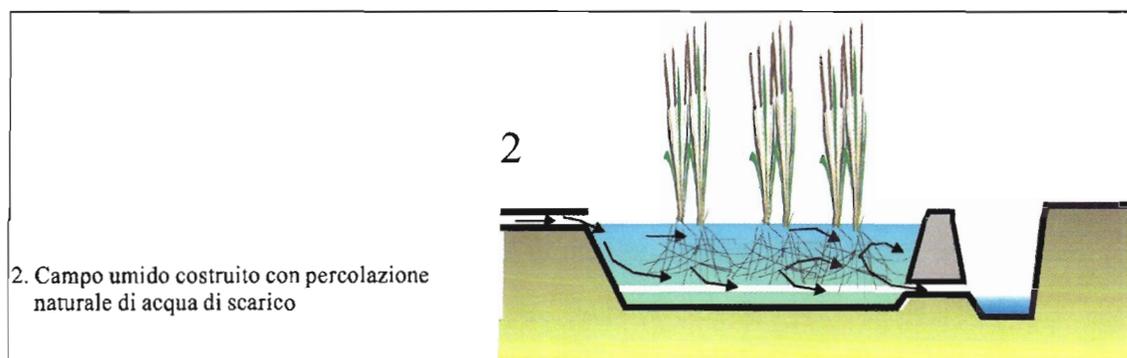


Fig. 15: Schema di un impianto a flusso sub-superficiale verticale (Brix, 1993)

Per garantire una distribuzione omogenea il refluo è applicato nella vasca in modo da ricoprirne completamente la superficie. L'acqua, poi, fluisce dalla superficie dell'impianto, attraverso un substrato di riempimento, verso il fondo dove è raccolta grazie ad un opportuno sistema di drenaggio (questo sistema, in genere, è costituito da ciottoli di diametro specifico).