



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

FACOLTÀ DI AGRARIA

Dipartimento di TeSAF

TESI DI LAUREA IN PAESAGGIO, PARCHI E GIARDINI

ANALISI DI FATTIBILITÀ DI UN IMPIANTO DI FITODEPURAZIONE

PER LA GESTIONE DEI REFLUI DI UN NUCLEO ABITATIVO RURALE

Relatore:

Dott.ssa Lucia Bortolini

Correlatore:

Prof. Maurizio Borin

Laureando:

Andrea Lorenzi

Matricola n. 553398

ANNO ACCADEMICO 2009-2010

Ad Anna e Sara

SOMMARIO

INTRODUZIONE	6
1. LA DEPURAZIONE	8
2. SOLUZIONI ALTERNATIVE	9
2.1 FITODEPURAZIONE ESTENSIVA	10
2.2 FITODEPURAZIONE DIFFUSA	10
2.3 FITODEPURAZIONE LOCALIZZATA	12
3. SISTEMI DI FITODEPURAZIONE LOCALIZZATA	13
3.1 SISTEMI DI FITODEPURAZIONE A FLUSSO ORIZZONTALE	13
3.2 SISTEMI DI FITODEPURAZIONE A FLUSSO VERTICALE	14
3.3 ELEMENTI DI UN IMPIANTO DI FITODEPURAZIONE	15
3.4 PIANTE PER LA FITODEPURAZIONE FSS	18
4. VALORI LIMITI DI EMISSIONE DEGLI SCARICHI URBANI	23
5. ESEMPI DI APPLICAZIONE DELLA FITODEPURAZIONE PER LA GESTIONE DEI REFLUI	25
5.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE	26
5.2 ANALISI DEL SITO	27
5.3 MODALITÀ ATTUALE DELLA GESTIONE DEI REFLUI	29
5.4 CLIMA	32
5.5 DETERMINAZIONE DELLA SUPERFICIE	38
6. IMPIANTO SUB-SUPERFICIALE A FLUSSO ORIZZONTALE	38
7. IMPIANTO SUB-SUPERFICIALE A FLUSSO VERTICALE	39
8. CONCLUSIONI	40
BIBLIOGRAFIA	42
SITOGRAFIA	42
<u>ALLEGATO 1</u>	
<u>ALLEGATO 2</u>	

INTRODUZIONE

L'acqua è una risorsa naturale di fondamentale importanza, rinnovabile ma limitata. La sua richiesta, in termini di fabbisogni, è aumentata negli ultimi decenni, causa la crescita della popolazione mondiale, lo sviluppo degli agglomerati urbani, delle realtà produttive, ma anche per aspetti culturali e sociali.

Una accurata gestione del servizio idrico nelle fasi di apporto, nel consumo e in fase di scarico, potrebbe permetterne la riduzione sul consumo globale. Per questo motivo la ricerca di soluzioni e di regole sono diventate necessarie e utili per la salvaguardia di questo bene fondamentale, tanto che nel 1968 il Consiglio d' Europa ha posto 12 regole formulando così la Carta Europea dell' acqua.

Il punto cinque , definisce quanto segue: "Quando l'acqua dopo essere stata utilizzata, è restituita all'ambiente naturale, deve essere in condizioni da non compromettere i possibili usi dell'ambiente, sia pubblici sia privati." (Consiglio d'Europa, 6 maggio 1968)

L' acqua può essere alterata da diverse fonti d'inquinamento, raggruppate in urbane, industriali, agricole, per azione di ruscellamento e da eventi piovosi.

Gli insediamenti urbani producono reflui, in quantità variabile nel corso dell'anno, in funzione alla popolazione e all'uso di acqua di lavaggio. La frazione solida è una mistura di saponi, particelle terrose, carta, urine, residui alimentari e feci.

Le acque reflue di origine industriale, invece, sono molto eterogenee, sia per composizione sia per concentrazione; essi possono essere biodegradabili, scarsamente o per nulla degradabili.

I reflui agricoli, sono principalmente biodegradabili, e i parametri che più meritano attenzione, sono N nitrico, fosfati, sostanze organiche, in zone a elevata concentrazione zootecnica e fitofarmaci.

Infine l'inquinamento dovuto a ruscellamento (run-off), e a piogge intense, si presenta come evento sporadico, quindi difficile nella previsione, della concentrazione dei volumi inquinanti e nel loro calcolo.

Per questa serie di motivi è necessario che le acque reflue vengano ridotte dalle sostanze inquinanti presenti, prima che esse siano scaricate in fognatura oppure nei corpi idrici. Tale processo, è chiamato depurazione ed è stato regolato dai Decreti legislativi 152/99, poi dal 258/00 e oggi dal 152/06. (Borin 2003,Cima R. 2007)

Questo elaborato pone come obiettivo di valutare un'applicazione ecotecnologica per la depurazione dei reflui urbani di un numero limitato di abitanti in una zona rurale. Dopo un breve cenno sulla depurazione tradizionale e sulle soluzioni alternative, si procederà all'analisi del sito preso in esame, con una possibile soluzione di fitodepurazione.

1. LA DEPURAZIONE

La depurazione è il sistema tecnologico che si realizza e si attiva per eliminare dai corpi liquidi e gassosi sostanze estranee o inquinanti. Si svolge un processo composto di una serie di azioni programmate di carattere meccanico, fisico e biologico.(<http://it.wikipedia.org/wiki/Depurazione>)

I processi di depurazione tradizionali sono solitamente distinti in quattro gruppi: pre-trattamenti, trattamenti primari, secondari e terziari.

Il pre-trattamento ha lo scopo di eliminare il materiale più grossolano o pericoloso, per le fasi successive dei cicli, in pratica, esso ha la funzione di predisporre il materiale nella situazione migliore per il funzionamento dei trattamenti successivi.

Il trattamento primario, opera attraverso metodi fisici, che sono: grigliatura, dissabbiatura, disoleatura, sedimentazione, flottazione ed essiccamento.

Il trattamento secondario, è identificato come livello minimo di trattamento svolto attraverso processi microbici, prima che il refluo sia scaricato. I mezzi usati, possono essere filtri percolatori, o processi a fanghi attivi o attivati.

Infine il trattamento terziario è costituito da metodi fisici, chimici differenti secondo il tipo inquinante da abbattere e da rimuovere. Negli impianti che operano questi trattamenti, i prodotti derivanti sono i fanghi di depurazione e le acque reflue. I primi subiscono dei trattamenti, per renderli facilmente trasportabili e lavorabili, mentre per i secondi, è generalmente scaricato in corpo idrico recettore, come un fiume o un lago; possono essere anche impiegati per scopi agricoli, come l'irrigazione o per alimentare infrastrutture civili, ricreative o processi industriali.(Borin 2003, Albuzio A. 2007)

2. SOLUZIONI ALTERNATIVE

La percezione scientifica di depurare le acque, attraverso strumenti naturali, era già presente nell'antichità; sono di esempio gli egizi che avevano appurato come le acque del Nilo prelevate a valle di aree insediate da vegetazione fossero più adatte per l'uso potabile. Le marcite lombarde, sono invece un esempio di come fosse possibile utilizzare le acque reflue urbane, per ottenere una migliore produzione foraggera e allo stesso tempo la loro depurazione.

La fitodepurazione, può essere considerata un'eco-tecnologia, ed è intesa come un insieme di processi di trattamento di acque inquinate, dove è utilizzato come filtro il sistema SUOLO-VEGETAZIONE.

Una classificazione può essere fatta in base al regime idrico; per questo motivo ci possono essere delle condizioni di sommersione, di saturazione o d'insaturazione della matrice con l'acqua. Il movimento dell'acqua può essere prevalentemente verticale o orizzontale. Nel primo caso l'acqua fluisce liberamente lungo il profilo del substrato, sotto lo stimolo della forza di gravità. Tipico esempio sono i letti di ghiaia vegetati a flusso verticale. Nel secondo caso dove, il movimento dell'acqua, è prevalentemente orizzontale, ci troviamo in ambienti, dove esiste una barriera impermeabile, naturale o artificiale, che impedisce la percolazione. Tipico esempio delle terre basse, delle zone di bonifica meccanica e dei sistemi vegetati, che riproducono tali peculiarità.

Un'altra distinzione è fatta in base alla scala di lavoro: per questo motivo si parla di fitodepurazione **estensiva**, in vaste superfici di territorio, continue o

meno, dove sono distribuiti reflui o acque con caratteristiche qualitative in parte alterate. **Diffusa**, invece è la fitodepurazione per siti di medie piccole dimensioni, ma distribuiti in modo sparso in una certa area. **Localizzata**, invece è un sistema, per impianti di piccole dimensioni collegati a fonti puntiformi d'inquinamento.

2.1 FITODEPURAZIONE ESTENSIVA

La fitodepurazione estensiva, si basa su un sistema di depurazione naturale, di cui sono in possesso i terreni, dove è già insediata la vegetazione, i quali agiscono come filtro. Il carico inquinante è diminuito, grazie all'interazione suolo-vegetazione. Tali processi possono avvenire in condizioni di suolo insaturo, saturo o sommerso. Questa tecnica, trova ampio utilizzo, nel territorio agrario, ricevendo acqua inquinata, lavorandola come un sistema depurante e restituendola ai corpi idrici con qualità migliorate.

2.2 FITODEPURAZIONE DIFFUSA

Quando la natura, risponde nei confronti di una perturbazione esterna, si parla di fitodepurazione diffusa. Questi ambienti per le loro caratteristiche possiedono la capacità di bloccare, modificare o comunque limitare, flussi di materia e di energia, che li attraversano; per questi motivi, si attribuiscono loro, un'importante azione: il filtraggio.

Tra i diversi sistemi di fitodepurazione diffusa, sono ricordate: le zone umide e le fasce tampone ripariali. Le zone umide (wetland), sono ambienti in cui l'acqua è presente tutto l'anno. Per questa caratteristica, in tali zone vivono specie vegetali capaci di adattarsi a suoli a umidità elevata, superando oltre ai periodi con elevata risorsa idrica, anche momenti di mancanza di alcuni elementi tra cui l'ossigeno. La loro capacità consiste nel trasformare inquinanti comuni, che si trovano nelle acque reflue, in prodotti utili per la loro sopravvivenza e riproduzione. Esistono, dei problemi riguardanti le wetland: i carichi solidi sospesi, di BOD, di N, che non consentono percentuali di riduzioni soddisfacenti tra affluente ed effluente. Per tale motivo, è necessario un trattamento primario all'origine per ridurre i

problemi definiti in precedenza, oltre a favorire con questi accorgimenti una maggiore ossigenazione, per garantire l'ossidazione dell'azoto ammoniacale. Per la riduzione degli insetti sviluppati in queste zone, si fa ricorso all'uso di risorse naturali di specie ittiche e dell'avifauna; ci sono invece ampi miglioramenti per il contenimento degli odori sgradevoli. (Borin 2003)

Le fasce tampone sono aree o strisce di terra mantenute sotto una copertura vegetale permanente. Possono essere utilizzate lungo corsi d'acqua, laghi, curve di livello, bordure campestri e anche all'interno dei campi. Di seguito vengono elencati alcuni esempi di fasce tampone.

- Le strisce erbose sono aree erbacee utilizzate per intrappolare sedimenti e inquinanti dai campi adiacenti prima che possano raggiungere corsi d'acqua o zone sensibili.
- Le siepi divisorie sono strisce di piante arbustive utilizzate per indicare i confini di proprietà o come recinzione per il bestiame. Svolgono un ruolo importante anche perché sono in grado di filtrare sedimenti e inquinanti dai campi e di impedire la diffusione dei pesticidi, in particolare in fase di spandimento su colture alte.
- L'inerbimento dei canali di scolo è finalizzato alla riduzione del potere erosivo delle acque di deflusso superficiali provenienti dai terreni agricoli. La coltre erbacea rallenta il flusso idrico e protegge la superficie del canale dall'erosione, in particolare quando il bacino di raccolta delle acque è relativamente ampio.
- I frangivento sono costituiti da file di alberi o arbusti. Sono finalizzati a ridurre la velocità e l'erosione del vento e, pertanto, a proteggere le giovani colture e a controllare l'accumulo di neve e suolo.
- Le fasce tampone riparie sono zone erbose, arboree o arbustive adiacenti i corsi d'acqua che filtrano gli inquinanti.

La realizzazione di fasce tampone può richiedere la piantumazione di strisce erbose, siepi divisorie e filari di alberi o un insieme di questi elementi. In genere è necessario provvedere alla manutenzione per garantire una filtrazione efficace o limitare la crescita eccessiva delle piante che potrebbe danneggiare la produzione agricola dei terreni adiacenti. In alcuni paesi

europei le fasce tampone sono obbligatorie ai margini dei terreni coltivati confinanti con corpi idrici.

Esse possono ridurre gli effetti dell'erosione idrica ed eolica e, di conseguenza, sono in grado di diminuire notevolmente il volume di sedimenti e nutrienti trasportati dal dilavamento dei terreni agricoli e di impedire il trasporto dei pesticidi dai campi ai corpi idrici, alle strade o ad altre aree. I frangivento, in particolare, possono dimezzare la velocità del vento su una distanza fino a venti volte l'altezza degli alberi e intercettare gli inquinanti e le particelle del suolo aerei, contribuendo così a ridurre i costi delle operazioni di ripulitura (come la rimozione dei sedimenti). Le fasce tampone possono modificare l'aspetto del paesaggio e col tempo possono trasformarsi in habitat seminaturali, ospitando molte specie di animali selvatici.

(<http://soco.jrc.ec.europa.eu/documents/ITFactSheet-07.pdf>)

2.3 FITODEPURAZIONE LOCALIZZATA

La fitodepurazione localizzata, tratta fonti d'inquinamento singole, circoscritte. Già agli inizi degli anni settanta, si cominciano a ottenere i primi segnali positivi di quest'applicazione, soprattutto nel nord dell'Europa e negli Stati Uniti. In Italia è stata considerata dagli anni novanta, e grazie alla sperimentazione universitaria, con investimenti anche da ditte private, ad oggi, una valida opzione ai sistemi tradizionali. Lo conferma l'inserimento nel D.lgs. 152/99 (aggiornato con il D.lgs.152/06) per il trattamento dei reflui. La differenza sostanziale, rispetto alla tipologia diffusa e all'estensiva, consiste nel passaggio del flusso, in modo sottosuperficiale, che attribuisce dei vantaggi, su superficie di occupazione, maggiore efficienza anche nei mesi invernali, riduzione o eliminazione dei cattivi odori, e dello sviluppo d'insetti indesiderati, semplicità ed economicità.

3. SISTEMI DI FITODEPURAZIONE LOCALIZZATA

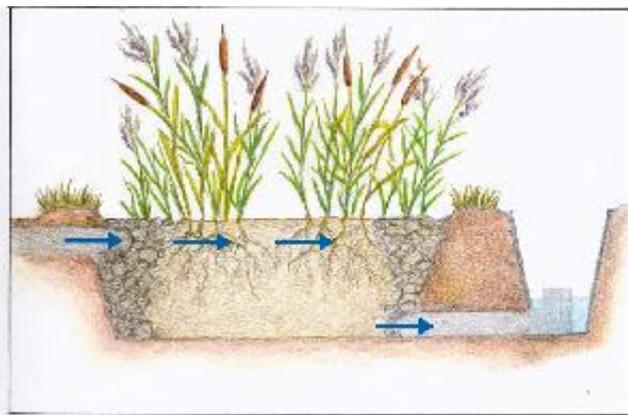
Dal punto di vista costruttivo, riguardo a come avviene il passaggio del residuo, i letti vegetati, sono divisi in:

3.1 SISTEMI DI FITODEPURAZIONE A FLUSSO ORIZZONTALE

, costituiti da vasche contenenti materiale inerte con granulometria prescelta al fine di assicurare un'adeguata conducibilità idraulica (i mezzi di riempimento comunemente usati sono sabbia, ghiaia, pietrisco); tali materiali inerti costituiscono il supporto su cui si sviluppano le radici delle piante emergenti ed alcune piante ornamentali; per i sistemi a FO, si predilige il sistema monovarietale, di *Phragmites australis* o di *Thypha latifolia* il fondo delle vasche deve essere opportunamente impermeabilizzato facendo uso di uno strato di argilla, possibilmente reperibile in loco, in idonee condizioni idrogeologiche, o, come più comunemente accade, di membrane sintetiche (HDPE o LDPE 2 mm di spessore); il flusso di acqua rimane costantemente di sotto la superficie del vassoio assorbente e scorre in senso orizzontale grazie ad una leggera pendenza del fondo del letto (circa 1%) ottenuta con uno strato di sabbia sottostante il manto impermeabilizzante.

Durante il passaggio dei reflui attraverso la rizosfera delle macrofite, la materia organica è decomposta dall'azione microbica, l'azoto è denitrificato, se alla presenza di sufficiente contenuto organico, il fosforo e i metalli pesanti sono fissati per adsorbimento sul materiale di riempimento; i contributi della vegetazione al processo depurativo possono essere ricondotti sia allo sviluppo di un'efficiente popolazione microbica aerobica nella rizosfera sia all'azione di pompaggio di ossigeno atmosferico dalla parte emersa all'apparato radicale e quindi alla porzione di suolo circostante, con conseguente migliore ossidazione del refluo e creazione di

un'alternanza di zone aerobiche, anossiche e anaerobiche con conseguente sviluppo di diverse famiglie di microrganismi specializzati e scomparsa pressoché totale dei patogeni, particolarmente sensibili ai rapidi cambiamenti nel tenore di ossigeno disciolto. I sistemi a flusso sommerso assicurano una buona protezione termica dei liquami nella stagione invernale, specie nel caso si possano prevedere frequenti periodi di copertura nevosa.



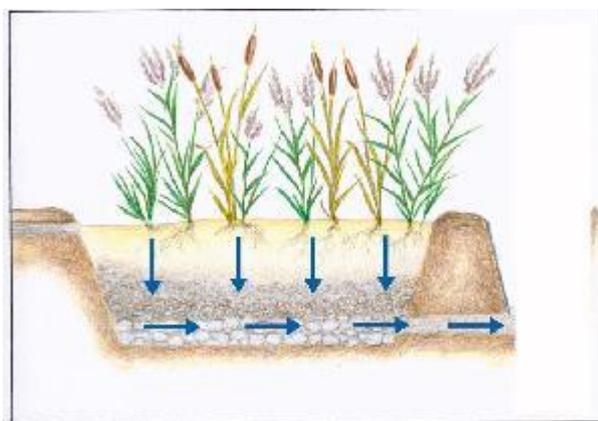
Sistema di fitodepurazione a flusso orizzontale

3.2 SISTEMI DI FITODEPURAZIONE A FLUSSO VERTICALE

Sono sistemi simili a quelli a flusso orizzontale, con la differenza che il refluo, da trattare scorre verticalmente nel medium di riempimento ed è immesso nelle vasche con carico alternato discontinuo, mentre nei sistemi FO si ha un'azione continua. In questo, è normale l' utilizzo di almeno due vasche in parallelo per ogni linea che funzionano a flusso alternato per sistemi di dimensioni superiori ai 50 m², oppure di singola vasca per sistemi di dimensioni ridotte, in modo da poter regolare i tempi di riossigenazione del letto variando frequenza e quantità del carico idraulico in ingresso, mediante l'adozione di dispositivi a sifone autoadescante opportunamente

dimensionati o di pompe elettriche. Le essenze impiegate sono le medesime dei sistemi a flusso orizzontale, con la possibilità di realizzare dei piccoli giardini, accostando più varietà.

Il medium di riempimento si differenzia invece dai sistemi a flusso orizzontale poiché non si utilizza una granulometria costante per tutto il letto, ma si dispongono alcuni strati di ghiaie di dimensioni variabili, partendo da uno strato di sabbia alla superficie per arrivare allo strato di pietrame posto sopra al sistema di drenaggio sul fondo. Questi sistemi, ancora relativamente nuovi nel panorama della fitodepurazione ma già sufficientemente validati, hanno la prerogativa di consentire una notevole diffusione dell'ossigeno anche negli strati più profondi delle vasche, giacché la diffusione di questo elemento è circa 10.000 volte più veloce nell'aria che nell'acqua, e di alternare periodi di condizioni ossidanti a periodi di condizioni riducenti. (<http://www.igidra.com/>)



Sistema di fitodepurazione a flusso verticale

3.3 ELEMENTI DI UN IMPIANTO DI FITODEPURAZIONE

Nella progettazione di un impianto fitodepurante, è necessario conoscere la portata e il carico inquinante delle acque reflue da trattare. La quantità varia, riguardo alla tipologia d'insediamento, utenze domestiche, ristorazioni o hotel, ricreativa o produttiva. Per le residenze, per esempio, si calcola una portata che varia da 120-200 L a.e.⁻¹d⁻¹ (abitante equivalente). Per il buon funzionamento, è bene predisporre un pre-trattamento (solitamente vasca

Imhoff), perché permette di ridurre i pericoli d'intasamento del medium; si consiglia la vuotatura periodica dei pre-trattamenti, pratica comunque già usata anche per i trattamenti tradizionali.

Per una rapida formulazione dell'entità dei carichi inquinanti potenziali sul territorio, è stato elaborato il fattore di conversione, noto come: "Abitante equivalente" (a.e.): il carico biodegradabile avente, un BOD₅ (Biochemical Oxygen Demand) pari a 60 g/giorno. Per la stima del carico inquinante, si moltiplica il numero di addetti o di unità di prodotto per il valore dell'abitante equivalente.

Per la determinazione della superficie per la rimozione del BOD₅, si fa riferimento a una superficie definita per a.e.. Per i sistemi a F.O. si calcola una superficie minima di 5m²/a.e. se, il trattamento è secondario. Si riduce a 1m²/a.e. quando il trattamento è terziario.

Per i sistemi a F.V., di trattamenti secondari, la superficie minima richiesta è pari a 1m²/a.e..

La rimozione dell'azoto avviene attraverso i processi di nitrificazione – denitrificazione biologica, per opera dei microrganismi adesi al medium di riempimento.

Ne consegue, che il fattore limitante è l'ossigeno, soprattutto per i sistemi a F.O. perché si svolgono in ambiente anaerobico, per questo motivo gli apparati radicali devono essere ben compenetrati, e in prossimità delle radici più sottili, si formano dei micrositi aerobi, ove avviene la nitrificazione.

La profondità, dipende dal tipo di specie utilizzata, ma considerando la maggior parte degli impianti esistenti, si può stimare una media di 60 cm all'ingresso per gli impianti F.O., mentre per i sistemi a F.V. varia da 50 a 80 cm, anche se può raggiungere valori più profondi.

Il fondo delle vasche ha una pendenza dell'1-2 %, per favorire il drenaggio; mentre la superficie superiore è orizzontale.

La larghezza e la lunghezza devono rispettare degli aspetti d'idraulica. Il rapporto tra la profondità e la lunghezza mi determina, il massimo gradiente idraulico disponibile, cui si deve considerare che valori bassi di lunghezza possono dar origine a corti circuiti idraulici. Un rapporto consigliato tra profondità e lunghezza varia da 0.4 a 3.

Attenzione particolare va fatta sulla scelta del medium, in base al tipo di sistema che si realizza. Per sistemi a F.O. le dimensioni del medium sono omogenee, con una conduttività compresa tra $1 \cdot 10^{-3}$ e $3 \cdot 10^{-3}$ m/s, sopra i 6 mm, la ghiaia deve essere tondeggiante. Questo per evitare flussi superficiali e che ci siano scambi gassosi tra esterno e interno del letto. Per i sistemi F.V., sono sovrapposti strati con dimensioni diverse, quello superiore, nei primi 10 cm di profondità con dimensioni tra 0,2-0,5 mm mentre tra i 40-50 cm di profondità, le dimensioni aumentano, fino ad arrivare a 12 mm.

In entrambi i sistemi, i primi 10 cm, che rappresentano lo strato più superficiale, devono essere posta sabbia, o comunque un materiale molto permeabile, per la messa a dimora della vegetazione.

Per evitare che l'habitat dove sono le piante, sia inquinato, è necessario creare un'impermeabilizzazione. Quest'opera è possibile usando argilla, se facilmente reperibile, in siti vicini o addirittura, se l'impianto è realizzato su un terreno argilloso, ma con la linea di falda almeno un metro sotto il fondo del letto; oppure con l'utilizzo di materiale impermeabile sintetico (HDPE, PVC) con spessori di 1-2 mm.(Borin 2003)

Infine secondo il tipo di letto vegetato, il liquame è distribuito in modo diverso, ma comunque lo scopo è che il refluo sia distribuito il più uniforme possibile: nella distribuzione con tubo superficiale, oppure con un tubo superficiale con elementi a T, per la deviazione del flusso, o con un tubo sommerso forato, anche se la prima soluzione evita problemi d'intasamento.

Per entrambi i sistemi, è conveniente raccogliere le acque trattate, con un tubo forato per i sistemi F.O. , e con una rete di tubi drenanti per i sistemi

F.V.. Per i sistemi a F.O. ,si deve predisporre il collegamento del tubo in uscita, con una tubazione a gomito, o con altri sistemi di controllo ma anche per la regolazione del livello idrico all' interno della vasca,permettendo lo svuotamento totale o l' allagamento , a seconda delle esigenze.

3.4 PIANTE PER LA FITODEPURAZIONE FSS

Le piante consigliate per questo tipo di sistemi sono dette macrofite (con i vasi molto visibili). Le più usate sono la *Phragmites australis* e la *Typha latifolia*. Queste piante a volte non incontrano i favori a causa del loro aspetto estetico. In tal caso è consigliabile il Papiro (*Cyperus Papyrus*) che ha una discreta rusticità e ha come ambiente naturale gli ambienti umidi. Ma anche Calla, *Iris pseudacorus*, *Canna indica*, *Hydrangea quercifolia*, *Cotoneaster horizontalis* e Salcerella hanno dimostrato, ancorché piante ornamentali, di poter svolgere una ottima azione depurante. Tuttavia è consigliabile la *Phragmites australis* per vari motivi: reperibilità su tutto il territorio nazionale, basso costo, elevata resistenza agli agenti atmosferici e inquinanti. Questa specie è molto vigorosa e tende a prendere il sopravvento sulle altre. È quindi sconsigliata la sua piantumazione in letti di fitodepurazione, dove sono presenti altri tipi di piante.



Phragmites australis È una specie erbacea, perenne, rizomatosa; può raggiungere anche i 4 metri di altezza. Le foglie, opposte, sono ampie e laminari, lunghe da 15 a 60 cm, larghe 1 – 6 cm, glabre, verdi o glauche. All' apice del fusto è presente una pannocchia di colore bruno o violaceo, lunga fino a 40 cm. Fiorisce tra luglio e ottobre.



Typha latifolia è una pianta monocotiledone della famiglia delle Typhaceae. Arriva ad essere alta anche 250 cm. Le infiorescenze femminili sono formate da migliaia di piccolissimi fiori di colore bruno circondati da peli. Le spighe cilindriche marroni ed a forma di salsiccia sono lunghe fino a 30 cm. Cresce spontaneamente lungo gli argini dei fiumi o in zone umide con acque stagnanti.



Cyperus Papyrus Il papiro è una specie erbacea perenne, una canna di palude con fusti alti da 2 a 5 metri e rizoma legnoso molto grosso. Il fusto è trigono, privo di foglie, con diametro di 2-3 centimetri, liscio, di colore verde scuro.

All'apice di ogni fusto compaiono brattee lanceolate, arcuate, disposte ad ombrello. Le infiorescenze sono ombrelliformi con raggi lunghi da 10 a 30 centimetri, si formano all' estremità superiore dei fusti e portano delle spighe di colore paglierino che contengono acheni allungati. La fioritura avviene da luglio a settembre. È una specie amante della luce, che cresce lungo le rive dei corsi d'acqua a corrente lenta, con le radici sommerse.



Zantedeschia spp. Il genere *Zantedeschia* comprende sette specie a radice rizomatosa, alte fino ad oltre 1 m delle quali la più conosciuta come pianta ornamentale è la *Zantedeschia aethiopica* (sin.: *Richardia africana*), Chiamata comunemente **Calla**, è una pianta perenne sempreverde, dotata di un rizoma oblungo, di grandi dimensioni, foglie basali largamente sagittate, con lunghi piccioli, infiorescenze primaverili, solitarie, di colore bianco, composte da una lunga spatula a forma d'imbuto, e da uno spadice biancastro eretto, fiori monoici. Richiede terreno ricco e molto umido.



Iris pseudacorus(Giglio d' acqua) Pianta a fusto eretto di 5-10 dm, un po' compresso, ramoso in alto, sorgente da un rizoma grosso, obliquo, di colore nerastro. Foglie subeguali al fusto, acuminate, verdi. Vive lungo i canali, fossi e paludi; La fioritura, di un bel giallo intenso, inizia in aprile per durare fino a giugno inoltrato.



Canna indica pianta rizomatosa con grandi foglie ovali-lanceolate, fiori, con particolari vistose corolle tubolari molto aperte, riuniti in tirsii terminali, portati da un fusto cilindrico e carnoso, tra le altre specie e varietà,

ricordiamo quelle a fiori grandi derivate da incroci tra la *C. indica* la *C. nepalensis* e la *C. discolor*, con fiori variamente colorati di giallo, arancio, rosso con varie sfumature intermedie, a volte screziate e macchiettate con tonalità di colore contrastante, o con fiori simili alle orchidee; il fogliame molto decorativo è di vari colori dal verde chiaro o scuro al bronzo-rossastro. Possono raggiungere 1,5-3 m di altezza.



Hydrangea quercifolia arbusto a foglia caduca, alto massimo 2.2 m. Pianta stolonifera; i giovani steli sono coperti in un feltro marrone chiaro come la corteccia, mentre quelli adulti hanno la corteccia che si sfalda in scaglie sottili, evidenziando un colore arancio attraente. Le foglie sono verdi giallastre sulla parte superiore e bianco-grigiastre sotto, anche di ampia grandezza. Le piante in ombra hanno le foglie più grandi di quelle coltivate in posizione soleggiata. In autunno le foglie assumono sfumature ricche di bronzo, rosso, e viola che persistono in inverno. I fiori riuniti in pannocchie, di colore bianco, grandi anche 30 cm di altezza, sono portate sulla punta dei rami.



Cotoneaster horizontalis, pianta con portamento arbustivo e prostrato, raggiunge un' altezza compresa fra 0,5 e 1,5 m. Il fusto è corto e si dirama orizzontalmente a ventaglio, con ramificazione spesso disposte a spina di

pesce dalla colorazione grigiasta. La scorza degli organi legnosi più vecchi è rugosa e bruno-grigiasta. Le foglie sono caduche o semipersistenti, con consistenza coriacea, forma tondeggianti o ellittica, margine intero e apice acuto, di colore verde scuro, con la pagina superiore lucida. Fiori ermafroditi di colore rosato, con fioritura tra maggio e giugno. I frutti sono bacche di colore rosso, che nel periodo autunno- invernale conferiscono alla pianta un particolare effetto estetico.



Lythrum salicaria è una pianta erbacea perenne, che può crescere fino ad 1-1,5 m. Le foglie sono lanceolate, 3-10 cm di lunghezza e 5-15 mm di larghezza, opposte o raggruppate in verticilli di tre. I fiori sono rosso porpora, 10-20 mm di diametro, con sei petali (cinque volte) e 12 stami, e sono raggruppati strettamente alla ascelle delle foglie. Fiorisce per tutta l'estate. Il frutto è una piccola capsula contenente numerosi, piccoli semi. Quando i semi sono maturi, le foglie si rivolgono spesso rosso brillante attraverso la disidratazione a inizio autunno, il colore rosso può durare per quasi due settimane.

(Borin 2003, <http://it.wikipedia.org/>)

4. VALORI LIMITI DI EMISSIONE DEGLI SCARICHI URBANI

Il [Decreto legislativo n.152 -2006](#) e successivi aggiornamenti stabilisce i valori limiti di emissione degli scarichi idrici .

Potenzialità impianto in A.E.	2000-10000		>10000	
Parametri media giornalieri	Concentrazione	% di riduzione	Concentrazione	% di riduzione
BOD5 (senza nitrificazione) mg/L	≤25	70-90	≤25	80
COD mg/L	≤125	75	≤125	75
Solidi sospesi	≤35	90	≤35	90

Le analisi sugli scarichi provenienti da lagunaggio o fitodepurazione devono essere eseguiti su campioni filtrati, la concentrazione solida sospesa non deve superare i 150 mg/L.

I valori limite di emissioni, sono differenti se si scarica in acque superficiali oppure in fognatura; si riportano tra i quarantadue valori di controllo: il pH,

materiali grossolani, solidi speciali totali, BOD₅, COD, N nitrico, N ammoniacale, fosforo totale e odore.

Parametri	Unità di misura	Scarico in acque superficiali	Scarico in rete fognaria
Materiali grossolani		Assenti	Assenti
Solidi speciali totali	Mg/L	≤80	≤200
BOD ₅	Mg/L	≤40	≤250
COD	Mg/L	≤160	≤500
N nitrico	Mg/L	≤20	≤30
N ammoniacale	Mg/L	≤15	≤30
Fosforo totale	Mg/L	≤10	≤10
Odore		Non deve essere causa di molestie	Non deve essere causa di molestie
Ph		5.5-9.5	5.5-9.5

5. ESEMPI DI APPLICAZIONE DELLA FITODEPURAZIONE PER LA GESTIONE DEI REFLUI

Il comune di Ponte di Piave si estende su una superficie complessiva di 33 kmq, e per lo smaltimento del refluo urbano ed industriale fa uso di un depuratore, gestito da un consorzio, che serve gli edifici e gli stabili delle vie principali del capoluogo e delle due frazioni :Levada e Negrisia. Per questo motivo ho cercato delle soluzioni alternative a quella, tradizionalmente percorsa, di realizzare grossi depuratori consortili ai quali convogliare i reflui prodotti da più centri urbani, realizzando lunghe ed onerose condotte fognarie. Inoltre la logica di centralizzare il servizio di depurazione può portare a pesanti sbilanciamenti della risorsa idrica che vanno a scapito della qualità dei corpi idrici superficiali e sotterranei: può succedere infatti che gli ingenti quantitativi d' acqua prelevati per i consumi idrici umani vengano restituiti a bacini completamente diversi da quelli oggetto di prelievo, oppure allo stesso bacino , ma molto più a valle, provocando l' impauperamento di lunghe tratte fluviali. Per questo motivo ho pensato di usare, tra i diversi sistemi di fitodepurazione, quella localizzata permettendo così di decentralizzare il sistema e di avere la possibilità di trattare insito il trattamento dei reflui. Inoltre il migliore inserimento ambientale e la sua maggiore fruibilità, rispetto ai depuratori tradizionali, ci permette di identificare il depuratore, come uno strumento che riqualifichi il territorio, oggetto di studi e di dimensionarlo anche per piccoli nuclei familiari, inserendolo come parte integrante del giardino moderno.(www.comunedipontediPiave.it)

Le soluzioni che propongo, sono due: la prima consiste nella raccolta di tutti i reflui in un unico impianto di fitodepurazione a flusso orizzontale che immetterà il depurato in un canale posto a 200 m dalle case; la seconda con la formazione di un impianto a flusso verticale per una singola abitazione, data la possibilità di immettere i reflui depurati di ogni singolo edificio nei fossati fronte casa.

5.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

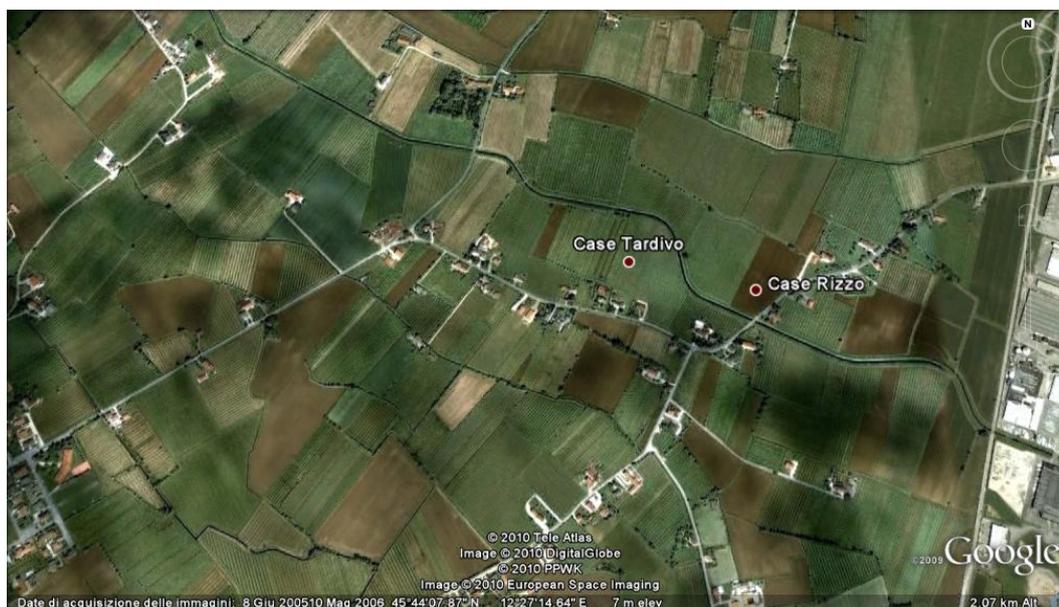
Il comune di Ponte di Piave è posto nella pianura alluvionale tra Piave e Monticano. Dal punto di vista geomorfologico la pianura veneta, nella porzione in esame, è stata formata dai depositi alluvionali del Piave, che sono costituiti da ghiaie con matrici sabbiose nell'alta pianura veneta. I suoli grossolani dell'alta pianura sono molto permeabili e l'infiltrazione dell'acqua meteorica in profondità fa sì che in queste zone vi sia una falda acquifera indifferenziata.

In corrispondenza della comparsa dei primi strati di suolo con materiali fini, argillosi e limosi, si ha l'affioramento della falda freatica, con formazione dei fontanili, che caratterizzano la fascia delle risorgive, che segna il limite tra alta e bassa pianura. La vicinanza con l'alveo del Piave ha determinato il continuo sovrapporsi di materiali alluvionali, per cui il territorio del comune, appare come un complesso sistema di dossi e depressioni, e nello strato di terreno agrario, deposizioni di sedimenti, di differente granulometria.

La zona presa in esame, all'interno del comune di Ponte di Piave, fa parte di suoli di antica alluvione, risalenti al Pleistocene, caratterizzati da morfologia molto uniforme. Sono suoli con scheletro assente, poco calcarei, decalcificati in superficie, con caranto in profondità, un'elevata capacità di scambio cationico, potere assorbente elevato, mediamente elevato, un pH sub-alcalino e una tessitura franco-argillosa argillosa - limosa. (Carta agronomica dei suoli, Comune di Ponte di Piave)

5.2 ANALISI DEL SITO

La zona oggetto della tesi è un aggregato di case rurali situate in via Croce, dal civico 17 al 34 della frazione di Negrisia di Ponte di Piave. Essa confina a nord con la località “le Fossadelle”, a est con la frazione di Levada, a sud con il centro di Negrisia e a ovest in parte con Negrisia e con le “Fossadelle”.



(<http://maps.google.it/maps>)

Il comune di Ponte di Piave, è stato suddiviso in 4 Z.A.O. (zone agricole omogenee), e la zona dove è collocata via Croce, fa parte della Z.A.O. “C”, che presenta condizioni ideali per vitigni a bacca rossa, in particolare dove maggiore è il tenore di argilla, che assieme al caranto, esalta le caratteristiche organolettiche dei vini rossi. Lo scarso drenaggio assieme all’elevata dotazione di calcare attivo invece rende difficile la coltivazione dei frutteti. (Carta agronomica dei suoli, comune di Ponte di Piave)

Il paesaggio presente, è costituito, perciò, da vigneti, con qualche campo coltivato a mais; ogni campo è dotato di scoline, fossi e capofossi; rare sono le piante di salice a capitozzo, poste ai margini dei vigneti tipici del

paesaggio agricolo di terreni con sistemazione a cavino, dato che la legatura dei tralci si pratica oggi con materiale plastico e non più con la rama di un anno della pianta. Anche via Croce, nella sua lunghezza è costeggiata da due fossati profondi 80-100 cm, che sono stati opera d'interventi straordinari di pulizia nell' anno 2009, per prevenire esondazioni occasionali di eccezionali eventi atmosferici.



Le abitazioni sono 18, di cui 2 sono disabitate, 4 sono antecedenti il 1980 e le restanti costruite dopo gli anni '80. Ogni casa, possiede un'area verde di proprietà; una parte a uso ricreativo, con piante ornamentali, anche di pregio, come la Magnolia, altre di minor valore estetico, ma inserite nell'ambiente rurale, come il Pioppo e piante arbustive ornamentali, come Rose, Ortensie, che decorano spesso il viale d'entrata; nell'altra parte di area verde, non visibile percorrendo, via Croce, è ricavato l'orto ed in alcuni casi l'aia. Per la maggior parte delle case la strada di accesso è realizzata, con materiale inerte, spezzato irregolare o misto - natura. Per le case di nuova costruzione, sono state usate mattonelle posate a secco su sabbia. Per accedere dalla strada, a ogni abitazione è stato posato, nel fossato un manufatto cilindrico di cemento del diametro di 70 cm lungo 250 cm, ricoperto con materiale naturale. Reti metalliche, siepi di ligustro o lauroceraso delimitano i confini di proprietà.



5.3 MODALITÀ ATTUALE DELLA GESTIONE DEI REFLUI

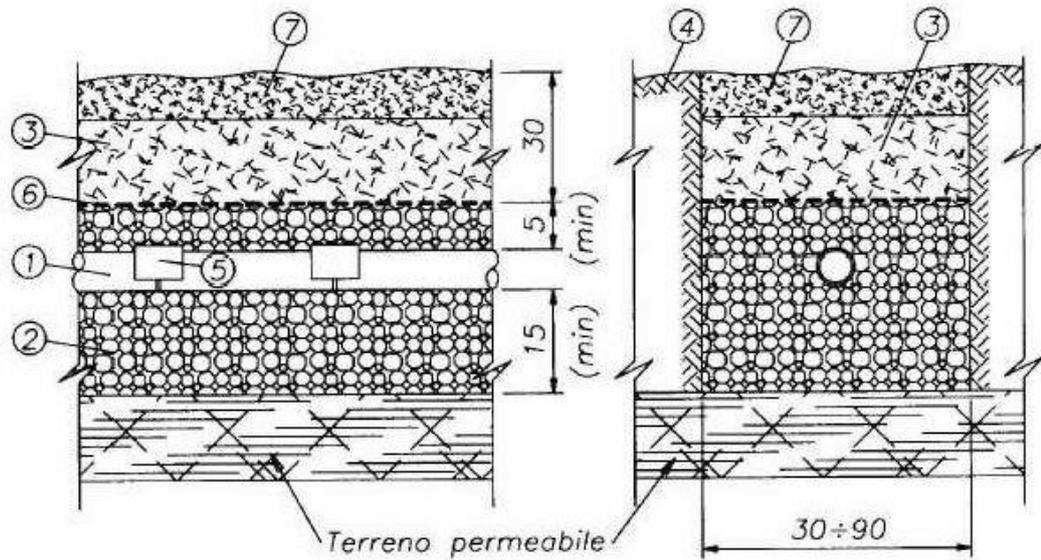
Delle diciotto abitazioni, sulle recenti, comprese anche le ristrutturazioni, il sistema di smaltimento dei reflui avviene con l'ausilio di vasche Imhoff, condensa grassi e quindi per subirrigazione. La fossa settica Imhoff è costituita da una vasca superiore, dove avviene la sedimentazione, che ha una sezione a tramoggia, e una vasca inferiore, in comunicazione con la precedente, dove invece avviene la digestione anaerobica. L'affluente entra prima nella vasca superiore, dove avviene la sedimentazione del materiale sedimentabile che, attraverso l'apertura sul fondo, confluisce nella sottostante vasca di digestione dove avviene la digestione anaerobica. La condotta di efflusso, in comunicazione con la vasca inferiore, permette l'allontanamento del liquido parzialmente chiarificato. E' presente una

condensa grassi (o separatori di grassi) impiegata per separare dall'acqua oli e grassi vegetali secondo processo fisico di gravità; è ben nota la caratteristica di tutte le sostanze removibili mediante disoleatura, di avere un peso specifico inferiore a quello dell'acqua.

La condensa grassi costituisce il trattamento di primaria importanza per acque di scarico contenenti residui oleosi e grassi vegetali di origine domestica, provenienti dagli scarichi di lavelli cucine di abitazioni, mense, ristoranti, convitti, ecc.

Sono costituite da una vasca a pianta circolare o rettangolare, da installare entro terra, ispezionabili dall'alto attraverso le ispezioni situate nelle coperture delle vasche stesse.

Infine il liquido uscente dai precedenti trattamenti viene eliminato per subirrigazione. Questo trattamento, consente oltre che lo smaltimento anche una successiva depurazione, sfruttando le capacità depurative del terreno: fisiche, chimiche e biologiche. Si riporta lo schema di trincea per subirrigazione nel terreno.



Legenda:

1. Tubazione di dispersione
2. Ghiaia grossolana
3. Terreno di copertura
4. Terreno naturale
5. Copertura a protezione dei giunti
6. Strato di tessuto non tessuto
7. Terreno riportato per completare l'assettamento

(http://www.comune.altopascio.lu.it/uffambiente/Arpat_linee_guida_scarichi.pdf)

Per le case costruite prima degli anni ottanta, invece lo smaltimento avviene con vasche biologiche che raccolgono le acque nere (toilette) e le acque grigie (lavabo, ecc), provenienti dall'utenza, ma essendo a ciclo continuo, una volta riempite, per sfioramento, riversano il contenuto nel fosso, spesso con valori oltre il limite di legge.



Il Comune, obbliga il proprietario, in assenza di una rete fognaria idonea, a depurare e smaltire tutte le acque usate secondo le norme e le prescrizioni dell'Autorità competente in materia Ambiente nel caso si realizzi un nuovo edificato o si attui una ristrutturazione.(art.63 PRG Comune di Ponte di Piave)

5.4 CLIMA

Nel corso del 2002 e del 2003 in Europa e in Italia si è succeduta una serie di avvenimenti naturali che hanno richiamato l'attenzione dell'opinione pubblica sull'importanza di una corretta gestione della risorsa acqua.

Nell'estate del 2002 l'emergenza idrica nelle regioni del sud dell'Italia ha raggiunto livelli particolarmente gravi. Nella torrida estate del 2003 la calura e la siccità hanno creato gravi difficoltà soprattutto alle regioni del centro-nord Italia, dove i fiumi hanno registrato secche storiche e l'agricoltura ha subito danni gravissimi.

Questi avvenimenti hanno mostrato che vaste zone del nostro Paese sono potenzialmente soggette a crisi idriche e quindi evidenziato la necessità di adottare misure che entro poco tempo consentano di ottimizzare la disponibilità delle risorse idriche.(www.arpalombardia.it)

Dall'analisi dei dati rilevati dalla stazione meteorologica di Breda di Piave, che dista dal sito di Negrizia di Ponte di Piave circa 7 Km, si può notare come la piovosità mensile, negli anni dal 1998 al 2009, si concentri nei mesi di primavera-inizio estate, e nel periodo autunnale, nei mesi di ottobre-novembre. Osservando invece la somma annua della piovosità, tranne l'evento straordinario dell'anno 2008, con 1337 mm di pioggia caduti, nelle altre annate, ci si mantiene su parametri tra 800-1000 mm (tranne l'anno siccitoso del 2003).

Questi dati, la pioggia media cumulata mensile(grafico 1) e quella annua(grafico 2), danno conferma, sulle caratteristiche climatologiche della zona, che, di fatto, s'identifica secondo l'indice di De Martonne in una zona a clima umido-perumido, in cui i periodi di caldo sono accompagnati da minori precipitazioni, ma comunque con una media annua compresa tra i 750-1000 mm di pioggia caduta. (Giardini L. 2004)

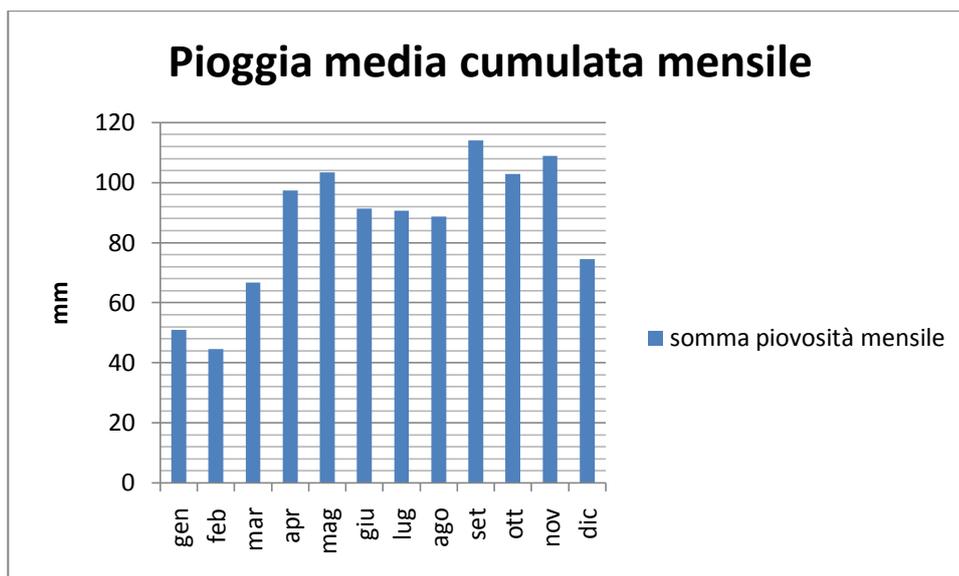


Grafico 1

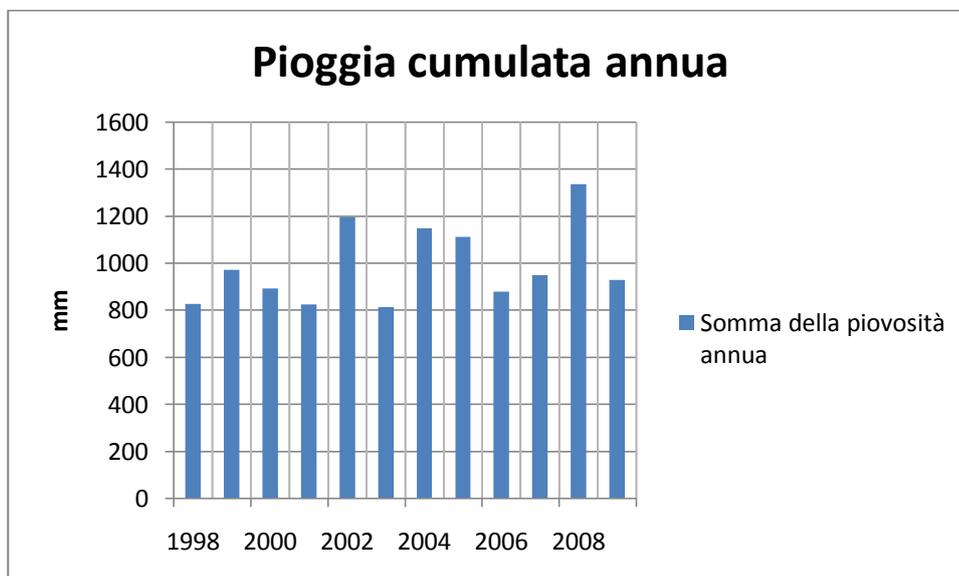


Grafico 2

Un dato, curioso, invece si può notare, sulle precipitazioni di notevole importanza (grafico 3); infatti, dal 2005 a oggi, si manifestano eventi piovosi sopra la media, distribuiti casualmente, nel periodo dell'anno, ma mai per una durata maggiore alla giornata. Le precipitazioni si riversano al suolo con fenomeni temporaleschi di notevole entità, creando danni alle

infrastrutture e all'agricoltura, non essendo in grado, di smaltire eccessive quantità di acqua, del fenomeno meteorologico giornaliero.

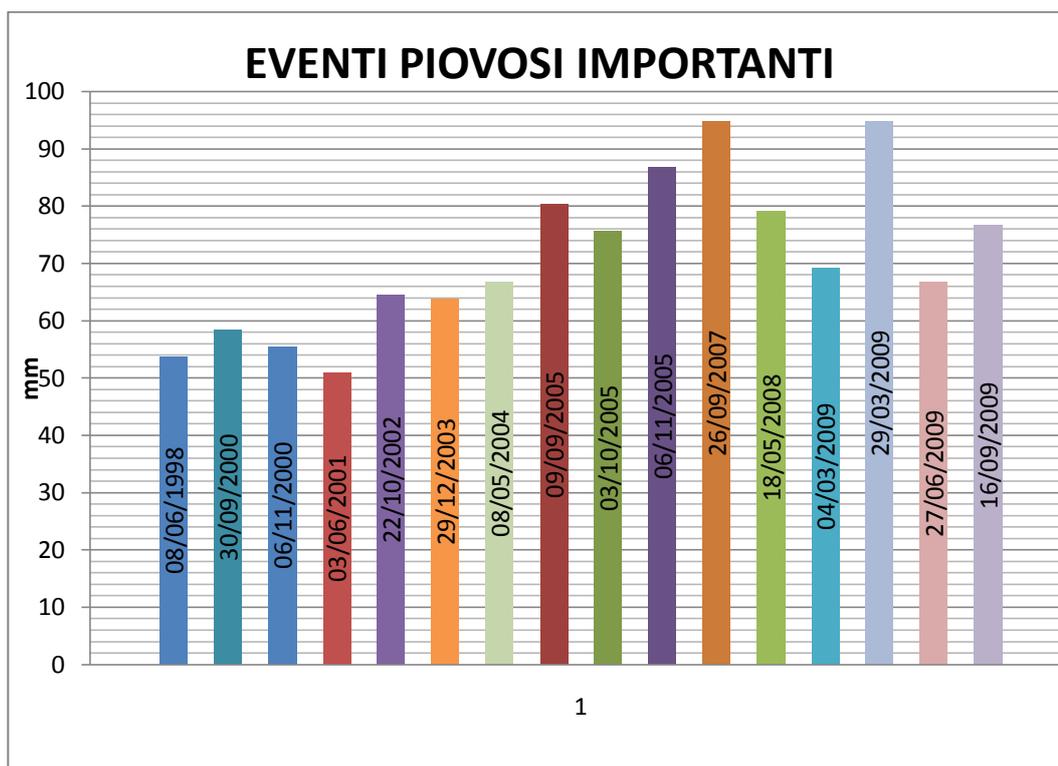


Grafico 3

Altro dato, molto importante, è il consumo di acqua, che è calcolato con l'evapotraspirazione (grafico 4), cioè la perdita di acqua attraverso i processi di evaporazione e di traspirazione. La curva, originata dai valori di ET, media degli anni, rappresentata in grafico, evidenzia, nel suo andamento, un picco nei mesi estivi, nei quali i due processi (E, T) hanno i massimi valori, per le temperature elevate, la ventosità e l'umidità bassa. Mentre nei mesi primaverili e invernali, l'ET ha valori più bassi perché, per le piante a foglia caduca, in primavera, l'apparato epigeo non ancora del tutto sviluppato, sia come singola foglia sia nel suo complesso ha minore superficie fogliare traspirante e nella fase autunno-invernale, con la caduta delle foglie, addirittura si azzerava. Per le piante sempreverdi, oltre alla temperatura è il fotoperiodismo a influenzare il ritmo biologico delle piante, rallentando i fenomeni fotosintetici, respiratori e traspirativi. L'evaporazione segue invece di pari passo le temperature, avendo così maggiori evaporazioni nei

mesi caldi per passare a livelli medio bassi nel periodo autunnale - invernale.(Giardini L. 2004)

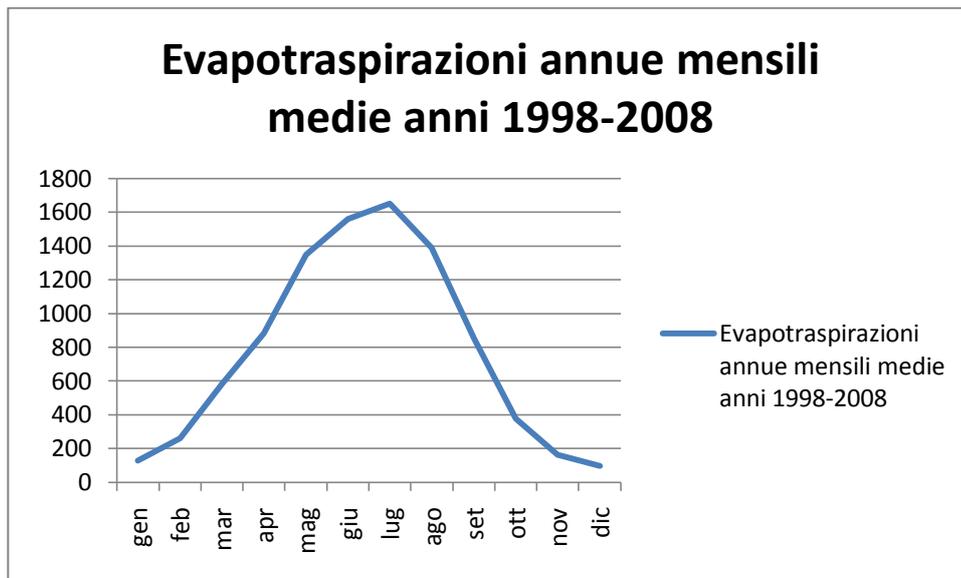


Grafico 4

Mettendo, a confronto il grafico dell'ET, con il grafico della piovosità annua(grafico 5), si trae un'altra conclusione. Sovrapponendo l'ET (la perdita di acqua) e la pioggia (l'apporto di acqua), c'è nei mesi invernali elevata riserva idrica; in primavera e fine estate, dove i valori si equivalgono mentre nei mesi estivi, si ha deficit idrico.

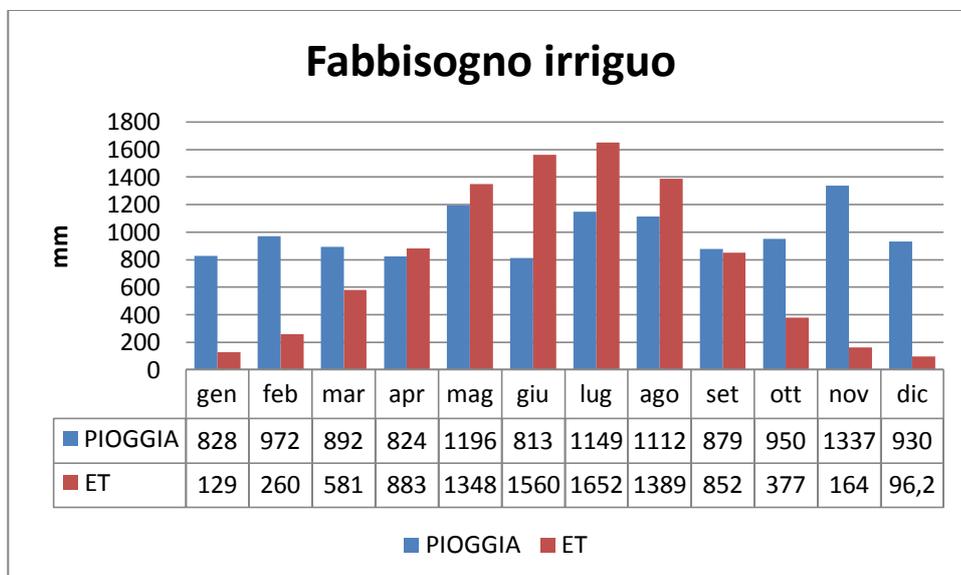


Grafico 4

Questo è un aspetto che non si deve trascurare, in fase di progetto di un impianto di fitodepurazione, perché un dato molto importante è il bilancio idrico, risultante dalla portata influente ed effluente, l'evapotraspirazione e le precipitazioni. Nei nostri climi, le entrate in genere pareggiano le uscite; ma può succedere, che questo evento non accada, come visto dal grafico, e che ci siano deficienze idriche, il che porta ad avere un innalzamento della concentrazione degli inquinanti, mentre nei periodi di abbondanza invece si può verificare un deflusso eccedente rispetto alla portata d'ingresso.

Un altro aspetto climatico importante è la temperatura. In particolare, la temperatura minima media mensile; se la temperatura persiste per molto tempo con valori troppo bassi, si può verificare l'arresto della attività microbica. I dati riferiti dal 1957 al 1975 nella stazione meteorologica di Conegliano, dei mesi invernali, riportano i seguenti valori: gennaio 2.3° C, febbraio 4.1° C, dicembre 3.7° C. Inoltre dal 1975 al 2007 si registra un aumento della temperatura di 0.37° C per decennio (Dati Studio tecnico Roberto Gaino, Ente Zona Industriale). Tale aumento termico garantisce i processi microbici durante tutto l'anno e giustifica il possibile inserimento dell'impianto nella zona presa in oggetto.

Considerati, gli aspetti pedologici e climatici, bisogna ora dimensionare i due tipi di impianti. Per fare questa operazione è necessaria la conoscenza di alcuni dati: la portata giornaliera, la concentrazione del BOD in entrata ed in uscita, la profondità dell'impianto (condizionata dalla scelta della specie, in base alla profondità dell'apparato ipogeo), la porosità (in relazione al tipo di medium utilizzato), la pendenza, per favorire lo sgrondo dell'acqua depurata. Quindi si procede al calcolo della superficie totale, dell'area trasversale e stabilire il rapporto tra lunghezza e larghezza.

5.5 DETERMINAZIONE DELLA SUPERFICIE

Per la determinazione della superficie totale degli impianti, si adotta l'equazione di Reed (Reed *et al.*, 1988.)

$$A_s = (\ln BOD_i - \ln BOD_u) * \frac{Q}{Kt * d * n}$$

Per la determinazione dell'area trasversale la formula:

$$A_t = \frac{Q}{K_s * s}$$

La larghezza minima del letto si ottiene:

$$W_{\min} = \frac{A_t}{0,95 * d}$$

6. IMPIANTO SUB-SUPERFICIALE A FLUSSO ORIZZONTALE

DESCRIZIONE		Unità di misura
Numero abitanti	47	
Portata giornaliera	0,54	m ³ /giorno
BOD i	47*54= 2538	mg/L
BOD u	40	mg/L
Kt	10	Giorni
d (profondità)	0,8	m
n (porosità)	0,42	
Ks (conducibilità idraulica)	0,42	m/d
S (pendenza)	1%	
Superficie totale	228 (114 per vasca)	m ²
Larghezza	3	m
Lunghezza	38	m

L'impianto ha una superficie totale di 228 m², diviso in due vasche. All'inizio è stato predisposto, un pretrattamento con una vasca Imhoff, che riduce intasamenti del medium, e che permette l'abbattimento del BOD del 20-30%. Quindi una prima vasca di fitodepurazione, seguita da un pozzetto con ispezione contenente un filtro in poliuretano, l'altra vasca di fitodepurazione, seguita da un altro pozzetto d'ispezione con filtro in poliuretano, dal quale esce il depurato nel corpo idrico superficiale. L'altezza del medium di 0,8 m, è stata scelta in considerazione della pianta usata, la *Phragmites australis*, che sviluppa radici fino a 70 cm di profondità, mentre per l'impianto è stata considerata una densità di 7 rizomi/m². Le piante possono essere potate a una decina di cm dal terreno, per motivi estetici, senza che questa possa compromettere il funzionamento dell'impianto, visto che non viene a mancare lo scambio di ossigeno a livello della rizosfera. Il tempo di contatto tra il liquame e il medium, è stato calcolato per 10 giorni, per aumentare l'efficacia di rimozione del BOD, del P e del N. (vedi allegato 1)

7. IMPIANTO SUB-SUPERFICIALE A FLUSSO VERTICALE

DESCRIZIONE		Unita di misura
Numero abitanti	6	
Portata giornaliera	0,43	m ³ /giorno
BOD i	6*54= 324	mg/L
BOD u	40	mg/L
Kt	7	Giorni
d (profondità)	1,2	m
n (porosità)	0,39	
Ks (conducibilità idraulica)	0,46	m/d
S (pendenza)	1%	
Superficie totale	12,56	m ²
Raggio	2	m

Il sistema di fitodepurazione sub-superficiale a flusso verticale ha una superficie totale di 12,56 m². Anche per questo impianto, abbiamo fatto precedere un pretrattamento con vasca Imhoff, quindi una di accumulo delle portate giornaliere con pompa di distribuzione per permettere l'afflusso a

intermittenza e dopo il letto vegetato a flusso verticale abbiamo fatto seguire un pozzetto d'ispezione con filtro in poliuretano. Le diversità rispetto al precedente, riguardano l'altezza del medium, che è stata fissata a 1,2 metri ma con quattro tipi di medium diversi: sabbia tagliente, ghiaia fine lavata e due tipi di ghiaia tondeggianti lavate di diverso spessore, la prima di 12 mm e la seconda dai 30- 60 mm. Il tempo di contatto del liquame con il medium è di 7 giorni. In questo tipo d'impianto, vista anche la sua locazione, sono state inserite piante, sempre adatte per la fitodepurazione, ornamentali, come la *Zantedeschia aethiopica*, l'*Iris pseudacorus*, l'*Hydrangea quercifolia*, il *Cotoneaster horizontalis* e la *Canna indica*. La manutenzione delle specie elencate consiste nella potatura e nel contenimento della parte aerea. (vedi allegato 2)

8. CONCLUSIONI

I costi per la depurazione delle acque di scarico stanno diventando sempre più alti ed è spesso svantaggioso eseguire lunghe e onerose opere per garantire l'allacciamento in zone molto lontane dalle linee principali del depuratore, per questo motivo la fitodepurazione può essere uno strumento ideale per risolvere il problema dell'inquinamento, proprio nel luogo dove esso è generato con costi di realizzazione e di manutenzioni minori, integrandosi perfettamente con l'ambiente che lo circonda. Secondo una indagine fatta su 260 impianti di fitodepurazione, è stato osservato una riduzione dal 95 al 97% di rimozione del BOD, quasi del 99.9% di N e del 90% di P(www.fitodepurazionevis.it). Nel caso considerato per il primo impianto, dalla concentrazione di BOD_i, applicando una riduzione del 95%, si otterrebbe una concentrazione pari a 6,345 mg/L, mentre per il secondo sistema la riduzione porta ad una concentrazione di 16,2 mg/L, permettendo per entrambi di rientrare nei parametri del decreto 152/06. Gli impianti hanno una durata maggiore di 25 anni, nei quali non è prevista né la sostituzione delle piante, né la sostituzione del medium di riempimento; i

costi di gestione inoltre sono molto bassi, considerando per l'impianto a FO lo svuotamento delle strutture per i pretrattamenti, mentre per l'impianto a FV, si deve anche contabilizzare il costo legato alle pompe di rilancio. L'utilizzo di una struttura, strettamente naturale, accompagnata da: semplicità di gestione, fattore economico vantaggioso, integrazione con l'ambiente circostante e risultati più che buoni, deve essere "punto di partenza" e non la fase finale compiuta dall'acqua nel suo ciclo. E' importante capire che l'acqua se ritorna nell'ambiente, con valori non difformi a com'è stata prelevata, non è solo il dovere ,come cittadino nel rispetto delle leggi, ma il dovere morale per la vita delle persone,per la natura e l'ambiente di oggi e di domani.

BIBLIOGRAFIA

Borin M. 2003. Fitodepurazione. Soluzioni per il trattamento dei reflui con le piante. Edagricole 208 p.

Giardini L. 2004 Agronomia generale ambientale e aziendale. Patron Editore 742 p.

Cima R. Fitodepurazione:interventi ad impatto ambientale positivo. Inquadramento legislativo. Giugno 2007

Leoni M. Carta agronomica dei suoli. Comune di Ponte di Piave, Assessorato all' ambiente e alle attività produttive.

SITOGRAFIA

www.arpalombardia.it

www.artecambiente.it

www.carradepurazioni.com

www.iridra.com

www.municipio.re.it

www.sitambiente.it

www.dia.unict.it

www.fitodepurazionevis.it

www.aldolarcher.com