



ALTO TREVIGIANO SERVIZI s.r.l.
Montebelluna (TV)

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

RELAZIONE IDRAULICA

**IMPIANTO DI TRATTAMENTO PER
LOCALITA' SANTA CROCE
COMUNE DI NERVESA DELLA BATTAGLIA
RIFACIMENTO IMPIANTO CON NUOVO
CICLO DEPURATIVO**

Località:

Santa Croce

Comune di Nervesa della Battaglia

Progettista:

Cavallin ing. Eros

Timbro e firma:

DATA	REV.	DESCRIZIONE	CAPO COMMESSA	OPERATORE	RIESAME	VERIFICA	VALIDAZIONE	
21.01.2019	b	integrazioni	ing. E. Cavallin	Is	ec	ec	ec	Commessa: 7274
28.08.2018	a	prima emissione	ing. E. Cavallin	Is	ec	ec	ec	
DATA	REV.	DESCRIZIONE	CAPO COMMESSA	OPERATORE	RIESAME	VERIFICA	VALIDAZIONE	



TECNOHABITAT
ingegneria

Corte Maggiore 22/5 - 31044 Montebelluna (TV)
tel. 0423.601888
email: studio@tecnohabitingegneria.it
www.tecnohabitingegneria.it

STUDIO CON SISTEMA DI GESTIONE
DELLA QUALITA' CERTIFICATO n. 5341/01/S



INDICE

1	PREMESSA	2
2	CRITERI DI SCELTA	2
2.1	TIPOLOGIA D'IMPIANTO	2
2.2	SCELTA DEL RECAPITO3	
2.3	VASCHE SETTICHE4
2.3.1	DIMENSIONAMENTO VASCHE SETTICHE	6
2.4	FILTRO MECCANICO6
2.5	AREA DI FITODEPURAZIONE A FLUSSO VERTICALE7
2.5.1	FORMA	8
2.5.2	IMPERMEABILIZZAZIONE	8
2.5.3	MATERIALE DI RIEMPIMENTO	8
2.5.4	VEGETAZIONE	9
2.5.5	SISTEMA DI ALIMENTAZIONE.....	9
2.5.6	DIMENSIONAMENTO	10
2.6	SOLLEVAMENTO	12
2.7	VASSOIO DI EVAPOTRASPIRAZIONE	12
2.7.1	DIMENSIONAMENTO	13
2.8	DISINFEZIONE	14
2.9	LAGUNAGGIO	14
2.10	DATI ESSENZIALI	15
3	ANALISI NUMERICHE.....	16
3.1	POTENZIALITA' PRELIEVO IRRIGUO	16
3.2	POTENZIALITA' IMPIANTO DI EVAPOTRASPIRAZIONE	17
3.3	PORTATA METEORICA AL LAGUNAGGIO	17
3.4	PORTATA IN ARRIVO AL LAGUNAGGIO	18
3.5	INFILTRAZIONE SUPERFICIALE	18
4	CONCLUSIONI.....	21

1 PREMESSA

Con lo scopo di ripristinare l'ottimale funzionalità del depuratore in località Santa Croce, si sono prese in considerazione le varie metodologie di purificazione del refluo, in modo tale da individuare la soluzione che meglio si adatta.

I trattamenti biologici con impianti tecnologici, garantiscono efficienze di depurazione molto elevate nell'abbattimento del carico organico ed azotato dei reflui, con un ridotto ingombro; tuttavia tali impianti, rispetto a soluzioni estensive naturali come ad esempio la fitodepurazione, risultano avere costi di gestione più elevati e richiedono mano d'opera specializzata per la loro gestione.

2 CRITERI DI SCELTA

2.1 TIPOLOGIA D'IMPIANTO

Gli impianti di fitodepurazione rappresentano una delle tecniche più utilizzate nel mondo per depurare le acque reflue domestiche e non solo. Il depuratore oggetto del progetto, con un bacino d'utenza di circa 100 a.e. si classifica come un impianto delocalizzato sul territorio il quale minimizzando le reti fognarie, risulta conveniente sia in termini economici (se è vero che i grossi impianti hanno un costo per metro cubo di acqua depurata ridotto per effetto delle economie di scala, le fognature costano molto e vanno gestite) che ambientali, riducendo gli squilibri nel ciclo delle acque. Gli impianti tradizionali (fanghi attivi) mal si adattano a piccoli-medi centri perché risentono maggiormente delle variazioni di carico idraulico ed inquinante giornaliero, stagionale e richiedono una gestione condotta in maniera costante da personale specializzato; invece i sistemi di fitodepurazione in questi casi rappresentano una valida alternativa a basso costo sia di investimento che soprattutto di gestione, tollerano bene le fluttuazioni di carico, possono essere gestiti da personale non specializzato in maniera non continuativa. Principi che sono richiesti anche dalla vigente legge sulle acque (D.Lgs. 152/2006) che indica i sistemi di fitodepurazione come la soluzione maggiormente appropriata per scarichi provenienti da agglomerati al di sotto di 2000 abitanti, per scarichi caratterizzati da una fluttuazione del carico in ingresso, nonché come sistemi di trattamento terziario per utenze più grandi.

I costi di investimento iniziale di un impianto di fitodepurazione sono generalmente comparabili con le tecniche convenzionali (impianti a fanghi attivi) fino a circa 2 000 a.e., dopo di che le economie di scala e l'incidenza del costo del terreno possono incidere a favore di sistemi a fanghi attivi. In media si può considerare un costo di circa 300 €/m² di superficie utile, i costi possono variare in funzione sia della tipologia scelta e dell'obiettivo depurativo, sia della taglia dell'impianto (per impianti molto piccoli è più ragionevole pesare a costi di 350-400 €/m², sia in funzione del costo di fornitura e trasporto del materiale di riempimento).

I costi di gestione sono invece largamente inferiori rispetto ai sistemi a fanghi attivi, a causa soprattutto del nullo o ridotto impiego di energia elettrica. Generalmente si può considerare una media di 20 €/a.e. all'anno, contro costi di manutenzione e gestione di sistemi a fanghi attivi che per utenze al di sotto di 2.000 a.e. possono avere un incidenza almeno 5 volte superiore (50-100 €/a.e.). Inoltre va considerato che un sistema di fitodepurazione non richiede un presidio fisso né l'impiego di manodopera specializzata per la sua gestione, il che riduce ulteriormente gli oneri gestionali.

Per queste motivazioni si è scelto di optare per un impianto di fitodepurazione e successivo vassoio di evapotraspirazione per l'affinamento del refluo, un trattamento di disinfezione ed infine lo

stoccaggio dell'effluente in un bacino di lagunaggio a svuotamento periodico, anche per scopi agricoli.

2.2 SCELTA DEL RECAPITO

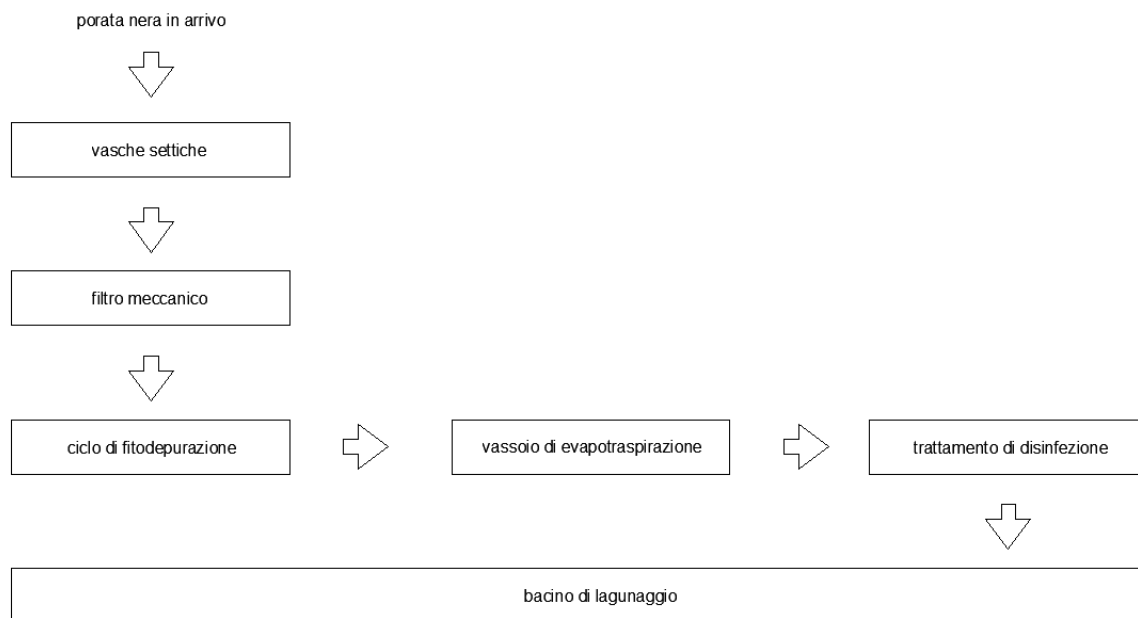
Attualmente il depuratore non ha uno scarico definito, ma a causa della sua sovra saturazione, le portate in arrivo scorrono in superficie sino a raggiungere il recapito della condotta delle acque meteoriche che passa adiacente al depuratore. Il recapito è ora costituito da una forra.

Essendo questa tipologia di scarico assimilabile ad uno scarico sul suolo profondo e non avendo i requisiti per tale scarico, si deve trovare un recapito alternativo alle portate in uscita dal nuovo depuratore. Non essendovi nelle vicinanze corpi recettori, si è ricercato un metodo alternativo.

Per allontanare le portate depurate si realizza un vassoio di evapotraspirazione, ma visti gli abitanti equivalenti da servire si necessiterebbe di una superficie troppo estesa per allontanare l'intera portata. Si realizza un vassoio di evapotraspirazione con una superficie di 240 m² e a valle un bacino di lagunaggio che immagazzini il volume e al contempo lo disperda attraverso le sponde non impermeabilizzate. Ipotizzando questa tipologia di recapito il refluo dovrà essere trattato sottostando ai parametri normativi riportati nel DM 12/06/2003 n. 185 "Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2, DLgs. 11 maggio 1999 n. 152. La tipologia di recapito scelta comprende l'allontanamento di quanto possibile attraverso l'evapotraspirazione fornita dal vassoio e dallo specchio d'acqua del lagunaggio. Una parte del volume invasato all'interno del bacino di lagunaggio viene disperso attraverso l'infiltrazione che si ha sulle sponde non impermeabilizzate. L'acqua rimanente all'interno del lagunaggio può essere utilizzata anche per l'irrigazione di soccorso effettuata dagli operatori agricoli.

DESCRIZIONE DEI TRATTAMENTI

La soluzione progettuale scelta prevede le sezioni di trattamento rappresentate nello schema seguente:



Le portate raccolte dalla rete della fognatura nera esistente, vengono intercettate 70 m a monte dell'arrivo attuale all'ex depuratore, questo perché il trattamento è posizionato nell'area adiacente ad esso. In questa area si realizza un terrazzamento sul quale vengono dislocati i vari passaggi di depurazione rappresentati nello schema. Nella tavola 2 si ha la disposizione planimetrica nei vari manufatti e le relative sezioni.

Successivamente alla depurazione l'effluente viene inviato al recapito finale, costituito da un bacino di lagunaggio ricavato nell'area adiacente al depuratore.

A monte delle vasche settiche e successivamente al trattamento di disinfezione al perossido d'idrogeno si prevedono i pozzetti per il campionamento dell'effluente. Con il primo pozzetto si potrà campionare e quindi monitorare i parametri della portata in arrivo, mentre con il campionamento nel secondo si hanno i dati successivi al passaggio nel depuratore, consentendo una perfetta taratura dell'impianto e l'immediata individuazione di eventuali problematiche.

Successivamente vengono analizzati nel dettaglio e dimensionati i vari step dell'impianto di depurazione.

2.3 VASCHE SETTICHE

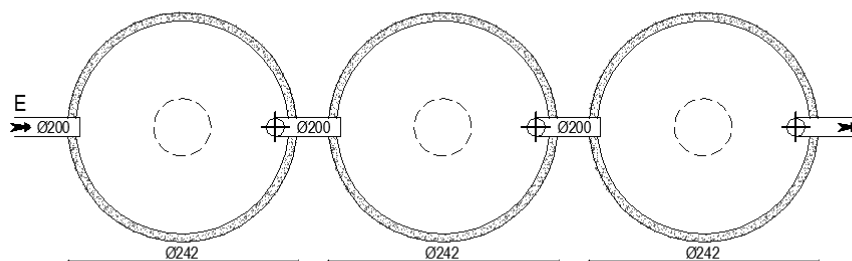
Le vasche settiche sono vasche in cui si ottiene la parziale chiarificazione del liquame influente e la più o meno completa digestione del fango sedimentato. Negli impianti di piccole dimensioni, come quello in esame, le rende delle valide alternative alla sedimentazione primaria. Lo scopo di impiego è di ottenere un effluente quanto più chiarificato e compatibile con i successivi trattamenti depurativi.

Figura 1. Schema dell'impianto di depurazione

Il fango non è mai completamente digerito per cui deve essere opportunamente trattato prima dello smaltimento.

Al loro interno avvengono processi di fermentazione anaerobica dove si accumulano sul fondo le sostanze sedimentabili sotto forma di fango e in superficie le sostanze a basso peso molecolare sotto forma di crosta; le sostanze galleggianti sono spinte in alto anche dai numerosi gas che si liberano dal fango a seguito dei processi anaerobici sul fondo. Questi gas, che salgono dal fondo, disturbano la zona superiore di sedimentazione della fossa settica e di conseguenza una parte dei solidi sospesi sedimentabili è trascinata dai gas verso l'alto per poi uscire con l'effluente (mentre con una buona sedimentazione i solidi sospesi sedimentabili sono rimossi quasi per intero). Una soluzione può essere la compartimentazione, cioè la suddivisione in due o tre camere della fossa settica. La compartimentazione migliora le caratteristiche dell'effluente in modo significativo perché buona parte dei solidi sedimentabili si accumula nel primo comparto.

PIANTA



SEZIONE

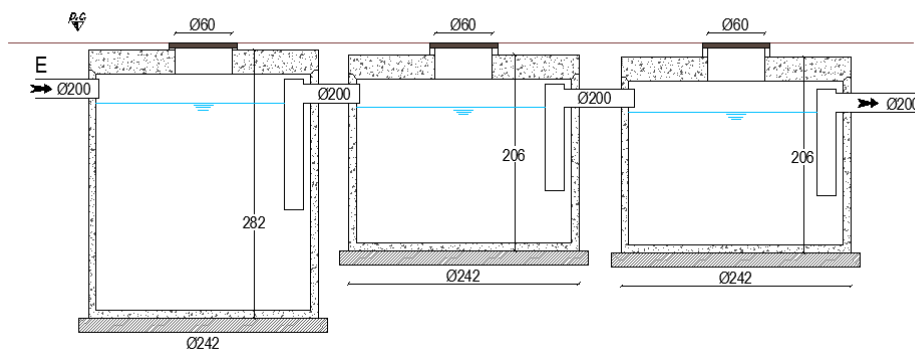


Figura 2: Schema tipo delle 3 vasche settiche

Le differenze tra la fossa biologica Imhoff e la vasca settica sono evidenti nella struttura, ma soprattutto nella qualità dell'effluente, per questo nella scelta si deve tener conto di ciò che sta a valle. Nelle vasche Imhoff possiamo notare la presenza di due comparti, uno superiore ed uno inferiore. In quello superiore avviene la sedimentazione, mentre in quello inferiore la digestione anaerobica con un affluente che mette in comunicazione i due dispositivi permettendo di avere un efficiente risultato di depurazione. Il refluo che esce dalle vasche Imhoff ha caratteristiche già parzialmente depurate e può direttamente essere immesso all'interno del terreno (se concesso) con una canalizzazione apposita, definita a subirrigazione. L'effluente prodotto dunque è meno settico, e

parzialmente digerito, mentre per un buon funzionamento dei sistemi di fitodepurazione a flusso verticale, il refluo deve contenere ancora una buona carica organica.

Nel caso in esame si ricorre ad una serie di vasche comunicanti (in modo tale che il maggior quantitativo di fanghi sia trattenuto nella prima vasca) dotate di particolari dispositivi di collegamento tra esse (in modo da limitare la fuoriuscita di fanghi e di schiume con l'effluente). Nel caso specifico i collegamenti sono realizzati per mezzo di tubazioni a T.

I processi di degradazione anaerobica cui sono soggetti i fanghi accumulati sul fondo delle vasche settiche non determinano sempre la completa degradazione della sostanza organica a metano ed anidride carbonica, ma spesso si limitano solo all'idrolisi e alla fermentazione acida. Ne consegue che intermedi di reazione (soprattutto acido acetico e propionico vengano rilasciati dal fango al liquame effluente). Le vasche settiche mostrano quindi un'ampia, ma variabile, rimozione dei solidi sospesi accoppiata ad una ridotta rimozione del BOD₅. Questa loro caratteristica le rende ottimali per l'accoppiamento con impianti di fitodepurazione a flusso verticale.

Dato che l'accumulo dei fanghi e delle sostanze galleggianti determina la riduzione del volume d'accumulo di vasca a disposizione del liquame ed il peggioramento delle caratteristiche dell'effluente, periodicamente (ogni 6-12 mesi circa) si ricorre all'estrazione dei fanghi e delle schiume.

2.3.1 DIMENSIONAMENTO VASCHE SETTICHE

Le vasche settiche vengono dimensionate con un tempo di permanenza minimo dei fanghi di 12 ore e medi di 24 ore. Facendo riferimento al caso in esame, il numero di abitanti equivalenti è pari a 100 con una dotazione di 200 l*ab/g, dovendo garantire una capacità minima di 200 l/ab all'interno delle vasche, si ottiene un volume di 20 m³.

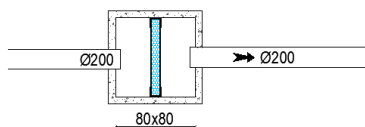
Si installano tre vasche settiche circolari prefabbricate disposte in serie. Le vasche realizzate in cemento armato hanno un diametro esterno di 2.42 m e una profondità utile di 2.15 m per la prima vasca, la quale conterrà la maggior parte dei fanghi, mentre le due successive hanno una profondità utile di 1.40 m. I collegamenti vengono realizzati mediante tubi in PVC rigido tipo SN8 con diametro esterno 200 mm. Le tubazioni in uscita dalle vasche hanno una conformazione a T in modo tale che l'effluente non sia composto da una parte del materiale galleggiante.

2.4 FILTRO MECCANICO

Le aree di fitodepurazione sono particolarmente sensibili all'accumulo dei solidi sospesi, specialmente se non biodegradabili, perché tutto il liquame è mantenuto all'interno del sistema fino alla completa evapotraspirazione (le piante a dimora sui vassoi assorbono, essenzialmente, solo parte dei solidi disciolti). Quindi aumenta la vita utile delle vasche di fitodepurazione se, alla fine della fossa settica o in un pozzetto successivo, s'inserisce un filtro che rende più affidabile ed efficace

Impianto di trattamento per località Santa Croce comune di Nervesa della Battaglia,
rifacimento impianto con nuovo ciclo depurativo
- relazione idraulica -

PIANTA



SEZIONE

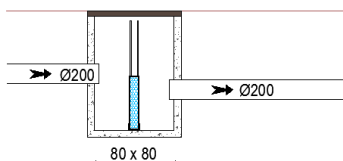


Figura 3: Schema tipo del pozzetto con filtro

la rimozione dei solidi. Per questo motivo, successivamente al blocco di sedimentazione primaria, si inserisce un pozzetto con al interno un filtro che vaglia l'effluente evitando l'arrivo alle vasche di fitodepurazione di eventuali residui di sedimentazione.

Si utilizza un pozzetto 80x80 cm in cui l'eventuale residuo solido, viene intercettato da un filtro poliuretano a celle calibrate dello spessore di 10 cm. Il filtro verrà installato in un telaio in modo che la sua estrazione a ghigliottina sia agevole, rendendolo di facile manutenzione.

2.5 AREA DI FITODEPURAZIONE A FLUSSO VERTICALE

L'effluente vagliato dal filtro giunge a gravità nel primo stadio di fitodepurazione, dove per mezzo di una maglia di tubazioni viene distribuito uniformemente sull'intera superficie della vasca.

I trattamenti di fitodepurazione sono trattamenti di tipo biologico in cui essenze arboree, che si sviluppano in corpi idrici artificiali a lungo tempo di ritenzione idraulica o in terreni saturi d'acqua, hanno un ruolo chiave nella depurazione delle acque reflue per l'azione diretta e/o per azione dei batteri che colonizzano sui loro apparati radicali e rizomatosi. Lo scopo è quello di ottenere la rimozione e / o stabilizzare la sostanza organica e la rimozione dei nutrienti.

In particolare i sistemi di fitodepurazione a flusso verticale (vertical flow bed system) rappresentano l'evoluzione della fitodepurazione a flusso orizzontale grazie all'adozione di principi e tecniche realizzative innovativi. Il principio di base dei sistemi di fitodepurazione a flusso verticale risiede nell'utilizzo della naturale capacità depurante dei suoli e della biomassa microbica presente. La biomassa batterica responsabile dei processi di degradazione aderisce a supporti fissi, ottenendo, contestualmente alla rimozione del carbonio, la nitrificazione dell'azoto ammoniacale, nonché la denitrificazione dell'azoto nitrico. L'elevata permeabilità del substrato garantisce una costante aerazione (maggiore di quella ottenibile nella fitodepurazione orizzontale) e quindi un'elevata ossidazione e degradazione della sostanza organica e degli inquinanti anche nel periodo invernale (la velocità di diffusione fisica dell'ossigeno nel substrato ghiaioso è di circa 10.000 volte più elevata che non nell'acqua).

La presenza di piante consente di proteggere il sistema dalle basse temperature invernali mantenendo una elevata efficienza depurativa anche con temperature esterne di -10° C; di assorbire le sostanze minerali rese disponibili nel corso del processo di degradazione microbica (N-Azoto, P-Fosforo, etc), di assicurare mediante il sistema radicale ed i suoi essudati organici una microfauna batterica con maggiore spettro di azione arricchendo in questo modo le capacità di degradazione e

rimozione degli inquinanti del sistema. Si attua così il processo di depurazione che consente di restituire all'ambiente un'acqua depurata anche sotto il profilo chimico-batteriologico.

2.5.1 FORMA

Per i sistemi a flusso verticale non esistono particolari vincoli nella scelta della forma del bacino, a differenza di quanto accade per i sistemi a flusso orizzontale. L'importante è assicurare una uniforme distribuzione del liquame su tutta la superficie. Tale condizione può essere garantita attraverso la disposizione di sistemi di distribuzione dotati di un certo grado di simmetria; di conseguenza anche la forma della vasca dovrà possedere caratteristiche di simmetria analoghe. Al fine di massimizzare i rendimenti depurativi è necessario alimentare il sistema in modo discontinuo, lasciando tra una carica e l'altra il tempo adeguato per la percolazione del liquame e la successiva areazione. Soprattutto per impianti di dimensioni significative può essere importante garantire un funzionamento continuo prevedendo la possibilità di frazionamento del sistema in più vasche o settori alimentati in modo alternato.

Nel caso in esame si utilizza una vasca di forma trapezoidale ed una pianta che si adatti ai terrazzamenti in modo tale da occupare la minor superficie possibile lungo il pendio. Questa forma non va a precludere la funzionalità dell'impianto ma solo a minimizzare la superficie.

2.5.2 IMPERMEABILIZZAZIONE

Per evitare fenomeni di inquinamento del sottosuolo, i bacini di fitodepurazione devono essere provvisti di adeguati sistemi di impermeabilizzazione. A tale scopo possono essere impiegate geomembrane sintetiche (PEAD, PVC, PP) o bentonitiche, di spessore variabile fra 0.5 e 2 mm, e collegate tramite saldature o sormonti. La possibilità di utilizzare terreno argilloso, pur presentando indubbi vantaggi di tipo economico, è limitata dalla permeabilità del terreno stesso i cui valori devono essere molto bassi (indicativamente pari a $K_s < 10^{-8}$ m/s, e con la quota di falda a non meno di un metro sotto la base del letto - Cooper, 1993). Infine, l'isolamento del sistema può essere realizzato anche ricorrendo a manufatti in cemento ma, per gli elevati costi di realizzazione e dismissione, nonché per motivi di sicurezza, di tenuta idraulica e, quindi, di compatibilità ambientale, tale modalità è sconsigliabile.

In questo caso lo scavo verrà isolato per mezzo di una geomembrana sintetica in PEAD.

2.5.3 MATERIALE DI RIEMPIMENTO

Il materiale di riempimento (o medium di riempimento) ha un ruolo fondamentale nell'efficienza depurativa di un impianto di fitodepurazione in quanto, oltre a fornire supporto alla vegetazione, svolge la funzione di filtro meccanico e chimico per alcune sostanze contenute nel refluo; per questo la scelta del tipo di medium è strettamente correlata alle caratteristiche del liquame che si deve depurare. Il medium di riempimento dovrà essere costituito da materiale il più possibile rotondeggiante omogeneo, proveniente da rocce compatte, resistenti, non gessose né gelive, non contenente elementi di scarsa resistenza meccanica, sfaldati o sfaldabili. Il materiale dovrà, inoltre, essere scevro da materie terrose, sabbia o comunque materie eterogenee. In superficie è consigliabile disporre uno strato di ghiaia, con uno spessore minimo di 10 cm (e comunque dipendente dal sistema di alimentazione scelto), a granulometria medio-fine per ottenere una più efficace distribuzione del refluo su tutto lo strato di sabbia sottostante; sul fondo è invece importante prevedere uno strato di almeno 15 cm di ghiaia grossolana (25-50 mm), per evitare che i grani di sabbia ostruiscano il sistema di drenaggio. Lo strato di sabbia dovrà essere sufficientemente

spesso da permettere al suo interno lo sviluppo delle radici della specie vegetale prescelta e, comunque, non inferiore a 30 cm. Particolarmente importante risulta l'esame qualitativo del materiale di riempimento al momento della fornitura. La sabbia dovrà essere scevra da materie terrose o organiche, essere preferibilmente di qualità silicea (in subordine quarzosa, granitica o calcarea), di grana omogenea, stridente al tatto, derivante da rocce con alta resistenza alla compressione, eventualmente lavata per l'eliminazione di sostanze nocive. A seguito di prove di decantazione in acqua la perdita in peso non dovrà superare il 2%.

2.5.4 VEGETAZIONE

La propagazione delle specie vegetali può avvenire attraverso la semina, la piantagione dei rizomi o di essenze vegetali di varie dimensioni (o livelli di crescita). La semina richiede tempi più lunghi per la crescita delle piante e per raggiungere la completa ed uniforme copertura del sistema. Per questi motivi è generalmente consigliabile adottare le altre modalità. Nel caso specifico delle macrofite radicate come *Pragmites*, la tecnica d'impianto è rappresentata dal trapianto di piantine con pani di terra (con densità di circa 3-4 piantine/m²) in primavera e dall'interramento di cespi (2/m²) o di rizomi (4-5 m²) di circa 15-20 cm di lunghezza in autunno. Le porzioni di rizoma dovranno essere inserite nel medium di crescita (ghiaia) ad una profondità di circa 15 cm. Per i sistemi a flusso sommerso, nel caso di messa a dimora di piante già sviluppate (con parte aerea), si consiglia una densità di 4 unità/m², mentre per i sistemi a flusso libero si deve tenere presente le esigenze ecologiche delle essenze utilizzate. La messa a dimora è un'operazione delicata che, al fine di ottenere un rapido ed uniforme attecchimento delle specie vegetali selezionate, deve essere eseguita in modo da ridurre i rischi di competizione da erbe infestanti, contenere i problemi conseguenti all'insorgere di malattie e prevenire i problemi di rischio climatico.

Le piante impiegano circa 2 anni per raggiungere il completo sviluppo e per il raggiungimento da parte dell'apparato radicale della massima profondità. Lo sviluppo dei rizomi orizzontali consente la totale copertura dell'impianto di fitodepurazione già a partire dal secondo anno vegetativo.

Al fine dell'ottenimento del massimo risultato in termini fitodepurativi e contestualmente anche estetici è consigliabile la piantumazione di specie diverse. Tale soluzione è volta sia a favorire l'accrescimento e lo sviluppo delle piante più idonee all'area di intervento sia a consentire uno sviluppo della vegetazione ed una fioritura distribuiti nel corso della stagione vegetativa.

Si possono considerare le seguenti essenze vegetali abbinate alla relativa stagione di sviluppo, per quanto riguarda la primavera, *Zantedeschia* e *Iris levigata*, per l'estate *Canna indica* e *Hosta* per l'autunno *Cotoneaster horizontalis* e per mantenere attivo il sistema anche in inverno *Miscanthus sinensis*.

2.5.5 SISTEMA DI ALIMENTAZIONE

L'alimentazione dei sistemi verticali è alla base del buon funzionamento e dell'efficienza depurativa dei sistemi di fitodepurazione a flusso verticale. L'alimentazione deve essere discontinua e l'intervallo minimo tra un'alimentazione e l'altra deve essere fissato in base alle caratteristiche del medium di riempimento prescelto.

La modalità di alimentazione discontinua richiede l'utilizzo di un sifone di cacciata o, molto più spesso, di un sistema di pompaggio. I sifoni generalmente utilizzati, perché più adatti alle caratteristiche di reflui civili, sono quelli di tipo "Milano". Le pompe comunemente utilizzate sono centrifughe sommergibili, con girante monocanale o a vortice con girante arretrata, adatte alla

gestione di acque contenenti solidi sospesi anche di grandi dimensioni. Per sistemi di taglia più grande è consigliabile l'utilizzo di sistemi di sollevamento separati per ogni vasca, oppure il ricorso ad una modalità di alimentazione dei letti alternata, realizzabile tramite l'impiego di elettrovalvole e di una centralina di comando.

Il sistema di alimentazione delle vasche deve garantire una uniforme distribuzione del refluo sulla superficie. La conformazione geometrica dovrà, quindi, essere caratterizzata da un alto grado di simmetria, in modo che ogni punto di immissione del refluo vada ad alimentare un'area del sistema della stessa estensione. Generalmente i sistemi di alimentazione di impianti a flusso verticale

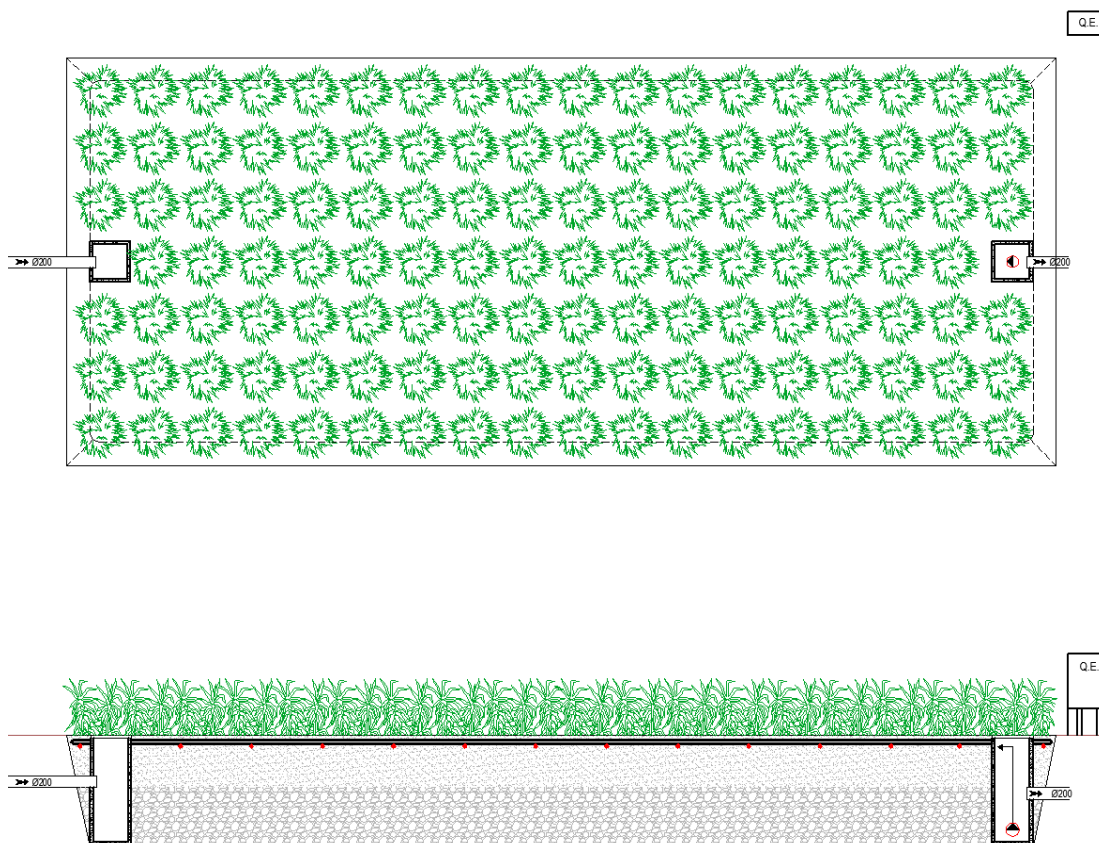


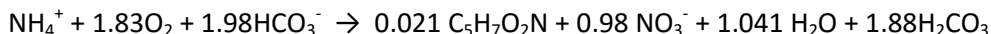
Figura 4: Schema tipo di un impianto di fitodepurazione

vengono realizzati tramite tubazioni in PE o PVC per condotte di scarico. L'uscita del refluo avviene praticando dei forellini di 2-4 mm sulla parte inferiore delle tubazioni. Il sistema di raccolta delle acque trattate nei sistemi a flusso verticale, analogamente a quello dei sistemi a flusso orizzontale, è realizzato posizionando una tubazione microforata (o un sistema di tubazioni) sul fondo del bacino e assicurando una pendenza minima (1-2%) del fondo verso essa, per favorire l'allontanamento dell'effluente.

2.5.6 DIMENSIONAMENTO

Il dimensionamento dei sistemi a flusso sommerso verticale è eseguito in base alla richiesta di ossigeno necessario per l'ossidazione del BOD₅ e dell'ammonio contenuti nel refluo da trattare. Considerando un corretto valore del coefficiente di areazione superficiale è possibile calcolare l'area superficiale del sistema, aumentandola del 25% in via cautelativa. In letteratura il valore del coefficiente di areazione superficiale risulta pari a 30 grammi di O₂ per m² di superficie (Brix, 1998). Il

fabbisogno di ossigeno per l'ossidazione del BOD₅ è pari a 1.0 Kg di O₂ per kg di BOD₅, mentre per l'ammonio sono necessari 4.3 kg di O₂ per Kg di NH₄⁺ da ossidare (Cooper, 1996), sulla base della stechiometria della reazione complessiva di ossidazione e sintesi del processo di nitrificazione biologica:



Per cui l'area superficiale di un sistema VF può essere determinata utilizzando la seguente espressione:

$$K_a \text{ OD As } 1.25$$

dove OD (Oxygen Demand) è il fabbisogno di ossigeno calcolato e K_a è il coefficiente di areazione superficiale. Il calcolo della richiesta di ossigeno proposto da C. Platzer nel 2000, tiene conto di:

- rimozione del COD dell' 85 %
- consumo di ossigeno di 0.7 g O₂/g COD.
- richiesta di ossigeno per la nitrificazione calcolata con 4.3 g O₂/g TKN.
- recupero di ossigeno per denitrificazione di 2.9 g O₂/g NO₃-Ndenitr assumendo una denitrificazione del 10%.

Nelle "Linee Guida" tedesche per la realizzazione di sistemi verticali per utenze civili (ATV, 1998), è indicato il valore massimo di 50 g/m² al giorno per il carico organico in ingresso al sistema espresso come COD.

Dovendo servire un bacino d'utenza di 100 a.e. si è calcolata una superficie di 120 m². La vasca ha una profondità di 1.90 m e una forma trapezoidale (Tavola 2), la prima con una lunghezza di circa 13.00 m e base maggiore di 9.50 m .

Una volta rettificato, lo scavo deve essere isolato per mezzo di una geomembrana sintetica in PEAD.

Sul fondo del bacino viene posta la conduttura di captazione che raccoglie le acque depurate, tale tubazione è costituita da un tubo forato del tipo drenante in PVC Ø 160 mm. La tubazione convoglia le acque in un pozzetto 60x60 cm, posizionato all'uscita del bacino, ove all'interno viene posta una elettropompa la quale regola il livello idrico all'interno del letto, e fa ricircolare il refluo più volte al suo interno fino all'ottenimento del livello di depurazione desiderata.

Successivamente viene posto il materiale di riempimento (medium) costituito da ghiaia fine lavata di granulometria 4 – 8 mm. Lo spessore del medium è di circa 1.5 m.

Sopra questo strato drenante vengono posate le tubazioni di adduzione costituite da tubi in P.V.C. (UNI 302 – 303) o polietilene con diametro 10 – 12 cm, su cui si sono praticati dei fori alla distanza di circa 1 m l'uno dall'altro. Per evitare che l'apparato radicale delle piante ostruisca i fori succitati è opportuno inserire le tubazioni di adduzione in tubi corrugati forati del tipo normalmente usati per i drenaggi.

Il sistema di distribuzione del liquame deve permettere una uniforme irrorazione dello strato filtrante per cui le tubazioni vengono poste a bracci alla distanza di circa 1 m l'una dall'altra.

Le tubazioni dovranno essere ricoperte da un ulteriore strato di ghiaia per uno spessore di 10–15 cm. In questo strato di ghiaia vengono poste a dimora le piante, privilegiando nella scelta, essenze già presenti nell'ambiente limitrofo all'impianto onde consentire un migliore adattamento alle condizioni meteo – climatiche. Nella formazione del livellamento finale è opportuna la costituzione di piccoli argini perimetrali per impedire l'ingresso di acque meteoriche.

2.6 SOLLEVAMENTO

Il troppo pieno da cui fuoriesce il refluo trattato del impianto di fitodepurazione è posto a -1.10 cm dal piano campagna, mentre il fondo della condotta del vassoio di evapotraspirazione è a -0.70 cm dal piano campagna. Al fine di contenere il volume degli scavi, si sono volute allineare le sommità dell'impianto di fitodepurazione e del vassoio di evapotraspirazione, si è dunque dovuto inserire un sollevamento per compensare le differenze altimetriche.

Viste le portate contenute all'interno dell'impianto al stazione di sollevamento è costituita da un pozzetto in cls prefabbricato avente dimensioni interne 80x80x160 cm. Con un volume utile di circa 0,5 m³ si ipotizza l'istallazione di una pompa centrifuga sommergibile, con girante monocanale o a vortice con girante arretrata, adatta alla gestione di acque contenenti solidi sospesi. La portata nominale della pompa dovrà essere di circa 1 l/s. Nel pozzetto vengono installati i relativi sensori di livello in modo da poter attivare e disattivare la pompa quando necessario. I comandi di gestione della pompa verranno installati nel quadro generale di gestione di tutti i sistemi elettromeccanici presenti all'interno del nuovo impianto di depurazione.

2.7 VASSOIO DI EVAPOTRASPIRAZIONE

Una volta compiuti i cicli necessari alla depurazione all'interno delle vasche di fitodepurazione l'effluente viene inviato al vassoio di evapotraspirazione.

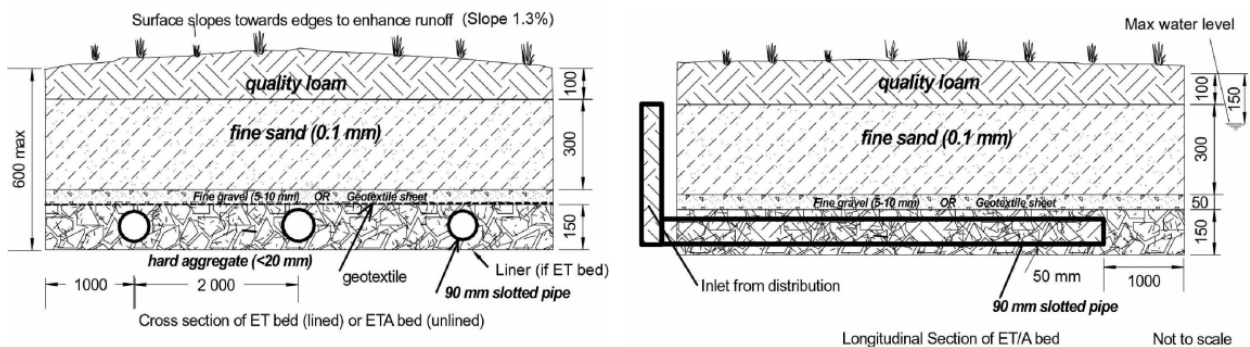


Figura 5 : Schema della stratigrafia di un vassoio di evapotraspirazione

Quest'ultimo è costituito da un vassoio assorbente che smaltisce il liquame per evapotraspirazione; I letti ad ET totale, in genere, sono piantumati e composti essenzialmente da tre zone (disposte in verticale):

- una zona di distribuzione del liquame costituita, da ghiaia e tubi di distribuzione;
- una zona dove la risalita capillare, che causa l'ascesa dell'acqua dal livello liquido del liquame (nei vassoi) agli strati superficiali (dove avviene l'evaporazione), sia tale da rendere massima l'evaporazione; inoltre la risalita capillare tende ad aumentare il contenuto d'acqua del riempimento anche in prossimità delle radici più superficiali che più facilmente sono in carenza d'acqua, favorendo in questo modo, anche la traspirazione; questa zona solitamente è costituita da sabbia;
- uno strato di copertura con una granulometria mediamente più fine della sabbia costituito, da suolo franco o una miscela di suolo franco e sabbia; la funzione di questa zona è quella di elevare il refluo alla superficie, di diminuire la percentuale di pioggia che si infila nei vassoi

(poiché il suolo franco è meno permeabile della sabbia), ma allo stesso tempo di non diminuire significativamente l'evaporazione (quindi se diminuisce la permeabilità dello strato di copertura è opportuno che diminuisca anche lo spessore dello strato), di fornire supporto e aiuto alle piante poiché tali tessiture sono più coesive rispetto alla sabbia (quindi offrono un miglior ancoraggio alle radici) e migliorano lo sviluppo vegetativo.

2.7.1 DIMENSIONAMENTO

La superficie necessaria ai sistemi ad ET è molto influenzata dal clima locale del sito di installazione dell'impianto (perché varia l'evapotraspirazione locale che rappresenta l'unico meccanismo di rimozione del refluo); per USEPA (2002) i sistemi ET sono fattibili in aree in cui la precipitazione annuale è minore dell'evaporazione annuale e per evitare rischi di overflow (cioè che il liquame saturi e poi esca dalla superficie dei vassoi assorbenti oppure da uno scarico di emergenza di troppo pieno). Il calcolo dell'area necessaria ai vassoi assorbenti si determina con un bilancio idrico e, affinché non ci sia overflow, deve essere fatto almeno su 10 anni di dati (USEPA, 2002). Nel bilancio si considera, essenzialmente, che tutta la pioggia caduta sui letti assorbenti s'infiltra e perciò deve essere evapotraspirata (USEPA, 1980).

L'evapotraspirazione annuale da vassoi assorbenti piantumati è maggiore di quella da vassoi non piantumati; i vassoi assorbenti piantumati con manti erbosi o erba medica, nel periodo freddo, evapotraspirano una quantità di acqua minore o uguale rispetto ai vassoi non piantumati (USEPA, 2000). Arbusti e piccoli alberi piantati sui letti assorbenti migliorano l'ET nel periodo di attività vegetale (nel periodo caldo) e ostacolano l'ET nel periodo in cui la pianta è dormiente (nel periodo freddo) (USEPA, 2002). Inoltre risulta che l'evapotraspirazione da un letto ad ET piantumato con alcune specie di arbusti sempreverdi, rispetto a quella da un letto con suolo nudo, è leggermente più alta in tutto l'anno (USEPA, 2000). Si è quindi preferita la piantumazione di essenze arboree sempreverdi.

La superficie del vassoio di evapotraspirazione è di circa 240 m². Il liquame in arrivo ai letti assorbenti è distribuito nelle tubazioni di dispersione tramite un pozzetto 60x60 ripartitore del liquame dalla quale parte una condotta principale in PVC con diametro 110 mm per poi servire le varie linee con diametro di 90 mm. Il fondo dello scavo deve essere in orizzontale in tutte le direzioni (per favorire la distribuzione uniforme del liquame).

Il vassoio di evapotraspirazione ha un fondo costituito da una guaina impermeabile, dunque non vi è contatto tra il terreno ed il vassoio di evapotraspirazione. Si consiglia uno strato di sabbia, idealmente di 50 mm, sul fondo dello scavo per non incorrere in eventuali punture della geomembrana utilizzata per l'impermeabilizzazione del sistema ad evapotraspirazione. È opportuno uno strato di ghiaia fine o un geotessile sopra la strato di ghiaia per impedire che la sabbia fine vada a riempire i vuoti della ghiaia. Il diametro (equivalente) 0.1 mm della sabbia fine è riferito al d50. Per sfruttare al meglio la risalita capillare la massima profondità dei vassoi è opportuno che non superi i 60 cm, per questo si adotta una profondità di 60 cm. Le tubazioni drenanti che irrorano l'effluente sul fondo del vassoio hanno un diametro di 90 mm.

La tubazione principale del vassoio di evapotraspirazione termina all'interno di un pozzetto, in cui vi è un setto che determina il livello all'interno del vassoio. La portata che sormonta il vassoio di evapotraspirazione viene inviata al pozzetto di disinfezione.

Utilizzando questo sistema di troppopieno, non si avranno più le situazioni di sovra saturazione, e quindi la formazione di zone acquitrinose e maleodoranti come per il caso del ex depuratore.

2.8 DISINFEZIONE

Per poter rendere la portata effluente dall'impianto di depurazione infiltrabile nel sottosuolo ed utilizzabile per scopo irriguo si deve effettuare un trattamento di disinfezione. Vi sono varie tipologie di disinfezione, le quali impiegano diverse tecnologie, necessitano di diversi gradi di manutenzione e dispendio di risorse. Viste le caratteristiche che contraddistinguono la tipologia d'impianto oggetto della progettazione, si è scelta una metodologia di disinfezione affidabile, a basso onere di manutenzione e che non comporti la realizzazione di manufatti che vadano a stravolgere l'organizzazione del impianto.

L'impianto di disinfezione finale al perossido di idrogeno è composto da una vasca di accumulo, in cui avviene la miscelazione, e di una stazione di dosaggio. La vasca di accumulo è costituita da un pozzetto 150x150x150 cm prefabbricato in c.a., dotato di soletta di copertura carrabile e di chiusini di ispezione carrabili in ghisa sferoidale. Volume utile complessivo 2,25 m³. La stazione di dosaggio è alloggiata in un pozzetto 60x60x120 cm prefabbricato in c.a., dotato di soletta di copertura carrabile e di chiusini di ispezione carrabili in ghisa sferoidale. La stazione di dosaggio è composta da un contenitore di forma cilindrica verticale, autoportante a fondo piano, realizzato in PE, con capacità di 120 lt. Dotato di indicatore di livello, di boccaporto di carico filettato, di uno di scarico, di valvola di sfiato, di una pompa dosatrice di un agitatore e di una lancia di aspirazione. Essendo il funzionamento del vassoio di evapotraspirazione a gravità, ed essendo il suo afflusso d'acqua comandato dalla stazione di sollevamento, la pompa dosatrice verrà attivata ad ogni all'attacco della pompa, istante in cui dell'acqua inizierà a defluire nel vano di miscelazione. L'impianto di disinfezione è dimensionato per una portata massima di 1 l/s.

La molecola del perossido di idrogeno contiene un atomo di ossigeno supplementare, rispetto alla molecola di acqua più stabile. Il legame fra i due atomi di ossigeno, il cosiddetto legame perossido, si rompe quando si formano due radicali H-O°. Tali radicali reagiscono rapidamente con altre sostanze, mentre si formano nuovi radicali ed avviene una reazione a catena.

La soluzione di perossido di idrogeno assomigliano all'acqua e possono essere dissolte in acqua senza sosta. La quantità di perossido di idrogeno in soluzione è espressa in peso percentuale. Per il trattamento delle acque vengono usate concentrazioni di perossido di idrogeno di 35 o 50 %.

Gli inquinanti sono decomposti dai radicali liberi dell'ossigeno e rimane soltanto l'acqua. I radicali liberi svolgono sia attività ossidative che di disinfezione. Il perossido di idrogeno elimina le proteine tramite l'ossidazione rimuovendo adeguatamente i microorganismi.

Al contrario di altre sostanze chimiche, il perossido di idrogeno non produce composti o gas.

Il perossido di idrogeno è un formulato stabilizzato ad azione biocida. L'azione sinergica dei differenti principi attivi consente di sanificare le acque, prevenire efficacemente la formazione di biofilm nonché di bonificare impianti precedentemente contaminati. Si è mostrato particolarmente efficace nei confronti dei batteri del genere legionella, e rappresenta quindi un eccellente additivo per i trattamenti di prevenzione delle patologie generate da questi organismi. Il trattamento non lascia alcun residuo inquinante nelle acque né causa sapori od odori molesti.

2.9 LAGUNAGGIO

Successivamente alla detenzione nel vano di disinfezione la portata depurata e non allontanata dal vassoio di evapotraspirazione giunge al bacino di lagunaggio.

La portata prima di arrivare al bacino di lagunaggio attraverso una condotta in PVC SN8 con diametro esterno 200 mm passa in un pozzetto predisposto per il prelievo dei campioni per le analisi e successivamente in un pozzetto adibito a pozzo per il prelievo di portate irrigue. Sul fondo di questo

ultimo pozzetto parte una condotta in CLS armato con diametro 500 mm che collega il fondo dell'invaso, permettendo il prelievo oppure lo svaso. Il bacino di lagunaggio viene dunque alimentato dal fondo.

L'invaso è suddiviso in un primo vaso profondo impermeabilizzato avente una profondità di 1.30 m e una superficie del fondo di 30 m², una superficie del pelo libero di circa 100 m² con una volumetria di circa 100 m³. La seconda parte dell'invaso non è impermeabilizzata, ha un'altezza di massimo vaso di 1,00 m, una superficie del pelo libero al massimo vaso di circa 360 m² e una volumetria di circa 220 m³. Il bacino di lagunaggio ha quindi circa un volume d'invaso complessiva di 320 m³. Il volume profondo viene impermeabilizzato con lo stesso materiale utilizzato per impermeabilizzare il fondo delle vasche di fitodepurazione e del vasoio di evapotraspirazione.

L'invaso profondo e quello superficiale vengono suddivisi da una corona di massi, i quali delimitano l'area e mantengono l'impermeabilizzazione salda.

Per la parte di vaso profondo si realizza uno scavo mentre l'area d'escursione dell'invaso superficiale si realizza creando un argine a sud mentre si sfrutta la pendenza del terreno della parte a nord est e ovest dell'invaso. Si realizza un argine anche nella parte a nord in modo da evitare l'ingresso delle acque piovane.

Al fine di facilitare il richiamo della fauna volatile, nell'area di lagunaggio superficiale sono previste delle piante acquatiche.

Il pozzetto di prelievo è posizionato all'interno di una piazzola nella quale sono facilitate le manovre per i trattori con cisterna. Da questo piazzale parte un sentiero in erba delimitato da una staccionata che costeggia il lagunaggio.

2.10 DATI ESSENZIALI

Abitanti equivalenti di progetto	100 A.E.
Dotazione	200 l/ab g
Volume vasche settiche	20 m ³
Estensione fitodepurazione	120 m ²
Estensione vasoio di evapotraspirazione	240 m ²
Volume lagunaggio profondo	100 m ³
Volume lagunaggio superficiale	220 m ³

3 ANALISI NUMERICHE

3.1 POTENZIALITA' PRELIEVO IRRIGUO

Al fine di valutare la potenzialità dell'area al consumo del volume idrico stoccato, si è eseguita un'analisi spaziale individuando le aree coltivate limitrofe al nuovo depuratore e suddividendole per distanza effettivamente percorsa per raggiungere l'invaso.

Si riportano in tabella i risultati:

Distanza percorsa	Ettari coltivati non serviti
1 km	7.69 (ha)
2 km	68.89 (ha)
3 km	132.18 (ha)
4 km	192.90 (ha)
5 km	251.59 (ha)

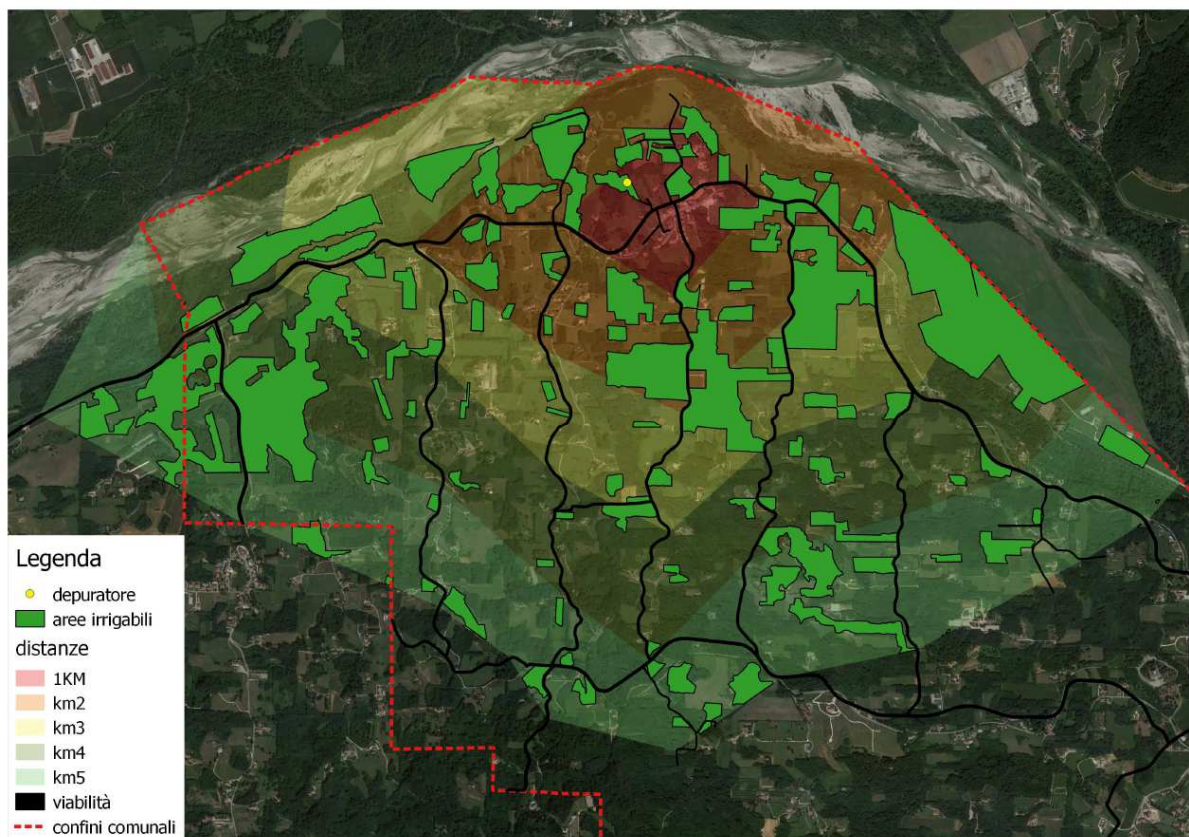


Figura 6 : Localizzazione aree irrigabili

3.2 POTENZIALITA' IMPIANTO DI EVAPOTRASPIRAZIONE

Al fine di valutare la potenzialità del vasoio di evapotraspirazione si effettua un'analisi sulle portate che riesce ad allontanare, al fine di valutare il volume di acqua depurata affluente al volume d'invaso. Si effettua la proiezione sia per i 30 abitanti equivalenti attualmente serviti dall'impianto e per i potenziali 100 abitanti equivalenti.

	30 A.E.	100 A.E.	
Refluo prodotto			
periodo estivo	4.32	14.4	m ³ /g
periodo invernale	2.88	9.6	m ³ /g
Dispersione per evapotraspirazione			
periodo estivo	6.50	6.50	m ³ /g
periodo invernale	0.25	0.25	m ³ /g
Refluo al lagunaggio			
periodo estivo	0.00	7.90	m ³ /g
periodo invernale	2.63	9.35	m ³ /g

I valori di evapotraspirazione sono stati calcolati riferendosi ai dati medi forniti dal ARPAL che comunque consiglia degli studi specifici in sito, essendo dipendenti da variabili locali.

3.3 PORTATA METEORICA AL LAGUNAGGIO

Una volta definite le potenzialità di dispersione del vasoio di evapotraspirazione è nota la portata di refluo trattata diretta al bacino di lagunaggio. A questa portata si deve aggiungere la portata meteorica che precipita mediamente nell'area durante l'anno.

Essendo il lagunaggio delimitato da arginature perimetrali, si considera come area scolante la sola superficie del bacino. Le portate precipitate nell'area circostante che non riescono a raggiungere il lagunaggio vengono disperse dal terreno lasciato a prato.

Per l'area di studio si ha un volume cumulato di pioggia nell'arco dell'anno di circa 1 m per ogni metro quadro di superficie. Per la superficie massima del lagunaggio si definisce l'area di massimo invaso, 360 m².

Si ha quindi un volume totale precipitato durante l'anno all'interno del lagunaggio di 360 m³. Al fine di valutare l'andamento dei livelli all'interno del bacino si discretizza il volume totale in un volume medio giornaliero.

	30 A.E.	100 A.E.	
Volume di pioggia			
Pioggia giornaliera media	1.00	1.00	m ³ /g

3.4 PORTATA IN ARRIVO AL LAGUNAGGIO

Al fine di valutare l'andamento dei livelli all'interno del lagunaggio, in modo tale da prevedere il numero di eventuali svasi si riportano le portate in arrivo al bacino di lagunaggio nel caso l'impianto sia a servizio di 30 abitanti equivalenti e 100 abitanti equivalenti.

Nella tabella seguente si riassumono le portate in arrivo analizzate nei capitoli precedenti.

	30 A.E	100 A.E.	
Refluo al lagunaggio			
periodo estivo	0.00	8.90	m ³ /g
periodo invernale	3.63	10.35	m ³ /g

3.5 INFILTRAZIONE SUPERFICIALE

Il bacino di lagunaggio è composto da una parte profonda, impermeabilizzata ed una parte superficiale, di escursione in cui viene lasciato il terreno prativo. Con il normale funzionamento del depuratore le portate in arrivo al bacino di lagunaggio, sono quelle definite nei paragrafi precedenti. Il volume occupato dall'acqua all'interno della parte profonda del lagunaggio rimane a disposizione tutto l'anno (fondo impermeabilizzato), in modo da facilitare il richiamo della fauna volatile.

Il volume stoccato nella parte superficiale del lagunaggio è a contatto con il terreno prativo è quindi plausibile un fenomeno di infiltrazione. Ipotizzando un coefficiente di permeabilità dell'area dell'ordine di $1 \cdot 10^{-6}$ m/s e valutando l'incremento di superficie bagnata del lagunaggio al crescere del volume invasato si riporta la scala delle portate nel grafico 1.

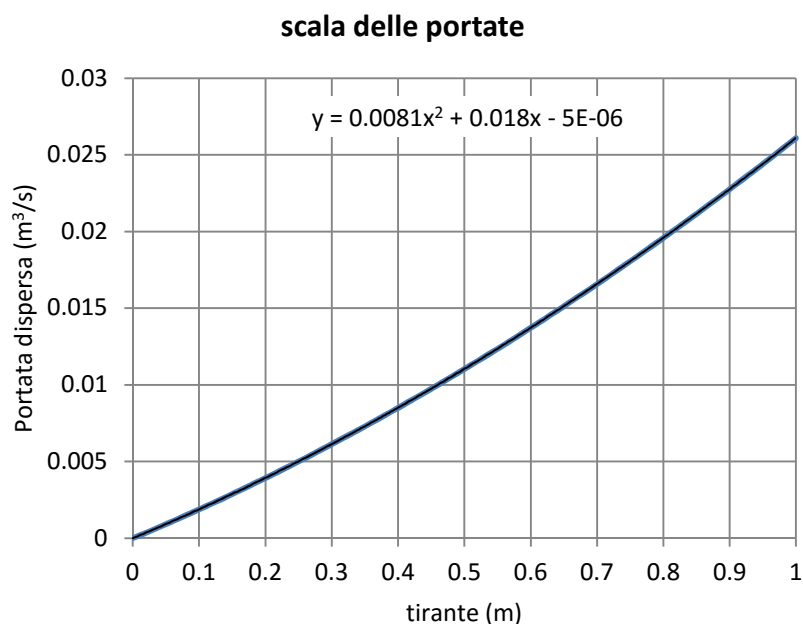


Grafico 1. Scala delle portate

Il grafico proposto analizza il volume di lagunaggio a contatto con le sponde permeabili, lo zero è dunque riferito al massimo invaso del volume impermeabilizzato. La parte superficiale (permeabile) del bacino di lagunaggio con un escursione massima di 1 m, riesce ad evacuare una portata di circa 2,5 l/s, su una superficie bagnata di circa 220 m².

Nel grafico 2 vengono riportati gli andamenti della superficie disperdente e del volume invasato al variare del tirante della parte superficiale del lagunaggio. Nel calcolo della superficie disperdente si scomputa la superficie occupata dal lagunaggio profondo. Per la computazione del volume contenuto nella parte di lagunaggio superficiale si è tenuto conto anche del volume al di sopra del lagunaggio profondo.

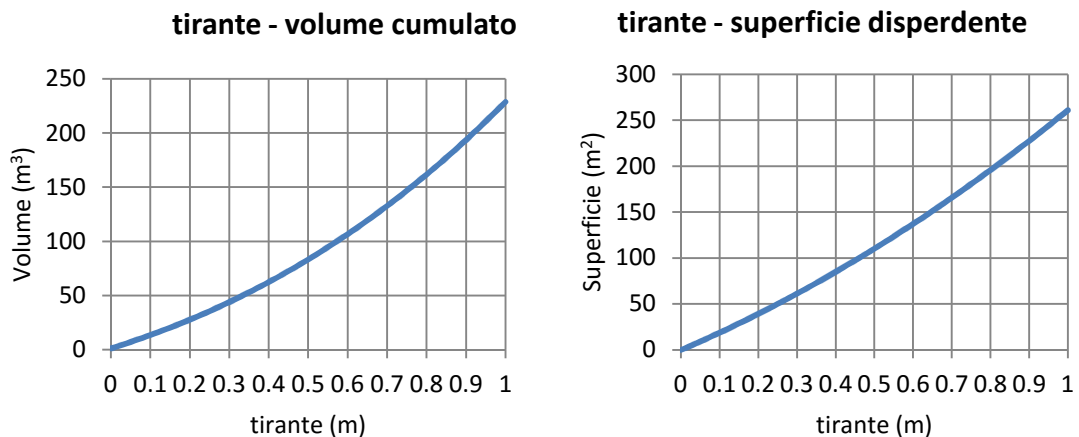


Grafico 2. Andamento della superficie e volumi al variare del tirante

Nota la portata potenzialmente dispersa dal terreno, al variare delle superfici allagate del lagunaggio superficiale, si esegue una simulazione di funzionamento del depuratore.

Si sono computati i volumi in arrivo al bacino di lagunaggio, nel caso in cui il depuratore funzioni per 30 abitanti equivalenti (caso attuale) e per 100 abitanti equivalenti (proiezione futura).

Considerando il lagunaggio profondo pieno, si sono considerate le portate in arrivo dal vassoio di evapotraspirazione e le portate dovute alle precipitazioni meteoriche medie, riportate al capitolo precedente 3.4.

Nel caso in cui il depuratore sia a servizio di solo 30 A.E. si riporta l'andamento dei volumi e dei tiranti all'interno della parte superficiale del lagunaggio nel grafico 3.

Le portate in arrivo sono modeste e il vassoio di evapotraspirazione, durante il periodo estivo fa in modo che al lagunaggio non arrivi alcuna portata. L'estensione del vassoio infatti riesce ad assorbire ed allontanare l'intera portata in arrivo. Con 30 abitanti equivalenti si ha dunque al lagunaggio il solo volume profondo, il quale grazie all'impermeabilizzazione rimane a disposizione della fauna volatile.

Nei mesi invernali invece, il vassoio di evapotraspirazione non riduce le portate in arrivo al bacino di lagunaggio, essendo le sue potenzialità ridotte a causa del clima. Si ha quindi un parziale invaso nella parte non impermeabilizzata del lagunaggio con il conseguente fenomeno di infiltrazione superficiale. Nei grafici riportati si osserva che il bacino di lagunaggio aumenta il suo tirante di circa

Impianto di trattamento per località Santa Croce comune di Nervesa della Battaglia,
rifacimento impianto con nuovo ciclo depurativo
- relazione idraulica -

20 cm. In questo modo la superficie bagnata permette l'allontanamento della portata in arrivo quotidianamente mantenendo in questo modo stabile il livello del bacino di lagunaggio.

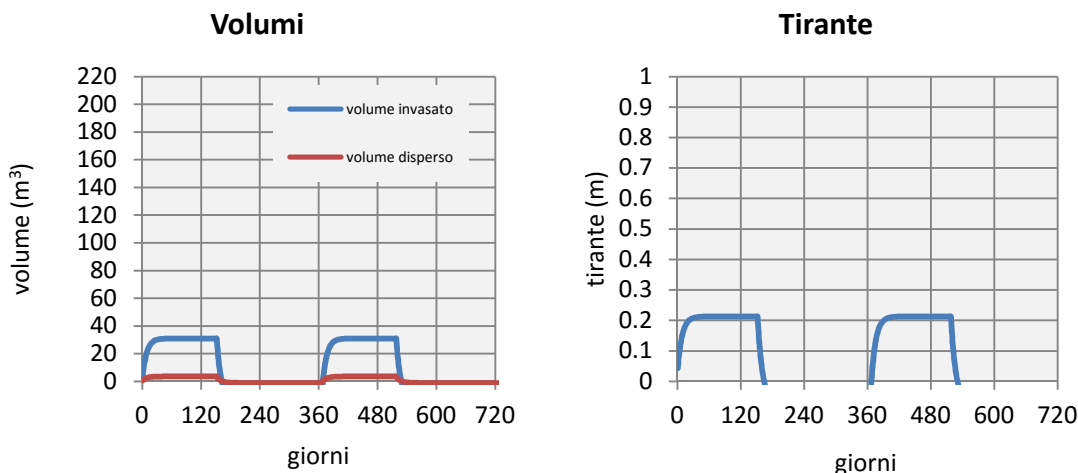


Grafico 3. Andamento dei livelli e volumi per 30 A.E.

Nel grafico 4 si riporta l'analisi sul bacino di lagunaggio superficiale nel caso il depuratore si a servizio di 100 abitanti equivalenti. Le portate in arrivo maggiori, comportando tiranti superiori, i quali consentono l'infiltrazione della portata in arrivo quotidianamente. Il funzionamento ottimale si ha con un tirante di circa 0,5 m dal livello massimo del lagunaggio profondo.

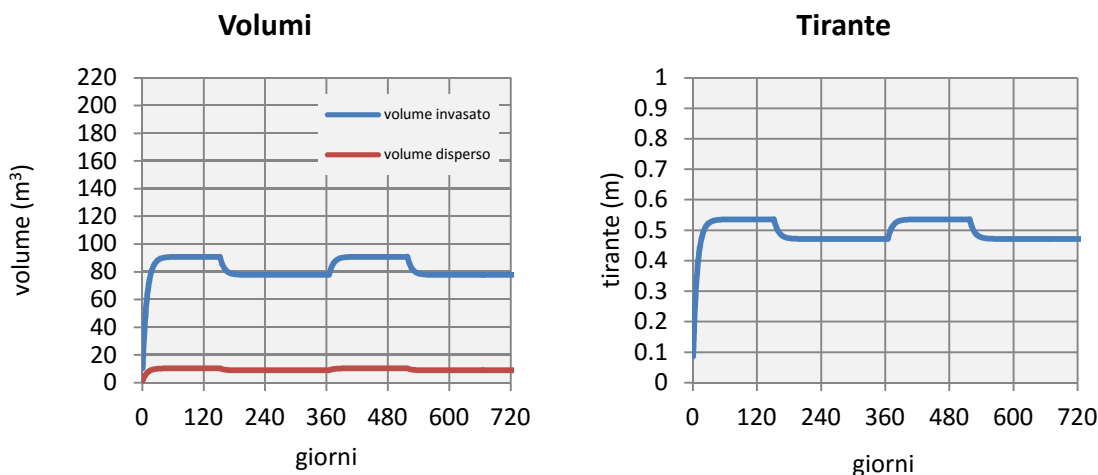


Grafico 4. Andamento dei livelli e volumi per 100 A.E.

Le semplificazioni adottate nella costruzione del modello (portata media giornaliera in arrivo) portano ad una stazionarietà dei risultati. Si osservano comunque larghi margini di sicurezza per un

funzionamento dinamico del sistema (portata in arrivo con picchi), il quale riesce ad assorbire delle portate in arrivo variabili senza richiedere degli svasi operati con autocisterne.

4 CONCLUSIONI

Con i dati proposti, l'invaso non raggiunge il livello massimo, sia nel periodo invernale con gli attuali 30 A.E., che nel periodo estivo. Anche Considerando i futuri 100 A.E. non si ha il raggiungimento del massimo livello d'invaso. Questo perché come dimostrato nei capitoli precedenti l'area di lagunaggio non impermeabilizzata riesce a raggiungere dei tiranti tali da infiltrare l'intera portata in arrivo.

La realizzazione di un vaso profondo impermeabilizzato garantisce comunque una permanenza del lagunaggio, anche nel caso in cui la portata in uscita dal ciclo depurativo sia inferiore a quella considerata.

Il ciclo depurativo analizzato non necessita dell'allontanamento delle portate depurate con mezzi meccanici (autobotti) essendo autosufficiente nell'allentamento. Si necessita solo del periodico svaso delle tre vasche settiche posizionate nella parte iniziale dell'impianto, della pulizia del filtro meccanico e la ricarica del serbatoio di perossido d'idrogeno utilizzato per la disinfezione finale.

Montebelluna, lì 21 gennaio 2019

IL PROGETTISTA

Cavallin ing. Eros