

DIPARTIMENTO TERRITORIALE PIEMONTE NORD OVEST
Struttura semplice “Attività di Produzione”

Linee Guida
per la valutazione di scarichi
di acque reflue domestiche
non recapitanti in pubblica fognatura

1. Obiettivo

Scopo delle presenti Linee Guida è fornire criteri tecnici per la valutazione delle istanze di autorizzazione allo scarico di acque reflue domestiche in recettore diverso dalla pubblica fognatura di competenza comunale ai sensi della L.R. 48/93.

Il documento rappresenta quindi un utile riferimento che può essere utilizzato in caso di scarichi in acque superficiali, sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo di acque reflue domestiche od assimilabili con carico organico < a 50 abitanti equivalenti.

Le Linee Guida descrivono i più usuali sistemi di trattamento degli scarichi domestici da impiegare in aree non servite da pubblica fognatura, ai sensi della normativa vigente.

1.1. Regime autorizzatorio degli scarichi di acque reflue domestiche

Ai sensi dell'art. 124 del D. Lgs. n. 152/06 e s.m.i. tutti gli scarichi devono essere preventivamente autorizzati e il regime autorizzatorio per le acque reflue domestiche viene demandato alla Regione. Inoltre, l'art. 101 comma 7 e 7bis, individua le attività imprenditoriali i cui scarichi di acque reflue sono assimilabili alle acque reflue domestiche:

- a) Imprese dedite esclusivamente alla coltivazione del terreno e/o alla selvicoltura;
- b) Imprese dedite ad allevamento di bestiame;
- c) Imprese dei precedenti punti con attività di trasformazione valorizzazione della produzione agricola;
- d) Acqua coltura e piscicoltura con allevamenti pari o inferiore a 1 kg/mq di specchio d'acqua o una portata pari o inferiore a 50 L/min;
- e) Scarichi aventi caratteristiche qualitative equivalenti a quelle domestiche e indicate nella normativa regionale.

La normativa regionale di riferimento permane la Legge Regionale n. 13/1990 che, oltre ad indicare le categorie riprese dal D. Lgs. 152/2006, all'art. 14 indica espressamente come scarichi civili quelli originati dagli edifici domestici e dallo svolgimento di attività alberghiera, turistica, sportiva, ricreativa, culturale, scolastica, commerciale, sanitaria.

Altresì sono scarichi civili quelli provenienti da insediamenti con carattere di stabilità e permanenza di attività di produzione di beni e prestazioni di servizi i cui scarichi terminali provengano esclusivamente da servizi igienici, cucine e mense o che diano origine esclusivamente a scarichi terminali assimilabili a quelli provenienti dagli insediamenti abitativi. Tale assimilabilità è comprovata dal rientro nei limiti di accettabilità di cui all'Allegato 3 della L.R. 13/90 valutata prima di ogni trattamento.

In relazione a quest'ultima disposizione la Circolare del Presidente della Giunta Regionale n. 2/ECO del 22.01.1991 specifica che l'inclusione di tali scarichi tra i civili non è solo comprovata dall'analisi richiesta, ma dall'assimilabilità per caratteristiche intrinseche a quelli provenienti da insediamenti civili.

Le competenze per il rilascio delle autorizzazioni sono definite dalla L. R. n. 48/1993 che individua la competenza comunale per gli scarichi provenienti dagli insediamenti adibiti ad abitazione e dagli insediamenti adibiti allo svolgimento di attività alberghiera, turistica, sportiva, ricreativa, culturale, scolastica e commerciale. L'attività sanitaria individuata come assimilabile e di competenza comunale è limitata alle strutture sanitarie semplici, quali studi medici, dentistici e veterinari, pubblici o privati, come specificato nella D.G.R. 13-9588 del 19.06.2003.

Per tutte le altre attività il cui scarico è industriale o assimilabile al domestico per attività diverse da quella alberghiera, turistica, sportiva, ricreativa, culturale, scolastica e commerciale le funzioni amministrative di rilascio dell'autorizzazione sono attribuite alla Provincia/Città Metropolitana.

Si precisa che le acque di raffreddamento derivanti da fasi lavorative di cicli produttivi non possono essere considerate assimilate alle domestiche

Le istanze di autorizzazione vengono gestite dal Comune, attraverso gli uffici competenti per i privati ed attraverso il SUAP per le attività produttive. Le autorizzazioni per quest'ultime, a meno che siano soggette ad Autorizzazione Integrata Ambientale, sono rilasciate ai sensi del D.P.R. 59/2013 come Autorizzazione Unica Ambientale e gestite dal SUAP stesso in base alle competenze individuate.

2. Normativa di riferimento Nazionale e Regionale

- [D.lgs. 152/06](#) (G.U. n. 88 del 14 aprile 2006) e s.m.i. (Testo unico ambientale)
- [Legge Regionale n. 13/1990 e s.m.i.](#) (Disciplina degli scarichi delle pubbliche fognature e degli scarichi civili)
- [Circolare P.G.R. 2/ECO del 22.01.1991](#) (Criteri interpretativi L.R. 13/90)
- [L.R. n. 48/1993](#) (Individuazione delle funzioni amministrative in capo a Province e Comuni in materia di disciplina degli scarichi)
- [D.G.R. 9 giugno 2003, n. 13-9588](#) (Modulistica, criteri e indirizzi per i procedimenti amministrativi relativi agli scarichi di acque reflue domestiche)
- [Deliberazione Comitato per la tutela delle acque dall'inquinamento 04-02-1977](#) (G.U. 21-02-1977, n. 48, Supplemento ordinario)
- [Deliberazione della Giunta Regionale 23 giugno 2015, n. 39-1625](#) - Standardizzazione e adeguamento al quadro normativo di riferimento (Direttiva 2000/60/CE -WFD) delle azioni per la tutela delle acque. Approvazione delle "Linee guida in merito alla omogeneizzazione delle modalità di esecuzione dei controlli sugli scarichi industriali e derivanti dai sistemi di collettamento e depurazione delle acque reflue urbane".
- [L.R. 7 aprile 2003, n. 6](#) (Disposizioni in materia di autorizzazione agli scarichi delle acque reflue domestiche)
- [D.P.R. n. 59/2013](#) (Regolamento recante la disciplina dell'autorizzazione unica ambientale)

3. Analisi dell'istanza

In questa sezione si analizzano le principali attività successive alla presentazione della domanda.

3.1 Premessa

La corretta valutazione dei potenziali impatti connessi ad uno scarico domestico e la corretta analisi tecnica della documentazione necessitano di una serie di informazioni che riguardano principalmente:

- la caratterizzazione quali-quantitativa dello scarico
- la conoscenza del territorio su cui si inserisce lo scarico (uso del suolo, informazioni sulla gestione delle acque, ubicazione di eventuali pozzi-sorgenti-prese di acque destinate al consumo umano, caratterizzazione idrogeologica del territorio)
- la descrizione dell'impianto di trattamento proposto (planimetrie e sezioni dell'impianto, ubicazione, relazioni e schede tecniche dei manufatti costituenti l'impianto).

La normativa sulla tutela delle acque dall'inquinamento considera il convogliamento degli scarichi nelle reti fognarie pubbliche e la loro destinazione ad un impianto centralizzato di depurazione, preferibile sotto il profilo ambientale rispetto all'effettuazione di singoli scarichi puntuali in acque superficiali, sul suolo o nel sottosuolo.

La specifica normativa di settore dà inoltre rilievo al consorzio privato ai fini dell'effettuazione in comune della raccolta e del trattamento delle acque reflue prodotti da più insediamenti tra loro contigui.

Risulta quindi opportuno che l'invito a collegarsi alla rete fognaria esistente sia rivolto anche ai titolari di insediamenti distanti più di 100 metri dall'apposito punto predisposto per l'allacciamento,

visti i maggiori vantaggi sia in termini di costi di esercizio che di responsabilità correlate, rispetto all'effettuazione in autonomia dello scarico e del relativo trattamento.

Allo stesso modo, in caso di borgate o piccoli gruppi di case risulta decisamente preferibile optare per l'adozione di soluzioni collettive che coinvolgano più utenti tramite:

- la programmazione e la realizzazione di infrastrutture di collegamento alla rete fognaria principale;
- il sollecito, ove non siano percorribili altre ipotesi, a che i titolari degli scarichi concentrati in una determinata area adottino soluzioni collettive, costruendo in comune infrastrutture di allacciamento alla rete fognaria esistente ovvero impianti di trattamento adeguati.

3.2 Documentazione tecnica necessaria

La documentazione tecnica deve contenere tutte le informazioni utili alla caratterizzazione dello scarico. Sono ritenuti indispensabili i seguenti dati:

- Tipologia dell'immobile (civile abitazione, altro);
- Periodo di utilizzo dell'abitazione (continuo – seconda casa);
- Consistenza come numero di vani, m² di superficie e cubatura;
- Dotazione idrica e tipologia di approvvigionamento (acquedotto pubblico o approvvigionamento autonomo);
- Numero di abitanti previsti o numero di a.e;
- Ricettore finale dello scarico (acqua superficiale/suolo o sottosuolo);
- Caratteristiche e dimensionamento dell'impianto di pretrattamento;
- Caratteristiche e dimensionamento dell'impianto di trattamento;
- Indicazioni sulle modalità di smaltimento delle acque meteoriche, che vanno gestite separatamente dai reflui civili.

Si riporta un elenco puramente indicativo della documentazione tecnica utile:

- Corografia in scala 1:10000 (o 1:25000) con individuazione dell'ubicazione dell'immobile; sulla corografia dovranno essere riportati i sistemi idrici presenti (corsi d'acqua superficiali, acquedotti, sorgenti e pozzi).
- la tipologia di acque reflue prodotte e le caratteristiche dell'approvvigionamento idrico potabile.
- le distanze dei sistemi di smaltimento adottati da opere di attingimento del pubblico acquedotto (pozzi o sorgenti), da condotte di acqua potabile e da pozzi pubblici o privati.
- Planimetria in scala 1:100 o 1:500 contenente:
 - a. indicazione del percorso complessivo della rete fognaria interna, distinta per acque nere, grigie e meteoriche, con indicazione del diametro delle condotte.
 - b. ubicazione degli impianti di trattamento adottati.
 - c. ubicazione numerata e precisa dei punti di scarico e dei sistemi di dispersione adottati.
 - d. indicazione dei pozzetti di ispezioni / controllo e dei sifoni.
 - e. posizione dei pozzi idropotabili, sorgenti, vasche e condotte dell'acquedotto.
 - f. distanza dal punto di scarico dalle abitazioni più vicine.

- Relazione idrogeologica o attestazione qualificata (da allegare in caso di scarico sul suolo e nel sottosuolo).

La relazione geologica, firmata da professionista abilitato, deve prevedere almeno un'analisi delle caratteristiche litologiche del sito in oggetto, della zona dove avviene la dispersione delle acque reflue, e deve individuare la soggiacenza minima della falda.

Deve essere verificata la profondità della falda freatica rispetto alla quota del fabbricato e del sistema disperdente in progetto, nonché la soggiacenza minima a seguito di innalzamento del livello nei periodi critici.

- In caso di scarico in acque superficiali, vanno indicati:
 - a. denominazione del corso d'acqua.

- b. destinazione d'uso dello stesso.
 - c. portata minima e media annua in l/s.
 - d. durata dei periodi in cui il corpo idrico è in secca.
 - Verifica di non assoggettabilità all'obbligo di conferimento in pubblica fognatura alla pubblica fognatura rilasciata dal Comune territorialmente competente, indicando la distanza dalla più vicina rete fognaria.
 - Pianta e sezione in scala almeno 1:100 del sistema di trattamento adottato e dei pozzi assorbenti o del sistema di subirrigazione o di altri sistemi di dispersione adottati.
 - Relazione tecnica che descriva il tipo di impianto di trattamento e di dispersione adottati, i criteri di dimensionamento ed i sistemi di controllo previsti.
- La relazione tecnico-descrittiva deve contenere una serie di informazioni minime:
- presenza di eventuali trattamenti preliminari quali grigliatura o separazione di grassi;

Per gli impianti di trattamento:

- tipologia impiantistica, criteri costruttivi e caratteristiche strutturali.
 - accessibilità dell'impianto.
 - posizione dell'impianto rispetto all'area perimetrale del fabbricato (cioè se si trova al suo interno o all'esterno).
 - presenza nell'impianto di idoneo condotto di ventilazione.
 - Altezza totale, Larghezza e sezione; Volume del comparto di sedimentazione, Volume del comparto di digestione, Volume complessivo utile, n. utenti dichiarati dalla Ditta fornitrice.
 - presenza a valle dell'impianto di un idoneo pozzetto di ispezione e campionamento.
- Si ricorda che gli impianti di trattamento devono essere collocati interrati ed all'esterno dei fabbricati e distanti almeno un metro dai muri di fondazione e almeno 10 m da qualsiasi pozzo, acquedotto, ecc. e posti a valle degli stessi.

Per gli impianti di dispersione:

Deve essere verificato il corretto dimensionamento del sistema di dispersione tenuto conto dei carichi dichiarati o calcolabili in base alle informazioni fornite od acquisite, tenendo conto della permeabilità del terreno.

A titolo di esempio:

Impianto di subirrigazione

- Indicare se la distanza delle fosse disperdenti da opere di attingimento (pozzi o sorgenti) del pubblico acquedotto sia maggiore o uguale a 200 metri.
- Indicare se la distanza delle fosse disperdenti da qualsiasi condotto di acqua potabile o pozzo privato o pubblico sia maggiore o uguale a 30 metri.
- Caratteristiche tecniche e dimensionali della condotta a tenuta e del pozzetto a sifone di cacciata usato per l'immissione del liquame.
- rappresentazione in scala dell'effettiva configurazione della trincea di subirrigazione e delle ramificazioni es. lineare, a spina di pesce, a linee parallele, a ramificazione.
- descrizione dello scavo ed in particolare deve essere indicata la lunghezza e profondità dello scavo, e la profondità di posizionamento dei tubi disperdenti:
all'inizio della tubazione disperdente cm
alla fine della tubazione disperdente cm
Pendenza media della tubazione
Metri di tubatura per utente
Area di terreno impiegato (mq)
Distanza dal fondo trincea disperdente e la falda in massima escursione
- collocazione del sistema di sub – irrigazione (deve essere realizzato lontano da fabbricati, superfici pavimentate o altre strutture che impediscano il passaggio dell'aria nel terreno).
- Attestazione qualificata / Relazione idrogeologica.

Pozzo assorbente

- Indicare se la distanza dal pozzo assorbente da opere di attingimento (pozzi o sorgenti) del pubblico acquedotto sia maggiore o uguale a 200 metri.
- Indicare se la distanza del pozzo assorbente da qualsiasi condotto di acqua potabile o pozzo privato o pubblico sia maggiore o uguale a 50 metri (ad esclusione opere di distribuzione interne alla proprietà)
- Caratteristiche del manufatto:
Rapporto superficie pozzo/n° utenti
dimensioni altezza (m)
diametro (m)
presenza di tubi di areazione
Escursione max della falda del piano campagna in metri.
- Attestazione di qualifica / Relazione idrogeologica.

3.3 Caratterizzazione dello scarico

Dalla documentazione fornita si devono evincere tutte le informazioni utili alla caratterizzazione quali-quantitativa dello scarico, eventualmente stimandola in base al consumo idrico giornaliero o ai dati di bibliografia.

La portata media giornaliera dello scarico può essere desunta:

- In base al consumo idrico medio giornaliero pro-capite, pari a circa 150 – 250 litri giornalieri per abitante (l/ab/die) con una media di 200 l/ab/die, con afflusso medio in fognatura convenzionalmente pari a 0.8.
- Per scarichi provenienti da insediamenti commerciali, ricreativi e prestazioni di servizi, in base alla stima degli apporti medi giornalieri per tipo di utenza.

Quale esempio di apporto idrico medio pro-capite allo scarico, per tipologia di utenza, vedere i dati di **tabella 1**.

3.4. Verifica dimensionamento dell'impianto

Il carico inquinante di tipo organico che si origina da uno scarico di acque reflue domestiche è espresso in abitanti equivalenti.

L'abitante equivalente (A.E.) è definito come il carico organico biodegradabile avente una richiesta biochimica d'ossigeno a 5 giorni (BOD5) pari a 60 g di ossigeno al giorno.

Al fine di verificare il corretto dimensionamento del sistema di trattamento dei reflui prescelto, occorre determinare il numero di Abitanti Equivalenti per tipologia di scarico.

Può essere effettuata una stima speditiva del numero di abitanti equivalenti per la tipologia di scarico in esame utilizzando dati esistenti in letteratura e riferiti alle principali utenze commerciali, ricreative, sportive e prestazione di servizi; a titolo di esempio si riporta in **tabella 2** una sintesi di informazioni acquisite in letteratura e convenzionalmente adottate.

3.5 Recettore finale

In base alla legislazione nazionale e regionale di riferimento, il recapito degli scarichi in reti fognarie pubbliche rappresenta la miglior soluzione perseguibile e l'effettuazione degli stessi negli altri recettori deve diventare tendenzialmente residuale.

Deve essere esplicitata la necessità di scaricare in recettore diverso dalla pubblica fognatura attraverso:

- verifica dell'assenza di una fognatura idonea;
- in presenza di fognatura, verifica dell'impossibilità tecnica di scaricare nella stessa (distanza > 100 metri, altimetria non favorevole).

Risulta inoltre preferibile, rispetto allo smaltimento sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, il convogliamento in corsi d'acqua superficiali con adeguata capacità autodepurativa e che comunque non risultino in secca per più di 120 giorni all'anno.

Sarà, pertanto, opportuno che le autorità competenti promuovano, ove tecnicamente ed economicamente fattibile, il raggiungimento di tale tipo di recapito finale.

Per tutti gli scarichi che confluiscono in acque superficiali è necessario chiedere al proprietario del corpo ricettore la concessione idraulica allo scarico, al fine del controllo della portata idraulica.

Per evidenti problematiche anche di ordine igienico-sanitario, si invita altresì a promuovere l'eliminazione degli scarichi nei c.d. canali di scolo, in fossi stradali e simili e la conseguente immissione delle acque reflue trattate in corsi d'acqua superficiali aventi le precitate caratteristiche ovvero, se ciò non risulti possibile, la loro dispersione nel terreno mediante sub-irrigazione, pozzi assorbenti o sub-irrigazione con drenaggio in caso di terreni impermeabili.

Tale tipo di scarico va autorizzato solo se l'indagine idrogeologica dell'area interessata dà esito positivo.

Si ricorre al recapito sul suolo solo se non è possibile far confluire i reflui in fognatura o in acque superficiali. Se non è disponibile terreno sufficiente a realizzare la subirrigazione o il suolo non è adatto per realizzarla, lo scarico non può essere autorizzato ed il Comune deve necessariamente provvedere alla realizzazione della fognatura.

In caso di scarico in corpo idrico superficiale, occorre valutare l'idoneità dello stesso come recettore dello scarico.

Innanzitutto, il corso d'acqua recettore dello scarico deve essere identificato e rappresentato su una cartografia regionale, provinciale o comunale.

Ai sensi della D.G.R. n. 39-1625/2015, *“si valutano come acque superficiali tutti gli oggetti geografici del reticolo idrografico regionale, compreso il reticolo minore non qualificato come corpo idrico.”*

Occorre poi verificare se, in condizioni ordinarie, lo scarico si immette in un corpo idrico superficiale dotato di una portata idrica autonoma tale da garantire una sufficiente diluizione e, conseguentemente, il mantenimento delle sue capacità autodepurative.

Tale valutazione prende in considerazione i seguenti aspetti:

- presenza di periodi di secca durante l'anno
- portata minima del ricettore
- fattore di diluizione dello scarico

Riguardo al primo aspetto, in base all'art. 124 c.9 del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. si ritiene idoneo un corso d'acqua in cui è sempre presente acqua corrente o, comunque, in secca per un periodo non superiore a 120 giorni/anno. La normativa chiarisce che, in caso di portata nulla per oltre 120 giorni, lo scarico risulta autorizzabile solo a fronte di specifici limiti allo scarico e di prescrizioni da impartire ad hoc.

Nel caso in cui il corpo idrico presenti una portata idrica per l'intero arco dell'anno o comunque per più di 240 gg l'anno occorre valutare se la portata minima dello stesso è sufficiente a garantire una corretta diluizione dei liquami.

Per quanto concerne il corretto rapporto di diluizione che deve esistere tra la portata media del corso d'acqua e quella media dello scarico, si considera non significativo l'impatto dello scarico domestico in acque superficiali quando il rapporto di diluizione fra portata media dello scarico e portata media del corso d'acqua recettore (avente portata continua nell'anno) sia superiore a 1:100 prendendo come riferimento la D.G.R. n. 39-1625: *“Linee guida in merito alla omogeneizzazione delle modalità di esecuzione dei controlli sugli scarichi industriali e derivanti dai sistemi di collettamento e depurazione delle acque reflue urbane”*.

Sotto tale soglia o nel caso in cui vi siano dubbi sulla corretta valutazione della portata del corpo idrico si individua la possibilità di gestire gli scarichi come recapito sul suolo o nei primi strati del

sottosuolo, e si consiglia quindi un sistema di fitodepurazione o un sistema di dispersione mediante sub-irrigazione drenata con recapito di eventuali eccedenze nel corpo idrico superficiale, o eventualmente un sistema di sub-irrigazione semplice.

Come portata media “critica” si può assumere un valore di riferimento per il fattore di diluizione pari a 1:100 e la contestuale presenza di eventuali altri scarichi per la valutazione dell'eventuale carico cumulativo.

4. Caratteristiche tecniche generali dei sistemi di trattamento

In questa sezione vengono descritti i principali sistemi di trattamento dei reflui domestici, da adottarsi in conformità alla normativa vigente: trattamenti primari, trattamenti aggiuntivi (utilizzati in genere per comunità numerose) e trattamenti secondari, che consentono un ulteriore e più efficace abbattimento degli inquinanti.

Tra i trattamenti secondari, ampio spazio è riservato alla fitodepurazione (pagg.19-31).

In generale le tipologie di impianto proposte devono rispondere ai seguenti requisiti:

- conseguire, nelle condizioni normali di esercizio, il raggiungimento di eventuali limiti di accettabilità o una configurazione di impianto ritenuta “minima”;
- rendere semplice la manutenzione e la gestione;
- essere in grado di sopportare adeguatamente forti variazioni orarie del carico idraulico e organico;
- minimizzare i costi gestionali.

I sistemi di trattamento delle acque reflue domestiche possono essere classificati in trattamenti di tipo primario e di tipo secondario.

Al trattamento primario va abbinato un trattamento secondario per costituire complessivamente un “trattamento appropriato” che, se condotto in modo corretto, garantisce l'immissione nell'ambiente di uno scarico adeguatamente depurato.

4.1 Trattamenti primari

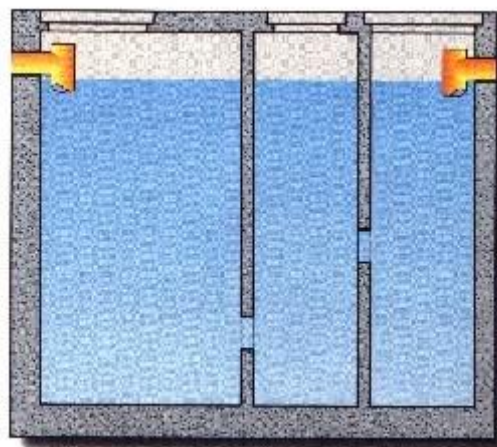
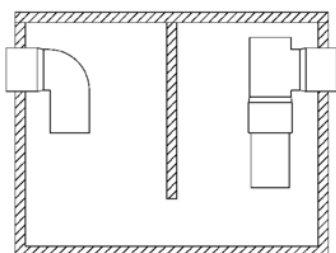
Determinano la sedimentazione del materiale grossolano trasportato dallo scarico oppure la separazione di materiale che tende ad affiorare: grasso, olio, sapone ecc. Il trattamento primario produce una chiarificazione del liquame riducendone il carico inquinante. Per il corretto funzionamento dell'impianto, la capacità dei trattamenti primari deve essere calcolata in base al numero di A.E.

Vanno annoverati tra i trattamenti di tipo primario:

- Pozzetti degrassatori
- Fosse settiche di tipo IMHOFF

Pozzetto degrassatore

I pozzetti degrassatori devono essere installati, qualunque sia il recapito finale dello scarico, all'uscita degli scarichi di tutte le acque reflue ad esclusione di quelle provenienti dai WC (quindi lavelli, lavastoviglie, lavatrici, docce ecc.) in quanto i carichi di detersivi e di grassi contenuti nei reflui domestici ostacolano il funzionamento dei trattamenti successivi.



Esempio di pozzetto degrassatore

Il pozzetto deve essere costituito da una vasca di calma dotata di 2 setti, in modo da avere 3 comparti con funzioni di smorzare la turbolenza del flusso (I camera), separare oli e grassi (II camera), permettere il deflusso dell'acqua degrassata (III camera).

Il pozzetto degrassatore deve assicurare un Tempo di residenza idraulico (tempo di detenzione) idoneo a consentire la separazione delle sostanze più leggere, da valutarsi sulla portata media e di punta dello scarico.

Il volume del degrassatore deve essere orientativamente in relazione agli AE: Il dimensionamento medio da considerare è di circa 50-60 litri/A.E.

Fossa Imhoff

Le vasche settiche tipo Imhoff sono costituite da una vasca principale (comparto di digestione anaerobica) che contiene al suo interno un vano secondario (comparto di sedimentazione). L'affluente entra nel comparto di sedimentazione, che ha lo scopo di trattenere i corpi solidi e di destinare il materiale sedimentato attraverso l'apertura sul fondo inclinato, al comparto inferiore di digestione. È proporzionato in modo tale da garantire il giusto tempo di ritenzione e da impedire che fenomeni di turbolenza, causati dal carico idrico, possano diminuire l'efficienza di sedimentazione. Il comparto di digestione è dimensionato affinché avvenga la stabilizzazione biologica delle sostanze organiche sedimentate (fermentazione o digestione anaerobica).

I criteri di dimensionamento sono quelli indicati nella Delibera del Comitato Interministeriale del 04/02/77.

La capacità minima di una fossa Imhoff deve essere pari a 250 l/A.E., di cui almeno 50 litri/A.E. per il comparto di sedimentazione e 200 litri/A.E. per il comparto di digestione.

Per il comparto di sedimentazione, che deve permettere circa 4 - 6 ore di detenzione per le portate di punta, sono indicati circa 40 - 50 litri per utente, e comunque un volume utile non inferiore a 250 - 300 litri complessivi.

Per il compartimento del fango si hanno 100 -120 litri pro capite, in caso di almeno due estrazioni all'anno; per le vasche più piccole è consigliabile adottare 180 - 200 litri pro capite, con una estrazione all'anno.

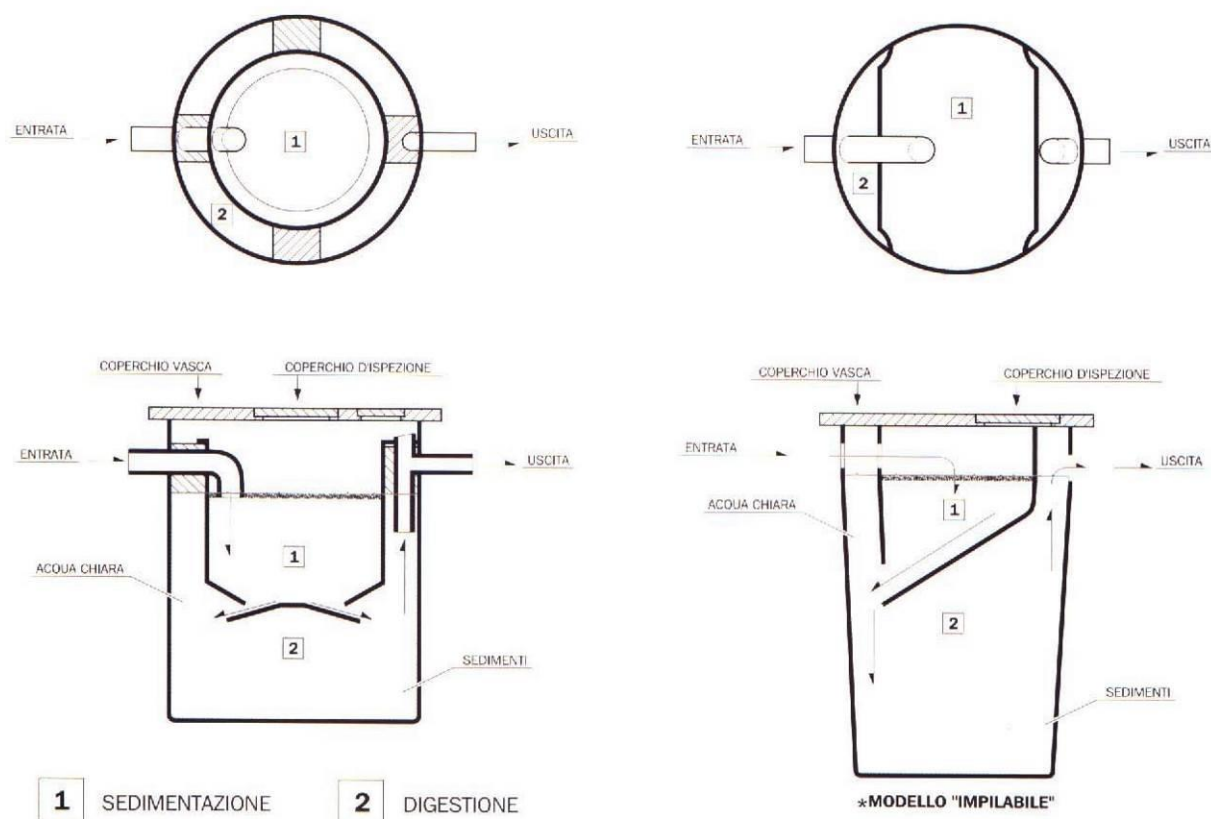
Sono utilizzati di norma manufatti prefabbricati; le fosse devono essere provviste di un tubo di sfiato per i gas prolungato oltre la copertura dell'edificio e comunque in posizione tale da non provocare molestie olfattive.

Le fosse Imhoff ed i manufatti ad essa afferenti dovranno essere esterni ai fabbricati, ad almeno 1 metro dai muri di fondazione ed a non meno di 10 metri da qualunque pozzo, condotta o serbatoio

destinato ad acqua potabile e da sorgenti. Nei casi in cui non sia possibile rispettare le distanze indicate, la fossa dovrà essere idoneamente rinfiata ed impermeabilizzata.

I sistemi di trattamento sopra descritti (degrassatori e fosse Imhoff) devono essere sottoposti ad operazioni di pulizia, quali estrazione dei fanghi e del materiale galleggiante, con periodicità almeno annuale, al fine di garantirne un corretto funzionamento.

L'estrazione periodica del fango e della crosta presenti nelle vasche di trattamento, da effettuarsi in genere da una a quattro volte all'anno, rappresenta una operazione di manutenzione di fondamentale importanza per garantire nel tempo l'efficienza del sistema di depurazione dello scarico.



Esempi di fosse Imhoff

4.2 Trattamenti aggiuntivi

Si riportano, a titolo di esempio, trattamenti ulteriori che possono essere installati in abbinamento ai trattamenti primari sopra descritti, prima di un ulteriore affinamento secondario del refluo.

Filtri percolatori aerobici ed anaerobici

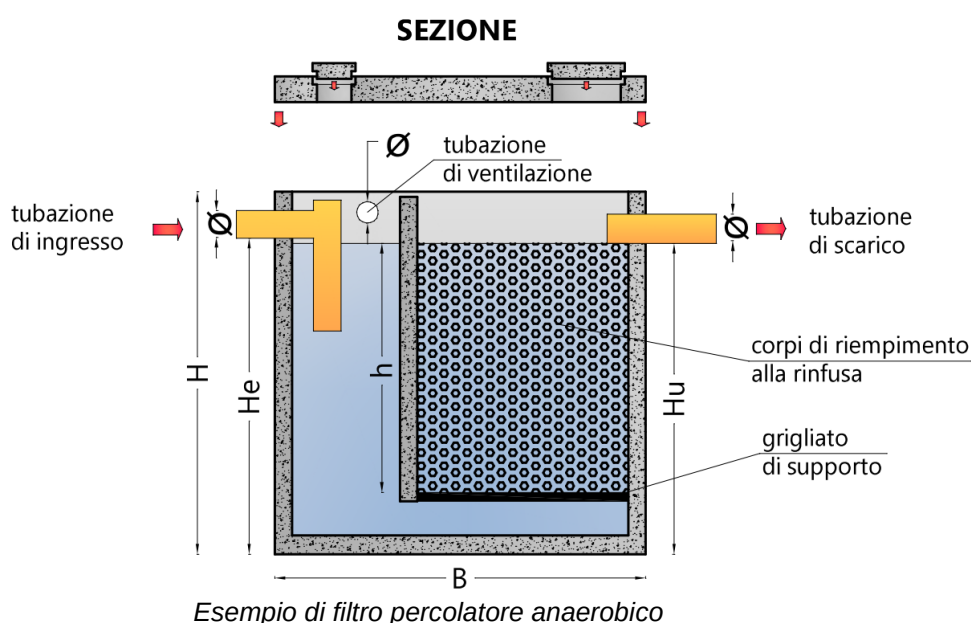
Il filtro percolatore, costituito da una vasca impermeabile prefabbricata, rimuove il materiale organico biodegradabile grazie all'azione dei batteri (rispettivamente anaerobici ed aerobici) che si sviluppano aderendo ai corpi di riempimento del filtro, costituiti da ghiaia o materiale plastico, che rimangono perennemente immersi nel liquido o a contatto con l'aria (rispettivamente nei filtri anaerobici o aerobici).

Le colonie batteriche crescono e si sviluppano sul supporto inerte, formando un film biologico in grado di metabolizzare le sostanze nutrienti contenute nei liquami utilizzandole per la propria crescita e riproduzione.

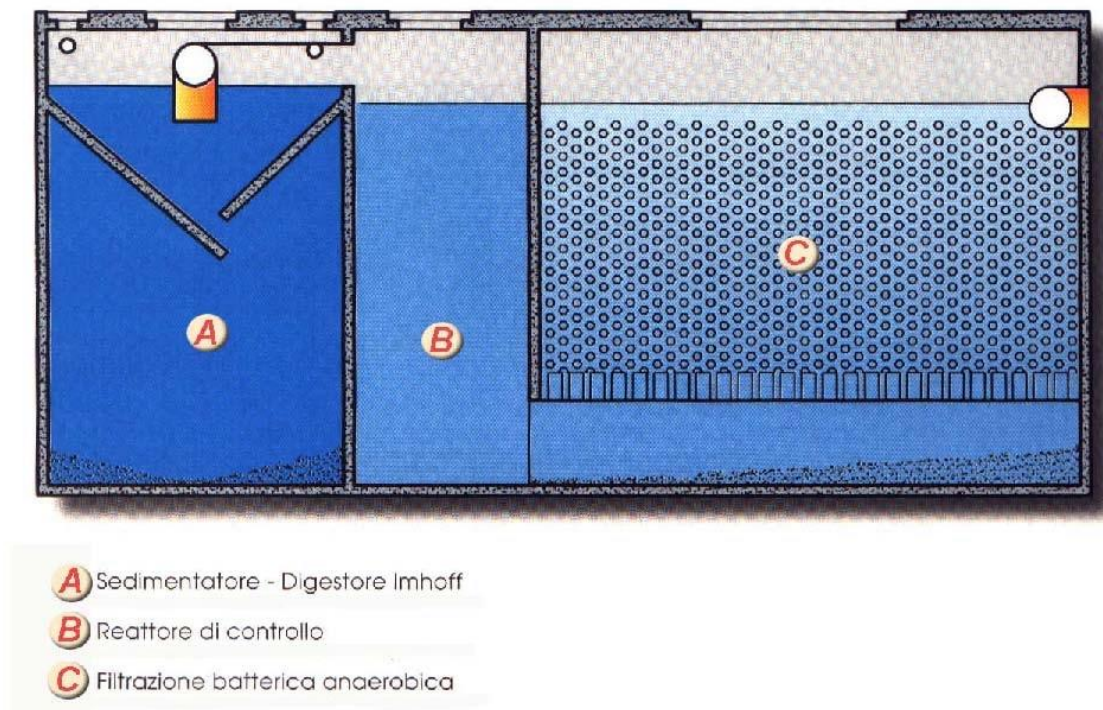
Quando preceduti da un pretrattamento delle acque grigie e saponose in idoneo degrassatore, e da trattamento tramite fossa biologica, i filtri percolatori anaerobico e aerobico costituiscono un trattamento aggiuntivo appropriato allo scarico in acque superficiali.

I filtri percolatori **anaerobici** lavorano a flusso ascensionale, ossia sono strutturati in modo tale che il refluo in ingresso attraversa il letto filtrante dal basso verso l'alto, senza bisogno di alimentazione elettrica.

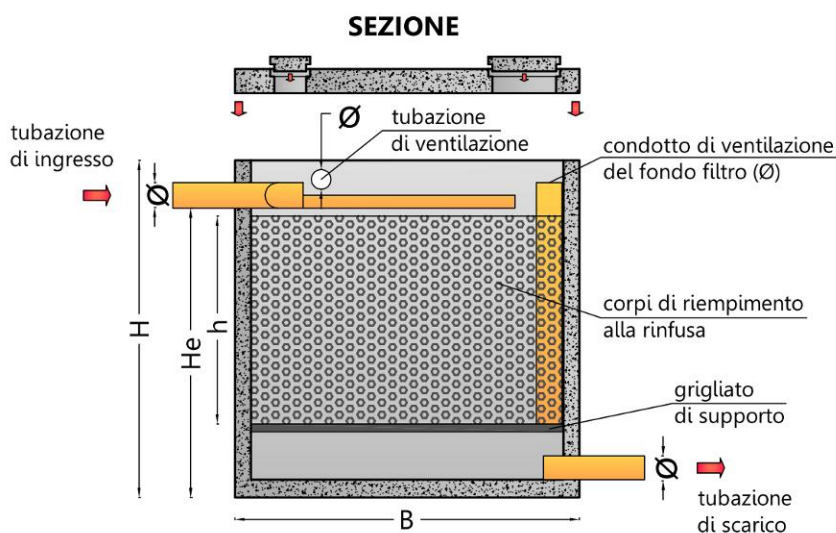
Al momento del distacco dal filtro anaerobico, la pellicola biologica rilasciata viene trasformata in materiale mineralizzato e quindi stabilizzato, che può essere agevolmente trattenuto all'interno del fondo del filtro senza necessità di predisporre un comparto dedicato alla sedimentazione secondaria.



Esistono in commercio anche sistemi costituiti da fossa Imhoff e filtro batterico anaerobico in monoblocco:

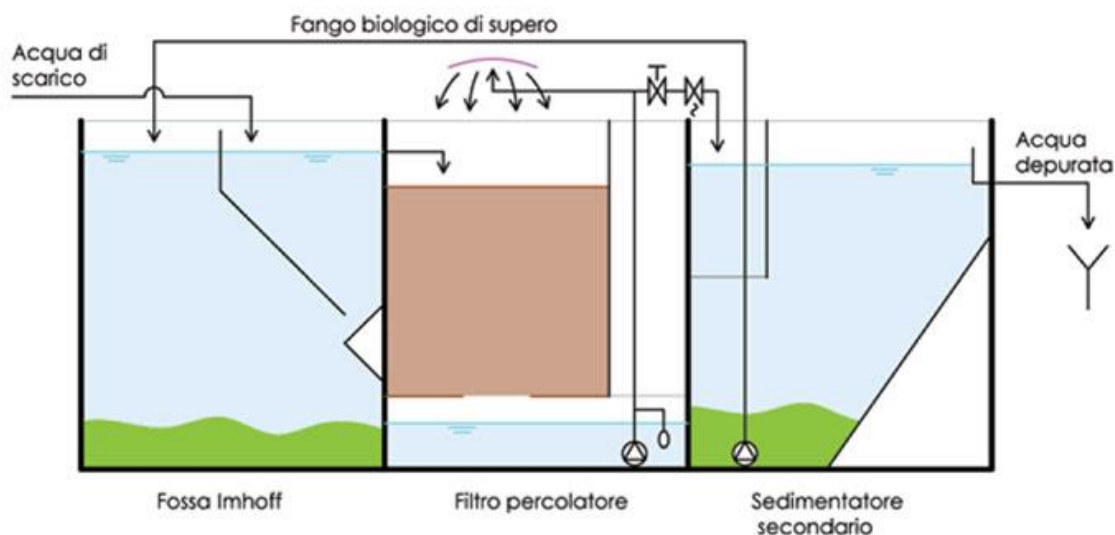


Nei filtri percolatori **aerobici**, le sostanze inquinanti ancora presenti vengono biodegradata durante il percolamento dell'acqua attraverso il filtro ad opera della popolazione batterica adesa alle superfici (detta anche "*film biologico*") dei corpi di riempimento utilizzando l'ossigeno contenuto nell'aria che attraversa ascensionalmente il letto nel senso opposto all'acqua. A valle del filtro aerobico deve essere predisposta la sedimentazione finale delle acque trattate, per trattenere anche il fango di spoglio della membrana biologica.



Esempio di filtro percolatore aerobico

È anche possibile l'impiego di vasche prefabbricate monoblocco che comprendono fossa Imhoff, filtro percolatore ad aerazione naturale e sedimentatore secondario.



esempio di monoblocco comprendente fossa Imhoff, filtro batterico aerobico e sedimentatore finale

4.3 Trattamenti secondari

Il trattamento primario delle acque reflue domestiche è insufficiente a garantire un abbattimento accettabile degli inquinanti, per cui devono essere adottati in abbinamento ulteriori sistemi di trattamento, da installarsi a valle dei trattamenti primari.

Si riportano i più usuali tipi di impianti che vanno a completare i trattamenti appropriati. Si ricorda che sono da privilegiare quei trattamenti secondari che comportano uno scarico in acque superficiali. L'immissione di scarichi sia pure depurati nei primi strati del suolo deve essere limitata ai casi non trattabili diversamente. Per la definizione dei massimi volumi scaricabili, resta vincolante la capacità di assorbimento del terreno, per cui per una corretta valutazione di tali sistemi depurativi risulta necessario richiedere anche una Relazione Geologica che definisca, tra le altre cose:

- la stabilità dell'impianto
- la permeabilità del suolo
- l'interazione tra l'impianto e lo scarico con la falda acquifera
- la presenza di pozzi per approvvigionamento idrico
- la distanza da un eventuale corpo idrico recettore.

Pozzo perdente (o assorbente)

Tale sistema è costituito da un pozzo coperto che attraversa lo strato di terreno impermeabile penetrando fino allo strato sottostante permeabile, consentendo la dispersione del liquame. È un sistema che non andrebbe più ammesso per i nuovi insediamenti.

Nel caso vi fossero motivi che impediscano l'adozione di migliori sistemi di dispersione dei liquami, quale ad esempio la sub-irrigazione, l'uso del pozzo assorbente si ritiene accettabile a condizione che vengano recepite tutte le seguenti indicazioni:

- l'utilizzo del pozzo disperdente sia inteso quale ipotesi residuale motivata tecnicamente (ad esempio non disponibilità del terreno);
- il pozzo non sia posizionato su terreni a forte acclività (ad esempio con pendenza media > di 20°);

- il pozzo non intercetti substrati caratterizzati da rocce fratturate o substrati a scarsa permeabilità;
- il pozzo sia posizionato ad almeno 5 metri da fabbricati, aree pavimentate e sistemazioni che ostacolano il passaggio dell'aria nel terreno;
- sia posto ad una distanza minima di 50 metri da qualunque condotta, serbatoio od altra opera destinata al servizio potabile, con esclusione di quelle per la distribuzione interna alla proprietà;
- la superficie disperdente del pozzo sia dimensionata sulla base delle caratteristiche geotecniche del terreno attraversato e sul numero di utenti previsti, secondo quanto indicato dalla Delibera del Comitato Interministeriale del 4/02/77;
- a monte del pozzo sia posizionata una vasca di decantazione, correttamente dimensionata;
- la differenza di quota tra il massimo livello della falda superficiale ed il fondo del pozzo non dovrà essere inferiore 2 metri;
- siano posizionati simmetricamente attorno al pozzo assorbente almeno n. 4 tubi di aerazione, del diametro minimo di cm 10 e di lunghezza tale da penetrare per circa 1,0 metri nello strato di ghiaia posto attorno al pozzo e uscenti dal piano campagna, dei quali dovrà essere assicurata la funzionalità nel tempo.

Sub-irrigazione

Nella sub-irrigazione il liquame chiarificato proveniente dalla fossa Imhoff, mediante condotta a tenuta, perviene in un pozzetto dotato di sifone di cacciata che ha la funzione di garantire una distribuzione uniforme del liquame lungo tutta la condotta disperdente e che assicura un certo intervallo di tempo tra una immissione di liquame e l'altra nella rete di sub-irrigazione, in modo tale da agevolare l'ossigenazione e l'assorbimento del terreno.

Possono essere previsti sifoni a ribaltamento o basculanti, sifoni auto innescanti o in alternativa può essere installata una pompa autoadescante che pesca in una vasca di raccolta dotata di misuratori di livello.

Il sifone di cacciata può essere sostituito con un sistema di sollevamento che consenta un'alimentazione della tubazione disperdente intermittente analoga a quella conseguibile con il sistema a cacciata.

Per il posizionamento nel sottosuolo occorre fare riferimento alle profondità di posa e alle pendenze indicate nella Delibera del 77.

La condotta è realizzata con tubazioni di diametro opportuno, con una pendenza fra 0.2% e 0.5% e dotate di fessure praticate inferiormente e perpendicolarmente all'asse del tubo, distanziate circa 20-40 cm e larghe da 1 a 2 cm.

Essa viene posta in trincea di adeguata profondità, non inferiore a 60 cm e non superiore a 80 cm, con larghezza alla base di almeno 40 cm.

La lunghezza massima prevista per una tubazione drenante posta in linea è prevista di 30 m.

Nel caso di impianti che necessitano di lunghezze di tubo drenante eccedenti i 30 m si può ricorrere alle geometrie di posa previste già nella Delibera del Comitato Interministeriale del 04/02/77.

La trincea può avere la condotta disperdente su di una fila, su di una fila con ramificazioni o su più file; la trincea deve seguire l'andamento delle curve di livello per mantenere la condotta disperdente in idonea pendenza. Nel caso di tubazioni drenanti poste in parallelo, si richiede che le stesse vengano posate con un interasse non inferiore a metri 2.

Per ragioni igienico-sanitarie e funzionali, le trincee con condotte disperdenti devono essere collocate lontane da fabbricati (circa 10 metri), aree pavimentate o altre sistemazioni che impediscono il passaggio dell'aria nel terreno.

La distanza fra il fondo della trincea ed il massimo livello della falda non dovrà essere inferiore ad 1 metro. Per massimo livello della falda deve intendersi la quota, rispetto al piano di campagna raggiunta dal livello freatico o piezometrico nelle condizioni di massima ricarica (periodo primaverile).

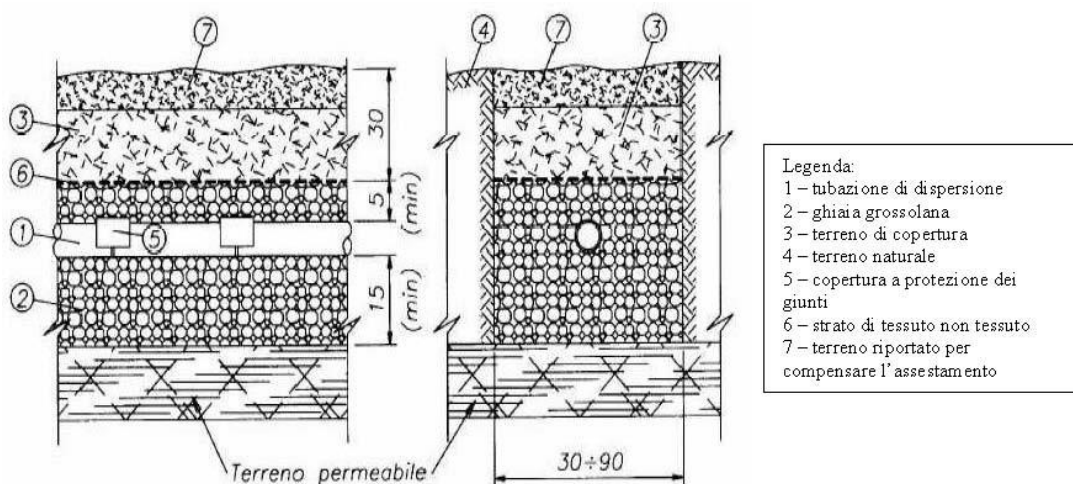
La distanza minima fra la trincea e pozzi, condotte, serbatoi o altre opere private, destinate al servizio di acqua potabile, è di 30 metri.

La distanza minima fra la trincea e pozzi, condotte, serbatoi o altre opere pubbliche, destinate al servizio di acqua potabile, è di 200 metri.

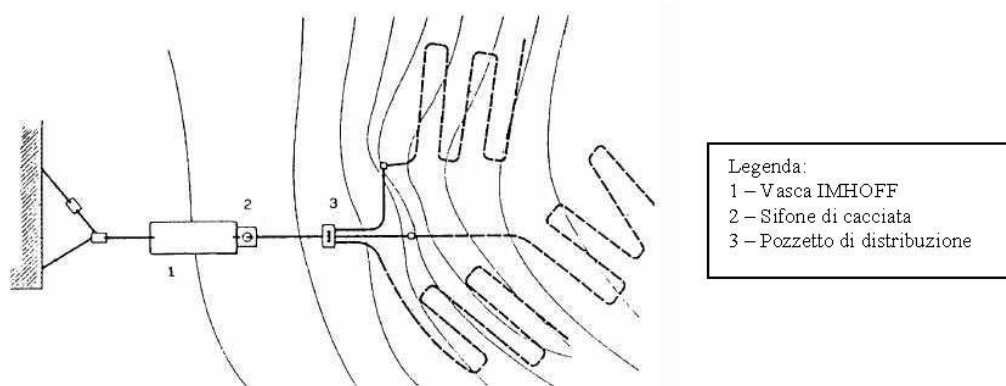
La lunghezza della tubazione deve tener conto delle caratteristiche di permeabilità nonché dell'acclività del terreno; occorre tener conto delle indicazioni della Delibera del Comitato Interministeriale '77:

sabbia sottile o materiale leggero di riporto:.....2 m/a.e.
 sabbia grossa e pietrisco.....3 m/a.e.
 sabbia sottile con argilla..... 5 m/a.e.
 argilla con un po' di sabbia.....10 m/a.e.
 argilla compatta.....non adatta

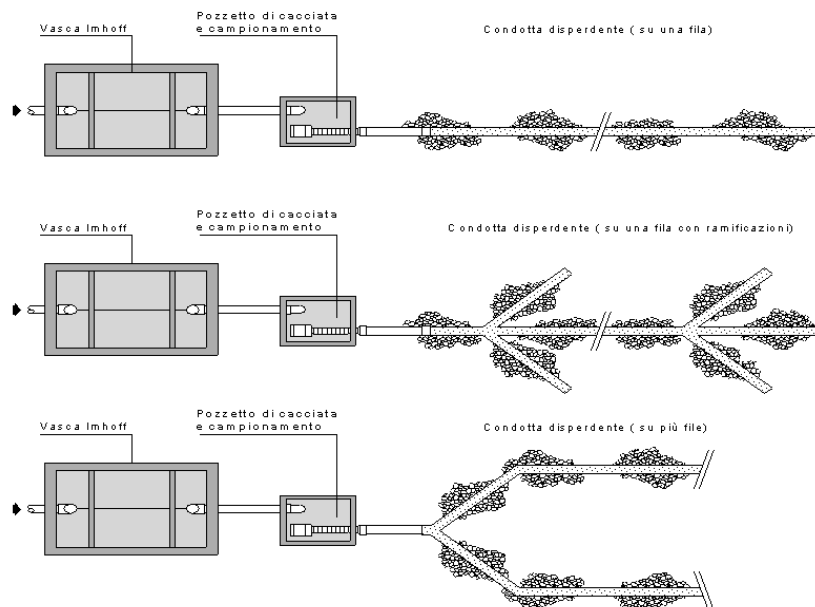
Le caratteristiche del terreno devono essere documentate da apposita relazione geologica.



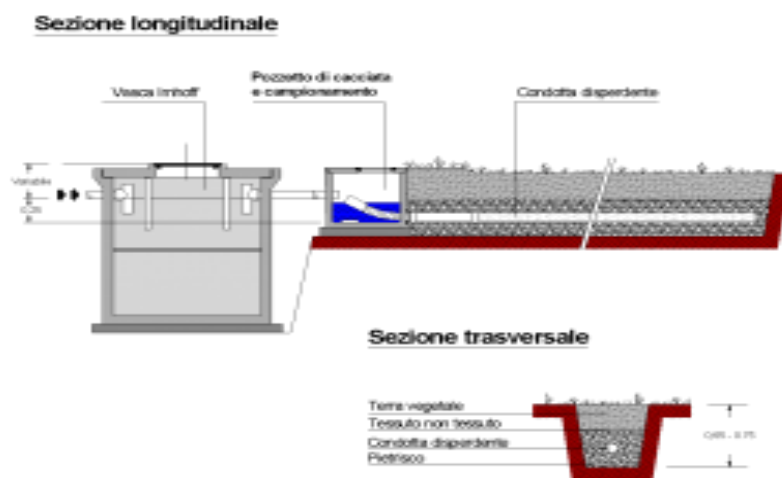
Esempio di trincea per la sub-irrigazione nel terreno



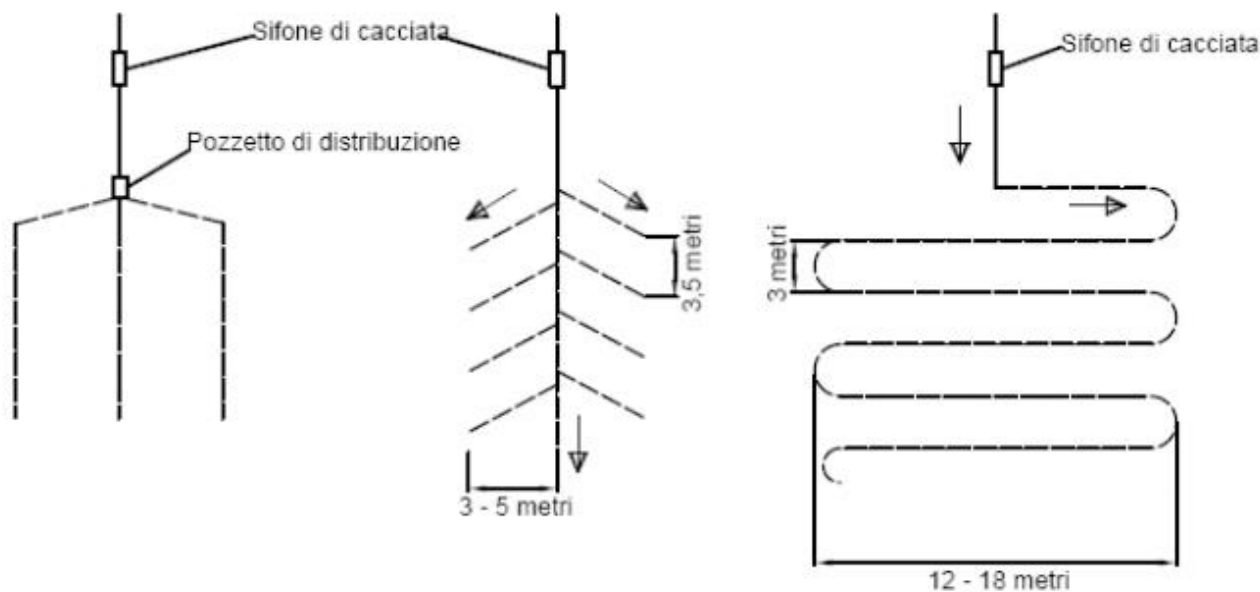
Andamento planimetrico delle condotte di sub-irrigazione



Disposizione planimetrica delle condotte



Sezione longitudinale e trasversale delle condotte



Esempi di sviluppo delle condotte disperdenti

Sub-irrigazione drenata

Tale sistema viene utilizzato in presenza di terreni impermeabili che non consentono l'assorbimento e la degradazione biologica dei reflui provenienti dal trattamento primario. La condotta drenante deve sfociare in un ricettore adeguato.

Il sistema è costituito da una condotta superiore disperdente ed una condotta inferiore drenante. Questo sistema depurativo è costituito da uno scavo della profondità di circa metri 1,20, il fondo è rivestito da uno strato di argilla o geomembrana, sul fondo della trincea viene posta la condotta disperdente costituito da una tubazione dotata di tagli nella parte superiore, normalmente posti longitudinalmente rispetto alla lunghezza ad una distanza gli uni dagli altri di circa 15/20 cm. Viene poi riempita l'intera trincea con ghiaia di diversa pezzatura, ponendo nella parte inferiore la pezzatura più piccola, e sopra l'ultimo strato di ghiaia viene posta la condotta drenante, collegata alla fossa Imhoff.

Questa tubazione deve avere le stesse caratteristiche di quella inferiore con la differenza che i tagli devono essere eseguiti nella parte sottostante del tubo. Viene poi immesso altro ghiaione fino a ricoprire il tubo e sopra a quest'ultimo strato viene posto del tessuto non tessuto, ricoperto con terreno vegetale.

La pendenza delle tubazioni non deve mai superare il 0,5%. La condotta disperdente dovrà avere una lunghezza superiore rispetto alla tubazione drenante di almeno 5 metri, per cui la tubazione superiore dovrà essere chiusa con apposito tappo almeno 5 metri prima dell'immissione nel corpo recettore.

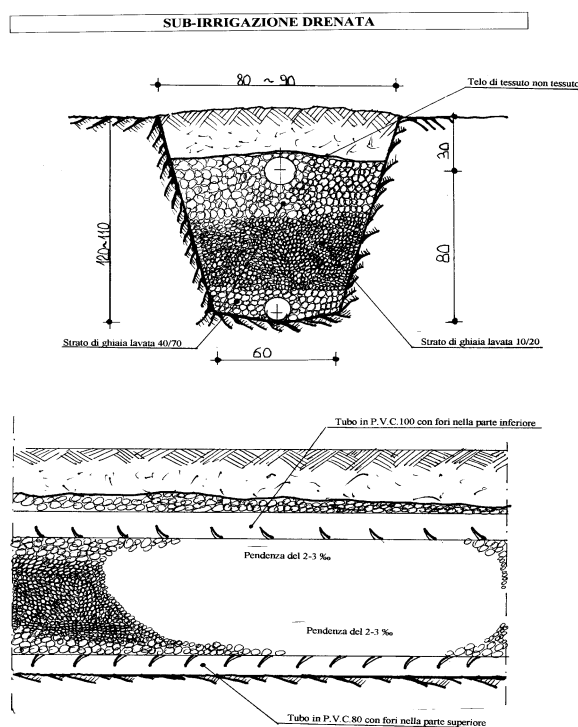
Il liquame emesso dalla condotta disperdente percola in uno strato di pietrisco e viene raccolto da una seconda condotta denominata drenante posizionata al di sotto della prima. Vi sono inoltre tubi di aerazione che consentono al liquame di essere ossidato.

Al fine di instaurare nella massa filtrante un ambiente aerobico all'interno della trincea dovranno essere poste delle tubazioni di aerazione a circa 3 metri di distanza; tali sistemi di aerazione dovranno essere eseguiti in P.V.C. ed avere tubi del diametro di cm 10/12, dotati di fori che permettano il passaggio dell'aria.

Per il dimensionamento, dovrà essere calcolata una lunghezza minima della condotta disperdente e della condotta drenante variabile da 2 a 4 metri/A.E.

Fra la fossa Imhoff e l'inizio della sub-irrigazione dovrà essere posto un adeguato pozzetto di cacciata in modo che il refluo in uscita interessi l'intera lunghezza del tratto drenante.

Dovrà essere realizzato un collegamento a tenuta tra vasca settica, pozzetto di carico, condotta disperdente e condotta drenante.



Esempio di sub-irrigazione drenata

Depuratori biologici ad ossidazione totale

Sono impianti compatti che sfruttano il processo di ossidazione dei fanghi attivi. Tale processo prevede le fasi di aerazione e sedimentazione secondaria. Nella vasca di ossidazione viene apportata aria tramite diffusori, nella successiva vasca di sedimentazione avviene la chiarificazione del refluo depurato. Costruttivamente l'impianto è un modulo prefabbricato suddiviso in due comparti comunicanti idraulicamente e percorsi in serie dal liquame. I fanghi di supero devono essere periodicamente estratti ed inviati allo smaltimento.

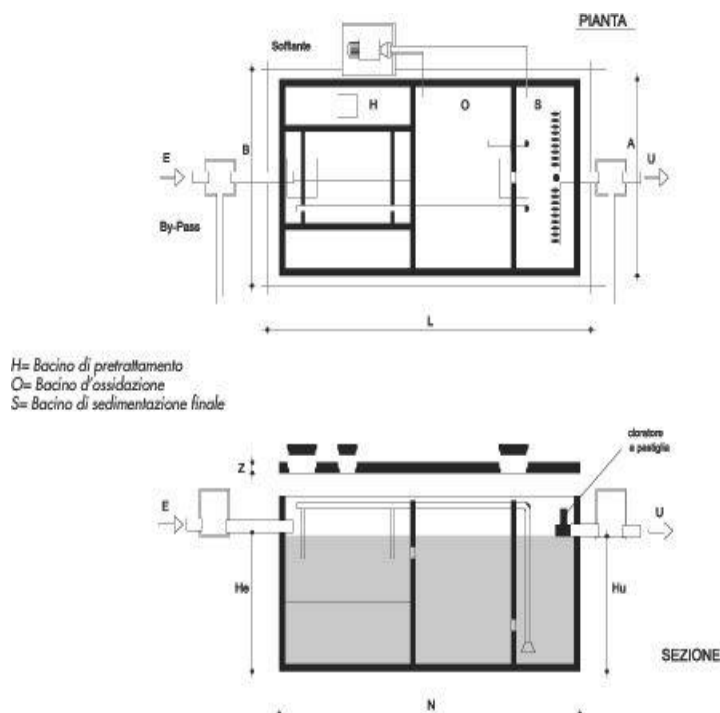
Gli impianti ad ossidazione totale sono limitati nel loro utilizzo poiché:

- richiedono energia elettrica: anche se il consumo energetico non è elevato;
- richiedono manutenzione specializzata;
- sono sensibili alle variazioni di portata che avvengono normalmente negli scarichi civili, con maggiore intensità quanto minore è il numero di utenti. È dunque auspicabile la previsione a monte di sistemi di equalizzazione che possono distribuire il carico in arrivo in modo omogeneo durante la giornata; anche una vasca Imhoff in ingresso può smorzare quanto meno i picchi di portata.

Per il dimensionamento si considera in genere un volume da 300 a 350 litri/A.E., $\frac{3}{4}$ per il comparto di aerazione e $\frac{1}{4}$ per il comparto di sedimentazione.

Questi impianti di piccole dimensioni sono reperibili in commercio come moduli completi prefabbricati. Va scelto il modello adatto a trattare il carico inquinante in AE, rispettando le prescrizioni del costruttore.

L'utilizzo di questa tipologia di trattamento deve essere valutato caso per caso, in quanto va privilegiato l'utilizzo di sistemi privi di apparati elettromeccanici e di più semplice gestione.



Esempio di Impianto ad ossidazione totale

Fitodepurazione

I sistemi di fitodepurazione sono ambienti umidi riprodotti artificialmente in bacini impermeabilizzati attraversati, con diversi regimi di flusso, dalle acque reflue opportunamente collettate. Tali sistemi sono caratterizzati dalla presenza di specie vegetali tipiche delle zone umide (macrofite igrofile), radicate ad un substrato di crescita o flottanti sullo specchio d'acqua.

Tendono a riprodurre in ambiente controllato i processi di autodepurazione che avvengono nelle zone umide naturali utilizzandoli per degradare gli inquinanti contenuti nelle acque reflue.

I sistemi di fitodepurazione sono classificati in base al tipo di macrofite utilizzate (galleggianti, radicate sommerse, radicate emergenti) ed alle caratteristiche del percorso idraulico del refluo.

La classificazione in funzione delle caratteristiche delle specie vegetali utilizzate li suddivide in:

- Sistemi con macrofite galleggianti (Lemna, ecc.);
- Sistemi a macrofite radicate sommerse (Potamogeton, Myriophyllum, ecc.);
- Sistemi a macrofite radicate emergenti (Fragmiti, Tife, ecc.);
- Sistemi misti.

In relazione al percorso idraulico del refluo, i sistemi di fitodepurazione si distinguono in sistemi a flusso sommerso (orizzontale e verticale) e sistemi a flusso libero:

- **SFS-h o HF (Subsurface Flow System - horizontal o Horizontal Flow):** i sistemi a flusso Sub-superficiale orizzontale sono bacini riempiti con materiale inerte, dove i reflui scorrono

in senso orizzontale in condizioni di saturazione continua (reattori “plug-flow”) e le specie vegetali utilizzate appartengono alle macrofite radicate emergenti.

- **SFS-v o VF (Subsurface Flow System - vertical o Vertical Flow):** i sistemi a flusso Sub-superficiale verticale sono vassoi riempiti con materiale inerte, dove i reflui scorrono in senso verticale in condizioni di saturazione alternata (reattori “batch”) e le specie utilizzate appartengono alle macrofite radicate emergenti.
- **FW o FWS (Free Water o Free Water Surface):** i sistemi a flusso libero riproducono, quanto più fedelmente, una zona palustre naturale, dove l'acqua è a diretto contatto con l'atmosfera e generalmente poco profonda, e le specie vegetali che vi vengono inserite appartengono ai gruppi delle idrofite e delle elofite.
Tali sistemi necessitano di ampie superfici. Sono utili per grosse utenze e con funzioni di trattamento terziario cioè un ulteriore affinamento dopo un trattamento secondario con fitodepurazione o con altri sistemi.

Il sistema di fitodepurazione a flusso verticale favorisce l'instaurarsi di condizioni aerobiche all'interno del medium, a differenza del sistema a flusso orizzontale o vassoi assorbenti, in cui il livello dell'acqua si posiziona poco al di sotto della superficie.

La scelta del sistema a flusso orizzontale è consigliata per insediamenti aventi una potenzialità massima di 15 a.e. mentre il sistema a flusso verticale per un massimo di 100 a.e.

Le diverse tipologie di sistemi di fitodepurazione possono essere combinate con l'obiettivo di ottimizzare le rese depurative di un particolare tipo di refluo. Questi sistemi combinati prendono il nome di “Sistemi ibridi”.

Quando la fitodepurazione viene individuata come trattamento secondario, deve essere identificato un recapito finale dei reflui depurati. Nel caso non fosse possibile individuare come recettore un idoneo corpo idrico superficiale, si dovrà valutare lo smaltimento dei reflui sul suolo, ad esempio tramite un idoneo impianto di subirrigazione.

Nel caso di impianti ad evotraspirazione totale, ossia a ciclo chiuso, sarebbe opportuno individuare un recettore finale per lo scarico di troppo pieno.

Sistemi a flusso sub-superficiale orizzontale (horizontal flow – HF)

I sistemi a flusso sommerso orizzontale sono costituiti da “vasche” o “vassoi assorbenti” opportunamente impermeabilizzate con manti plastici, riempite di materiale inerte di opportuna granulometria (es. ghiaie), in cui si sviluppano le radici di macrofite emergenti (comunemente utilizzata è la *Phragmites australis*).

I sistemi a flusso sommerso orizzontale assicurano una maggiore protezione termica dei liquami nella stagione invernale, soprattutto nel caso in cui si prevede possano verificarsi frequenti periodi di copertura nevosa. Per i sistemi realizzati in aree con clima particolarmente rigido è buona norma prevedere la possibilità di abbassare il livello dell'acqua nella vasca in modo da evitarne il congelamento.

L'alimentazione è continua ed il livello del liquido in vasca è stabilito dal sistema a sifone contenuto nel pozzetto d'uscita.

È necessario limitare al massimo l'ingresso di acque meteoriche nel vassoio, si dovrà quindi avere particolare riguardo alle pendenze del terreno circostante.

Il vassoio assorbente è costituito da una vasca o bacino a tenuta stagna (in muratura, in calcestruzzo, o in materiale plastico prefabbricato), con il fondo orizzontale a perfetto livello situato a circa 70-80 cm di profondità.

In base al dimensionamento del letto assorbente si può avere sia lo scarico di acque reflue in uscita dal sistema oppure non avere lo scarico, in seguito alla completa eliminazione delle acque reflue dovuta all'evaporazione e traspirazione delle piante.

A monte del letto assorbente e comunque a valle della fossa Imhoff, dovrà essere posizionato un pozzetto per poter controllare il buon scorrimento del liquido e la sua ripartizione nel vassoio assorbente.

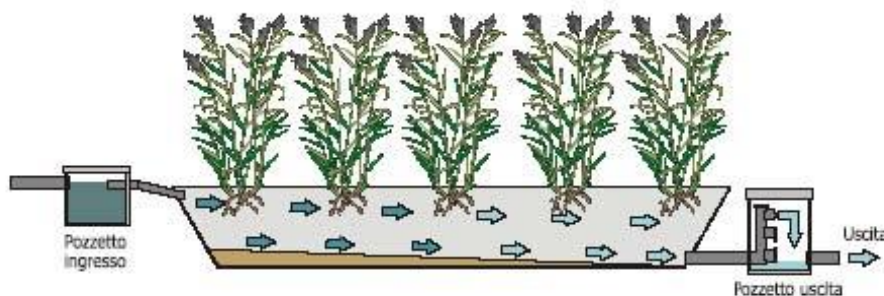
A valle del letto assorbente dovrà essere posizionato un pozzetto che verrà utilizzato per il controllo del livello dell'acqua nell'impianto, se il sistema è a circuito chiuso, e come pozzetto di campionamento, se il sistema prevede lo scarico.

- La forma di una vasca a flusso sommerso orizzontale deve essere necessariamente rettangolare, mentre la pendenza del fondo del letto può variare dall'1 al 5%.
- La profondità del bacino dipende sostanzialmente dal tipo di specie vegetale selezionata, ovvero dallo sviluppo (profondità) del suo apparato radicale. Un adeguato valore del rapporto fra larghezza e lunghezza del bacino riduce il rischio che possa verificarsi un corto circuito idraulico. Il rapporto L/W può variare notevolmente, nel rispetto delle indicazioni riportate, da un minimo di 0,5 ad un massimo di 3.
- La larghezza del bacino deve comunque essere tale da assicurare una uniforme distribuzione del refluo su tutta la sezione di ingresso, compatibilmente con il sistema di alimentazione scelto. In caso si ottenga un valore di larghezza eccessivo è consigliabile suddividere lo stadio di trattamento in più letti in parallelo.
- La lunghezza del letto non dovrà essere eccessiva, in modo tale da evitare che l'altezza del bacino alla sezione di ingresso risulti troppo limitata e che l'altezza del bacino alla sezione di uscita sia compatibile con la profondità massima raggiungibile dall'apparato radicale delle piante prescelte. Sono d'altra parte sconsigliati bacini con uno sviluppo in lunghezza troppo limitato (indicativamente inferiore a 4 m).
- Come medium di riempimento si utilizza comunemente la ghiaia di granulometria variabile, pulita e lavata. In genere di diametro medio compreso tra 4 e 16 mm; il medium è disposto in modo uniforme all'interno del letto. Il bacino viene riempito a partire dal fondo con uno strato di ghiaione per uno spessore di circa 15-20 cm per facilitare la ripartizione del liquame, e successivamente uno strato di ghiaietto dello spessore di 15 cm come supporto alle radici. Sopra lo strato di ghiaietto sono posti un telo di "tessuto non tessuto" e 40-50 cm di una miscela costituita all'incirca dal 50% di terreno vegetale e 50% di torba su cui saranno messe a dimora le piante.
- Per il dimensionamento del Vassoio Assorbente, si considera una superficie di $4 \div 6 \text{ m}^2 / \text{A.E}$ e comunque funzione del refluo da smaltire, con una superficie minima di 20 m^2 ; una profondità pari a $0.60 \div 0.80 \text{ m}$ ed un'altezza delle pareti di 0.10 m più alta rispetto alla superficie della terra vegetale, creando un piccolo argine perimetrale per impedire l'ingresso delle acque meteoriche.
- Se l'area è posta ad una quota inferiore allo scarico, il sistema HF può essere alimentato in modo continuo e per gravità. Il sistema di alimentazione può essere realizzato in diversi modi, fra cui i più comuni sono:
 - un canale a pelo libero, che alimenta a stramazzo la vasca in diversi punti.
 - una tubazione forata (o con elementi di distribuzione a T), collocata superficialmente o immersa nel medium di riempimento.
 Indipendentemente dal sistema che si intende adottare, è importante garantire una distribuzione del flusso uniforme lungo tutta la larghezza del bacino e rendere il sistema ispezionabile per l'eventuale pulizia dello stesso.
- I sistemi di uscita sono spesso realizzati con una tubazione drenante posta sul fondo.

La tenuta del bacino deve essere tale da assicurare la protezione della falda freatica da un possibile inquinamento ma anche dalle acque meteoriche. La granulometria della ghiaia deve essere tale che sia sempre mantenuto uno spazio libero sufficiente a garantire il passaggio dell'acqua.

Oltre alla periodica manutenzione della vegetazione al fine di mantenere inalterate nel tempo le funzioni evaporative, è bene ricoprire il letto assorbente con uno strato di paglia e foglie secche in zone dove la temperatura durante l'inverno possa andare sotto lo zero. Per le medie utenze, non è

conveniente fare vasche troppo ampie, ma può essere utile predisporre più vasche piccole, a coppia in parallelo e/o anche in serie, con ripartitore di portata e sistemi di by-pass per la manutenzione.



Fitodepurazione – SFS-h

Sistemi a flusso sub-superficiale verticale (vertical flow - VF)

Anche in questo caso si hanno delle vasche impermeabilizzate riempite con materiale inerte su cui vengono fatte sviluppare macrofite radicate emergenti.

La differenza principale consiste nel modo in cui il refluo scorre attraverso il medium di riempimento.

Mentre nei sistemi HF si ha un flusso con alimentazione continua e uno scorrimento prevalente in direzione orizzontale, secondo uno schema di reattore “plug-flow”, nei sistemi VF il refluo da trattare viene immesso nelle vasche in modo discontinuo e scorre in direzione prevalentemente verticale.

L'alimentazione intermittente con cicli di riempimento e svuotamento, regolati da pompe o da sifoni auto innescanti, ricrea le condizioni di un reattore “batch” e necessita spesso di almeno due vasche in parallelo, che funzionano a flusso alternato.

Il refluo da trattare attraversa un letto di ghiaia e si accumula sul fondo del letto.

Nel lungo periodo, devono essere tenuti sotto controllo eventuali fenomeni di intasamento al fine di evitare formazioni stagnanti ed una drastica diminuzione delle capacità ossidative del sistema.

- 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.
- Per il dimensionamento del vassoio assorbente si considera una superficie pari a 2÷4 m²/A.E. e comunque funzione del refluo da smaltire, con una superficie minima di 10 m² ed un'altezza delle pareti 0.10 m più alta rispetto alla superficie della terra vegetale, creando un piccolo argine perimetrale per impedire l'ingresso delle acque meteoriche
- Il medium di riempimento di questa tipologia di sistemi deve essere costituito da inerte a granulometria più fine rispetto ai sistemi a flusso orizzontale, in modo da consentire una lenta percolazione delle acque e quindi una distribuzione quanto più omogenea possibile su tutta la superficie del letto.

Può essere costituito unicamente da sabbia, oppure può prevedere la disposizione di più strati di inerti di granulometria diversa.

In superficie è consigliabile disporre uno strato di ghiaia, con uno spessore minimo di 10 cm 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. Sul fondo del bacino viene posta la condotta di captazione, costituita da un tubo forato del tipo drenante, che raccoglie le acque depurate. Tale condotta convoglia le acque depurate in un pozzetto, posizionato all'uscita del bacino, all'interno del quale viene posto un sistema di regolazione del livello idrico (es. sifone di cacciata), al fine di evitare ristagni di acqua all'interno dell'impianto e che regola la portata in ingresso.

All'interno dello strato drenante vengono posate le tubazioni di adduzione, distanti almeno 1 mt l'una dall'altra, con diametro di 10-12 cm, su cui devono essere praticati dei fori.

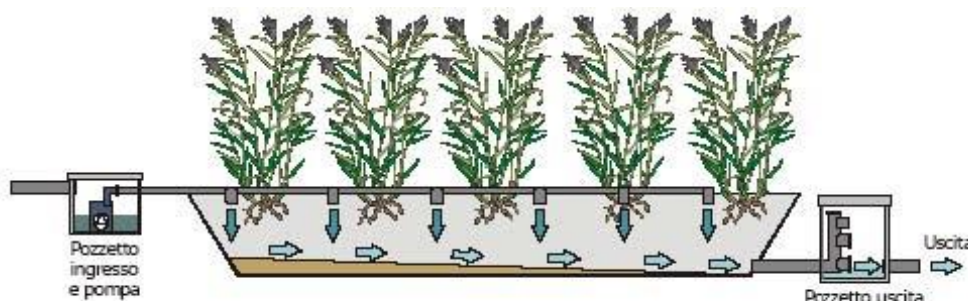
- L'alimentazione del sistema deve essere discontinua per massimizzare i rendimenti depurativi, e l'intervallo minimo tra un'alimentazione e l'altra deve essere fissato in base alle caratteristiche del medium di riempimento prescelto, lasciando tra una carica e l'altra il tempo adeguato alla percolazione del liquame e la successiva areazione.

La modalità di alimentazione discontinua richiede l'utilizzo di un sifone di cacciata o, molto più spesso, di un sistema di pompaggio.

Il livello del liquido in vasca è stabilito dal sistema a sifone contenuto nel pozzetto d'uscita.

- L'uscita del refluo può avvenire attraverso apposite bocchette oppure praticando dei forellini di 2-4 mm sulla parte inferiore delle tubazioni.

Il sistema di raccolta delle acque trattate nei sistemi VF, analogamente a quello dei sistemi HF, 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 verso un pozzetto d'ispezione e poi inviarlo verso il corpo recettore finale.



Fitodepurazione SFS – v

Sistemi ibridi

Per utenze medio-grandi possono essere predisposti sistemi di trattamento con fitodepurazione che alternano vasche a flusso orizzontale con vasche a flusso verticale anche a coppia in batteria, per sfruttare le capacità depurative di entrambi i sistemi per le sostanze azotate. Come ulteriore sistema di rimozione delle sostanze azotate e di abbattimento della carica batterica, può essere previsto anche uno stadio finale a flusso libero. Questi sistemi ibridi possono essere particolarmente indicati per trattare scarichi recapitanti in aree sensibili.

Specie vegetali utilizzate

(Rif. Manuale ISPRA 81/2012- Guida Tecnica per la progettazione e gestione dei sistemi di fitodepurazione per il trattamento delle acque reflue urbane)

Le piante costituiscono l'elemento attivo nel sistema di fitodepurazione, in quanto hanno un'elevata capacità di assorbire e quindi utilizzare alcuni elementi chimici, impedendo loro di arrivare ai corpi idrici superficiali.

La scelta delle essenze da impiegare andrà fatta tenendo conto delle condizioni climatiche, in modo da favorirne un buono sviluppo nel tempo e una maggiore resistenza alle avversità. È preferibile piantare essenze già ben sviluppate in modo che l'impianto entri rapidamente a pieno regime.

Per il mantenimento delle funzioni evaporative è necessario provvedere alla periodica manutenzione della vegetazione.

La piantumazione è realizzata con piante (per es. bambù, cornus alba, typha latifolia, ecc.) che sopravvivono in ambienti acquatici o saturi d'acqua con un sistema vascolare di trasporto dell'ossigeno fino alle radici e ai rizomi, che favorisce la colonizzazione dei batteri, responsabili della trasformazione del carico inquinante in sali minerali, nelle zone carenti di ossigeno e consente di mantenere livelli depurativi anche durante il periodo invernale.

Le **Macrofite acquatiche (o igrofile)** comprendono vegetali di dimensioni macroscopiche di prossimità di acque dolci superficiali (lotiche e lentiche), vi appartengono specie della vegetazione acquatica e specie pioniere di greto. Le macrofite sono costituite da fanerogame, alcune pteridofite e numerose briofite. Le specie vegetali utilizzate sono erbacee, perenni, autoctone ed adattate a crescere in suoli parzialmente o perennemente saturi d'acqua (anche eutrofizzata). In relazione all'ambiente di crescita, possono essere suddivise in:

- **elofite o macrofite radicate emergenti:** piante terrestri adattate alla vita su suoli parzialmente o completamente saturi d'acqua (paludi e rive dei laghi). Trovano utilizzo in tutti i sistemi di fitodepurazione;
- **idrofiti:** sono piante acquatiche perenni le cui gemme si trovano sommerse o natanti (*Lemna* spp, *Potamogeton* spp, *Nymphaea*), ulteriormente suddivise in:
 - **pleustofite (o galleggianti):** non sono ancorate al substrato e fluttuano liberamente sulla superficie dell'acqua (*Lemna*, *Hydrocharis morsus-ranae*). Sono dotate di apparato radicale esteso, efficace nella rimozione dei nutrienti per assunzione diretta, favorevole alla crescita della biomassa adesa ed all'adsorbimento delle sostanze colloidali: pertanto sono particolarmente indicate per trattamenti terziari (rimozione dei nutrienti);
 - **rizofite:** sono ancorate al substrato del fondo mediante il loro apparato radicale. Esse sono totalmente sommerse (**idrofiti sommerse**) o ancorate al fondo e fluttuanti emergendo dalla superficie solo con i fiori e, talvolta, con foglie galleggianti (**idrofiti flottanti**). L'adozione delle rizofite è scarsamente diffusa nella fitodepurazione e il loro impiego è limitato ad acque pulite ed ossigenate (essendo particolarmente sensibili alle condizioni anaerobiche) o in combinazione con piante emergenti.

Non vanno assolutamente impiegate le specie vegetali esotiche invasive tra cui la peste d'acqua (*Elodea canadensis*) di origine nordamericana, e il giacinto d'acqua (*Eichornia crassipes*) tropicale, per il rischio si diffondano negli ambienti circostanti compromettendo la biodiversità degli habitat di acqua dolce.

A tale proposito, si ricorda che dal 1° gennaio 2015 è in vigore nei paesi dell'Unione Europea il Regolamento 1143/2014 recante disposizioni volte a prevenire e gestire l'introduzione e la diffusione delle specie esotiche invasive.

Fino ad oggi sono state pubblicate sulla G.U. dell'UE tre liste di specie esotiche vegetali di rilevanza unionale (14 luglio 2016, 12 luglio 2017 e 25 luglio 2019) che costituiscono un elenco di specie esotiche invasive di riferimento che viene aggiornato periodicamente.

L'elenco aggiornato può essere consultato sul sito del Ministero della Transizione Ecologica/Natura/Biodiversità/Specie esotiche invasive.

ELOFITE		IDROFITE	
Specie vegetale	Profondità dell'acqua (cm)	Specie vegetale	Profondità dell'acqua (cm)
<i>Phragmites spp</i>	0 -100	<i>Myriophyllum spp</i>	10 – 20
<i>Thypha minima</i>	0 - 40	<i>Potamogeton spp</i>	> 50
<i>Juncus effesus</i>	0 – 30	<i>Ceratophyllum demersum</i>	> 50
<i>Lythrum salicaria</i>	0 – 30	<i>Nymphoides peltata</i>	30
<i>Iris pseudacorus</i>	0 – 20	<i>Nuphar lutea</i>	30 – 50
<i>Butomus umbellatus</i>	10 – 30	<i>Nymphaea alba</i>	70 – 110
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	0 – 100	<i>Nymphaea rustica</i>	70 – 110
<i>Carex spp</i>	0 – 10	<i>Lemna spp</i>	galleggiante
<i>Alisma plantago aquatica</i>	10 – 20	<i>Hydrocharis morus-ranae</i>	galleggiante

Esempio di piante acquatiche utilizzate e relative profondità dell'acqua ottimale. (fonte: Manuale ISPRA 81/2012- Guida Tecnica per la progettazione e gestione dei sistemi di fitodepurazione per il trattamento delle acque reflue urbane).

I sistemi che utilizzano macrofite radicate emergenti (HF e VF), in particolare usano il genere *Phragmites* perché richiede scarsa manutenzione ed ha una capacità di crescita e diffusione elevate. In Italia sono comunemente utilizzate *Phragmites australis*, *Schoenoplectus lacustris*, *Typha latifolia*, *Carex elata*, *Scirpus Spp*, *Juncus Spp*.

Nei sistemi a flusso sommerso per dimensionare l'altezza dei letti si deve tener conto della capacità di approfondimento dell'apparato radicale. Per la scelta e la distribuzione delle piante acquatiche in un sistema di fitodepurazione occorre inoltre considerare la reperibilità in vivaio, i costi di acquisto e posa in opera, i costi di manutenzione e le caratteristiche paesaggistico-decorative.

Gestione e manutenzione degli impianti di fitodepurazione

Le caratteristiche da considerare per valutare l'idoneità dei siti alla collocazione dei sistemi di fitodepurazione sono:

- distanza dalle abitazioni non inferiore a 50 m (tranne che per impianti al servizio di singole abitazioni);
- possibilità di accesso per la manutenzione e la rimozione dei fanghi;
- microclima favorevole;
- pendenza del terreno compatibile con l'allocazione;
- impermeabilizzazione naturale (si ricorre altrimenti ad un'impermeabilizzazione artificiale).

Se non è presente impermeabilizzazione naturale (almeno 60 cm di argilla), si può ricorrere a vasche prefabbricate in plastica, vasche in cemento armato o teli impermeabili di spessore = 1mm.

Gli impianti di fitodepurazione presentano una gestione semplice che non richiede un impegno continuo, né manodopera specializzata

Generalmente le condizioni di malfunzionamento di un impianto ben progettato si riscontrano in corrispondenza di sovraccarico idraulico e/o inquinante, cattivo funzionamento dei sistemi di trattamento primari, fenomeni di intasamento di tubazioni o del medium di riempimento.

Tutti i controlli e le azioni da intraprendere per garantire una corretta gestione e manutenzione dell'impianto devono essere contenuti nel piano di manutenzione.

Nel caso in cui l'impianto sia munito di sistemi di pretrattamento (griglie, rotostacci, etc.), dispositivi elettromeccanici, pompe e valvole di vario genere, si dovranno rispettare i manuali di uso e manutenzione forniti dai fabbricanti e rispettare le tempistiche previste per gli interventi.

Infine, ogni impianto dovrebbe essere dotato di un "Libretto di Manutenzione" che raccolga tutti gli interventi effettuati sull'impianto stesso, i motivi per cui sono stati eseguiti e gli esiti ottenuti.

Per garantire un buon funzionamento dei sistemi di fitodepurazione è necessario assicurare il corretto funzionamento del sistema primario e controllare il deposito di materiale solido, che può provocare ostruzioni dei sistemi di distribuzione e/o intasamenti del medium di riempimento, con conseguente minor rendimento del processo depurativo e, nel caso di sistemi a flusso sommerso orizzontale, fenomeni di ruscellamento superficiale. I controlli minimi per un impianto primario sono riportati nella tabella seguente (fonte: Manuale ISPRA 81/2012- Guida Tecnica per la progettazione e gestione dei sistemi di fitodepurazione per il trattamento delle acque reflue urbane).

Periodicità	Controllo	Prestazioni minime	Interventi di manutenzione
Mensile Trimestrale	<i>Controllo del regolare funzionamento del sistema di entrata e uscita del refluo</i>	<i>Normale scorrimento del refluo all'interno della tubazione</i>	<i>Lavaggio della tubazione ostruita con acqua in pressione</i>
	<i>Controllo della presenza di accumuli di schiume e/o incrostazioni sulla lama paraschiuma.</i>	<i>Quantità tali da essere contenute dai paraschiuma</i>	<i>Rimozione meccanica del materiale incrostante Disgregazione delle schiume con acqua in pressione e loro eventuale rimozione</i>
	<i>Controllo della presenza di fango digerito nell'effluente</i>	<i>Assenza di fango digerito</i>	<i>Estrazione del 75% dei fanghi di supero tramite autospurgo-autobotte e loro smaltimento appropriato</i>
	<i>Controllo della funzionalità della vasca</i>	<i>Livello dei fanghi al di sotto di almeno 30 cm dalla fessura di comunicazione fra le vasche</i> <i>Assenza di fiocchi di fango in superficie</i>	<i>Estrazione dei fanghi di supero tramite autospurgo-autobotte e loro smaltimento appropriato</i> <i>Aggiunta di calce idrata o bicarbonato di sodio attraverso gli sfii laterali</i>
Triennale	<i>Controllo della perfetta tenuta stagna della vasca</i>	<i>Livello costante del pelo libero nella vasca</i>	<i>Svuotamento della vasca e individuazione della perdita</i>

Controlli minimi sui trattamenti primari a monte della fitodepurazione

I sistemi a flusso orizzontale (HF) sono alimentati in modo continuo, generalmente per gravità. Per questo tipo di sistemi è molto importante garantire che il pelo libero del liquame si mantenga in modo costante al livello previsto in fase progettuale. A tale scopo è consigliabile mantenere la velocità di ingresso a valori contenuti in modo da evitare innalzamenti del pelo libero dell'acqua in prossimità delle uscite del sistema di distribuzione e un deposito di solidi sulla superficie di ingresso.

Gli interventi di gestione e manutenzione da effettuare su un sistema di tipo HF sono riassunti nella tabella seguente (fonte: Manuale ISPRA 81/2012- Guida Tecnica per la progettazione e gestione dei sistemi di fitodepurazione per il trattamento delle acque reflue urbane).

Periodicità	Controllo	Prestazioni minime	Interventi di manutenzione
Trimestrale	Crescita delle piante	Densità delle piante >10/m ² Assenza di malattie delle piante e/o danni provocati da insetti e/o animali	Eseguire nuovamente la piantumazione (se la stagione lo consente)
	Presenza di piante infestanti	Assenza di piante infestanti	Rimozione (manuale o tramite allagamento) delle piante infestanti che possono impedire la crescita delle piante selezionate
	Sponde di contenimento	Assenza di cedimenti della sponda	Risistemazione delle sponde
	Sistema di alimentazione	Assenza di fenomeni ostruttivi	Lavaggio del tubo di alimentazione con getto d'acqua in pressione
	Tubazioni di uscita della vasca Pozzetto di regolazione	Assenza di fenomeni ostruttivi (flusso, anche se minimo, continuo) Materiale sedimentato sul fondo del pozzetto < 20 cm	Lavaggio del tubo di uscita con getto d'acqua in pressione; Rimozione e smaltimento appropriato del materiale sedimentato
Semestrale	Tappeto erboso sulle sponde	Presenza di tappeto erboso superiore al 50% della superficie	Eseguire nuovamente la semina (se la stagione lo consente)
	Medium di riempimento (parte iniziale)	Assenza di ruscellamento (tranne in coincidenza di punte di carico) Assenza di sversamenti di fanghi sulla superficie.	Lavaggio del pietrame dei vespai di alimentazione con acqua in pressione dalla T di ispezione; Eseguire gli interventi relativi al trattamento primario; Allagamento del letto per permettere ai fanghi di venire a galla, successivo riabbassamento del livello a una quota inferiore al regime, rimozione dei fanghi superficiali quando sono solidificati
	Meccanismo di regolazione	Corretta regolazione dei livelli dell'acqua	Verifica della perfetta tenuta stagna del pezzo regolatore
Annuale	Taglio delle piante		Taglio della parte aerea delle piante ogni due (tre) anni, durante il periodo invernale e rimozione del materiale vegetale dal letto
	Regolazione del livello della vasca		La regolazione periodica del livello dell'acqua in uscita permette di effettuare dei piccoli interventi atti a ripristinare le condizioni di omogeneità del flusso idraulico all'interno del letto.

Interventi di manutenzione consigliati per i sistemi HF

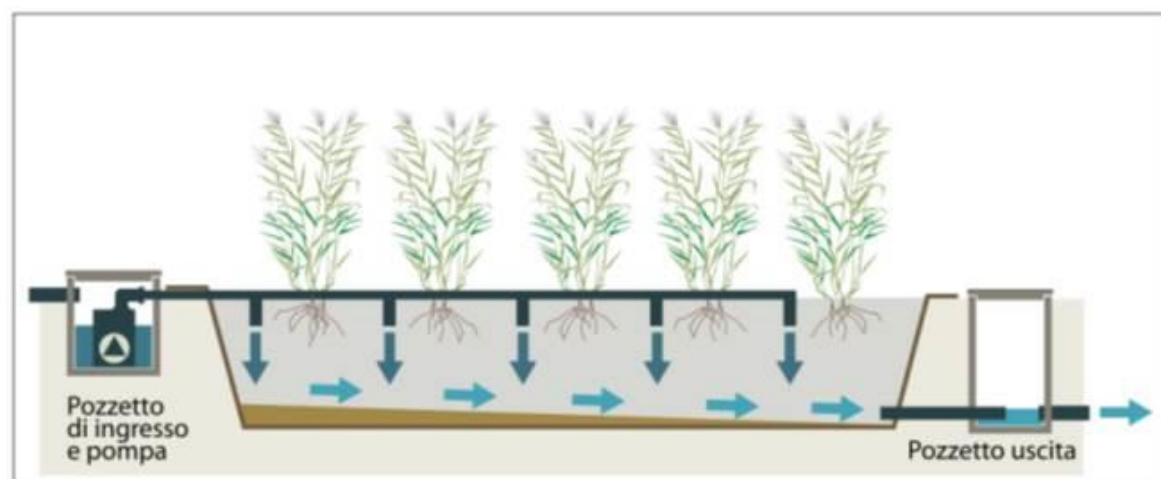
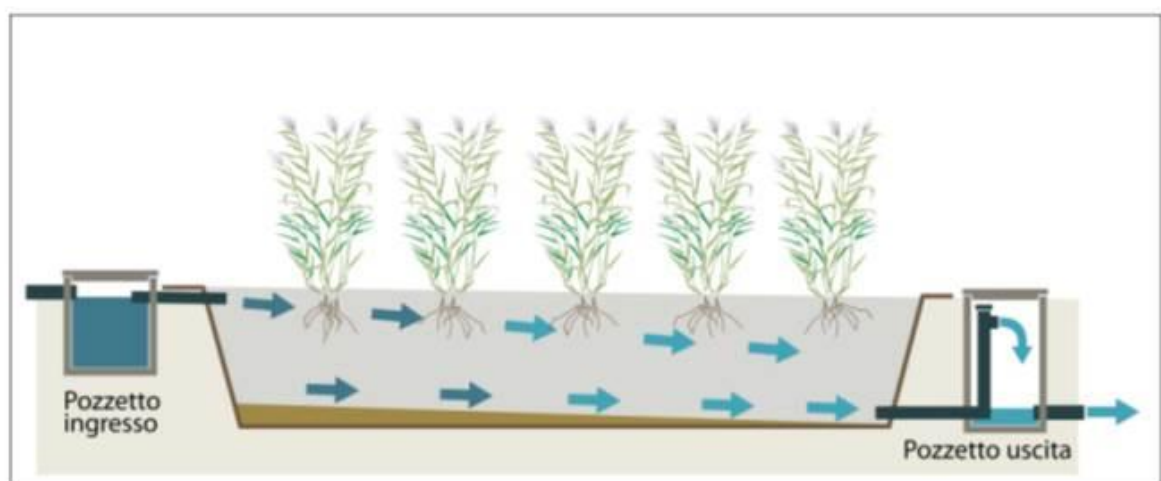
I sistemi a flusso verticale (VF) sono alimentati in modo discontinuo attraverso dispositivi come sifoni, tramogge, valvole elettromeccaniche o pompe di vario tipo. È necessario garantire buone condizioni di funzionamento per tali dispositivi al fine realizzare un'alimentazione il più uniforme possibile sulla superficie del sistema e quindi massimizzare le efficienze depurative.

Solitamente è buona norma seguire le istruzioni dei fabbricanti per quello che riguarda l'apparecchiatura elettromeccanica, mentre per i sistemi idraulici o meccanici si dovrà effettuare una pulizia periodica con getto d'acqua in pressione.

Nella tabella seguente sono riassunti i controlli e gli interventi di gestione e manutenzione previsti per sistemi di tipo VF (fonte: Manuale ISPRA 81/2012- Guida Tecnica per la progettazione e gestione dei sistemi di fitodepurazione per il trattamento delle acque reflue urbane).

Periodicità	Controllo	Prestazioni minime	Interventi di manutenzione
Trimestrale	<i>Crescita delle piante</i>	<i>Densità delle piante >10/m² Assenza di malattie delle piante e/o danni provocati da insetti e/o animali</i>	<i>Rinfoltimenti nelle zone povere di essenze vegetali</i>
	<i>Presenza di piante infestanti</i>	<i>Assenza di piante infestanti</i>	<i>Rimozione (manuale o tramite allagamento) delle piante infestanti che possono impedire la crescita delle piante selezionate</i>
	<i>Sponde di contenimento</i>	<i>Assenza di cedimenti sulla sponda di contenimento</i>	<i>Risistemazione delle sponde</i>
	<i>Pozzetto di alloggiamento del sistema di alimentazione</i>	<i>Assenza di corpi solidi capaci di provocare intasamenti alle apparecchiature</i>	<i>Rimozione dei solidi</i>
	<i>Sistema di alimentazione</i>	<i>Assenza di fenomeni ostruttivi</i>	<i>Verifica della presenza di eventuali otturamenti dei fori e rimozione corpi estranei</i>
	<i>Superficie vasca</i>	<i>Presenza di acqua sulla superficie del letto solo in occasione delle punte di carico</i>	<i>Sospensione dell'alimentazione del settore della vasca almeno per 15 gg (Solo nel caso in cui l'acqua sia presente in modo continuo)</i>
Semestrale	<i>Tappeto erboso sulle sponde</i>	<i>Presenza di tappeto erboso superiore al 50% della superficie</i>	<i>Eseguire nuovamente la semina (se la stagione lo consente)</i>
	<i>Tubazioni di uscita della vasca Pozzetto di regolazione</i>	<i>Assenza di fenomeni ostruttivi (flusso, anche se minimo, continuo) Materiale sedimentato sul fondo del pozzetto < 20 cm.</i>	<i>Lavaggio del tubo di uscita con getto d'acqua in pressione; Rimozione e smaltimento appropriato del materiale sedimentato</i>
	<i>Meccanismo di regolazione del livello</i>	<i>Corretta regolazione dei livelli dell'acqua</i>	<i>Verifica della perfetta tenuta stagna del pezzo regolatore</i>
Annuale	<i>Taglio delle piante</i>		<i>Taglio della parte aerea delle piante ogni due (tre) anni, durante il periodo invernale e rimozione del materiale vegetale dal letto</i>

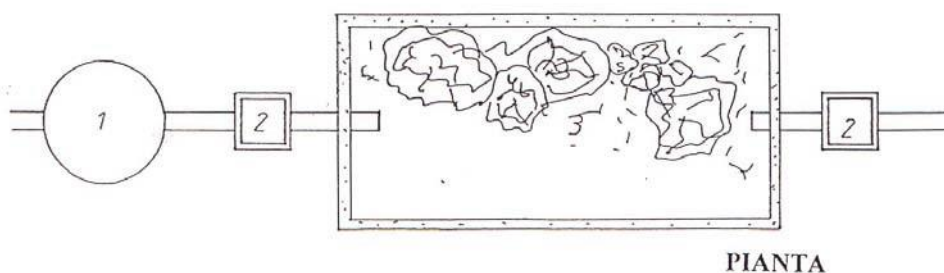
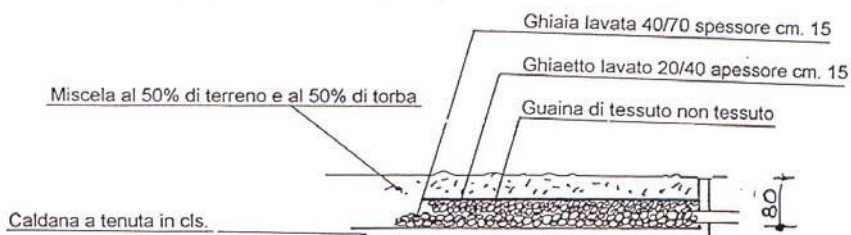
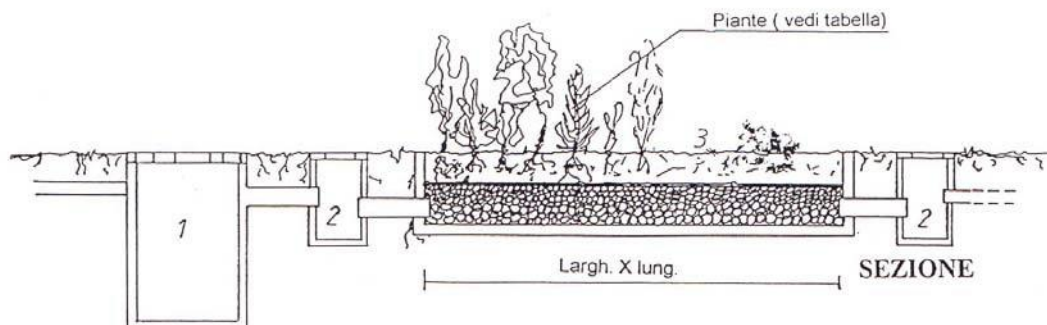
Interventi di manutenzione consigliati per i sistemi VF



*Tipologie di sistemi di fitodepurazione in relazione al percorso idraulico del refluo.
 Dall'alto al basso: flusso sommerso orizzontale, flusso sommerso verticale, flusso libero o superficiale*

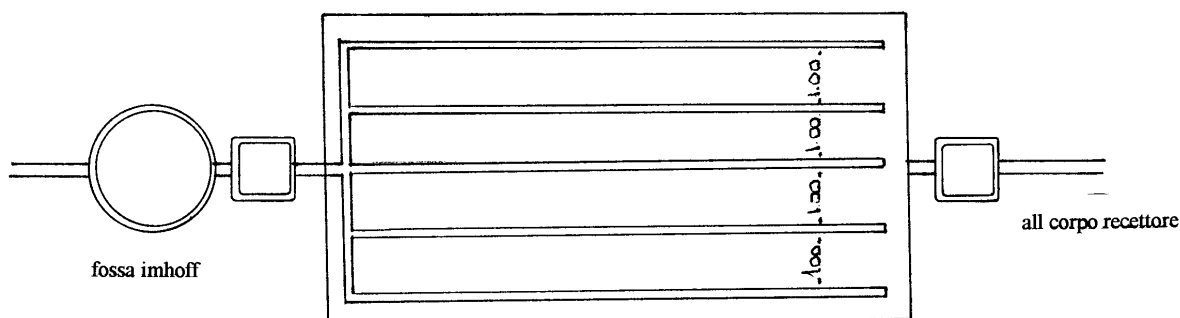
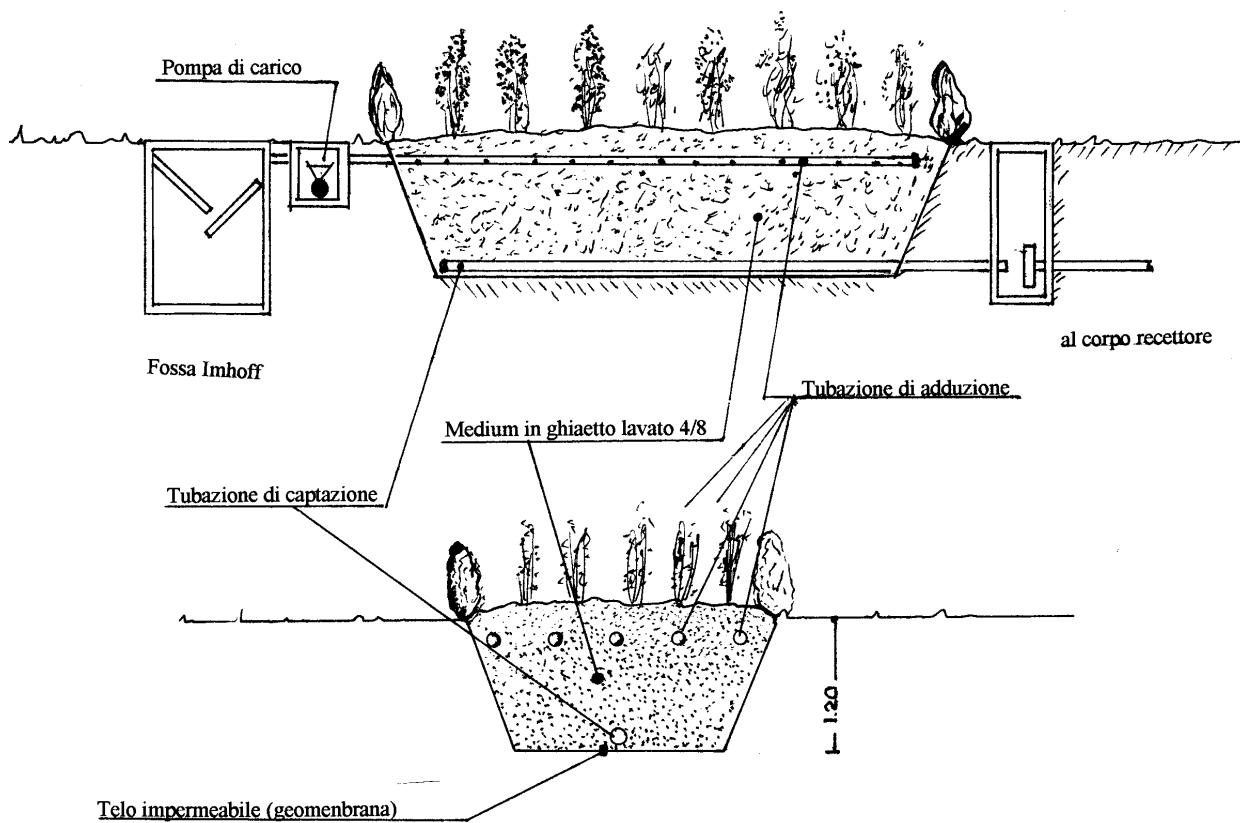
Esempi di impianti di fitodepurazione a flusso orizzontale e verticale

FITODEPURAZIONE SUB-SUPERFICIALE A FLUSSO ORIZZONTALE
(LETTI ASSORBENTI)



LEGENDA	
1	Fossa Imhoff
2	Pozzetto di ispezione
3	Letto assorbente

FITODEPURAZIONE SUB-SUPERFICIALE A FLUSSO VERTICALE



5. Esempi di impianti tipo

A titolo di esempio, in questa sezione si riportano alcuni schemi di impianti tipo, distinti in base al recapito finale dello scarico (acque superficiali o suolo e primi strati del sottosuolo), che possono essere realizzati a servizio di insediamenti da cui si originano acque reflue domestiche. Gli schemi grafici corrispondenti sono riportati da pag. 41 a pag. 44.

5.1 Scarichi in corpi idrici con portata naturale che consente una diluizione della portata di scarico pari almeno a 1:100

Gli scarichi effettuati in corpi idrici superficiali dotati di una portata in grado di diluire lo scarico di almeno 100 volte, possono essere sottoposti ad un trattamento minimale ottenibile con una configurazione d'impianto così individuata (vedi **schema 1**):

- Impianto dotato di raccolta separata delle acque "nere", provenienti dai servizi igienici e delle acque "grigie" (lavabi, lavandini cucina, lavastoviglie, doccia); il sistema di trattamento minimo consiste in una fossa Imhoff opportunamente dimensionata, che raccoglie direttamente le acque nere mentre per le acque grigie è previsto un pretrattamento in fossa sgrassatrice e poi passaggio in fossa Imhoff; un pozzetto finale di prelievo campioni.

Possono essere eventualmente adottate tipologie impiantistiche più complesse allo scopo di raggiungere superiori livelli di abbattimento degli inquinanti.

5.2 Scarichi in corpi idrici con portata naturale che consente una diluizione della portata di scarico < a 1:100 e/o con periodi di portata nulla < 120 giorni/anno e/o con portata limitata

Si propone il seguente schema di impianto (vedi **schema 2**):

- Impianto dotato di raccolta separata delle acque "nere", provenienti dai servizi igienici e delle acque "grigie" (lavabi, lavandini cucina, lavastoviglie, doccia), sistema di trattamento preliminare in vasca sgrassatrice per le acque grigie, passaggio in fossa Imhoff sia delle acque nere sia delle acque grigie (come per caso precedente), introduzione di un sistema di trattamento aggiuntivo tipo un filtro batterico aerobico, un sistema di sedimentazione finale, un pozzetto di prelievo campioni e poi immissione nel corso d'acqua prescelto. Qualora la posa in opera di un filtro batterico aerobico risultasse tecnicamente difficoltosa, ad esempio nel caso richieda la necessità di un declivio o di un impianto di sollevamento, è possibile installare in subordine un filtro batterico anaerobico correttamente dimensionato il quale non necessita di uno stadio di sedimentazione finale. In alternativa, può essere adottata la fitodepurazione.

5.3 Scarichi in corpi idrici con periodi di portata nulla > 120 giorni/anno

Il refluo proveniente dal trattamento primario (degrassatore + fossa Imhoff) deve essere disperso sul suolo o nei primi strati del sottosuolo.

In mancanza di alternative percorribili, si può accettare lo scarico in un recettore superficiale non idoneo solo se l'impianto di trattamento prevede, oltre allo stadio primario (Imhoff) un trattamento successivo come la subirrigazione drenata o la fitodepurazione.

5.4 Impianto per scarichi con recapito sul suolo (primo strati del sottosuolo) e strati superficiali del sottosuolo

L'impianto dovrà prevedere:

- Raccolta separata delle acque “nere”, provenienti dai servizi igienici e delle acque “grigie” (lavabi, lavandini cucina, lavastoviglie, doccia), sistema di trattamento preliminare in vasca sgrassatrice per le acque grigie, passaggio in fossa Imhoff sia delle acque nere sia delle acque grigie (come nei casi precedenti); sono poi possibili due trattamenti differenti, **sub-irrigazione oppure pozzo assorbente**.

Sub-irrigazione (vedi schema 4)

Scelta ottimale per la dispersione dei reflui nei primi strati del sottosuolo è il sistema di dispersione mediante sub irrigazione.

Nel caso di utilizzo di sistema di dispersione mediante sub-irrigazione, occorre prevedere sempre un sifone di cacciata (il sifone deve permettere il corretto funzionamento dell'intera tubazione disperdente e quindi bisogna dimensionare il sifone di cacciata con un volume pari o lievemente inferiore a quello della tubazione disperdente).

Pozzo assorbente (vedi schema 3)

L'uso del pozzo assorbente si accetta quale ipotesi residuale motivata tecnicamente (ad esempio non disponibilità di terreno), ed in tal caso lo scarico deve subire un trattamento di depurazione aggiuntivo mediante filtro percolatore aerobico o fitodepurazione verticale o, in subordine, un trattamento in filtro anaerobico.

È bene prevedere un pozzetto di ispezione prima dell'immissione del refluo nel pozzo assorbente.

6. Valutazione casi particolari

In questa sezione si analizzano alcune tra le più comuni situazioni problematiche, non contemplate nei capitoli precedenti, che si possono riscontrare nel corso della valutazione di una domanda di Autorizzazione allo scarico di acque reflue domestiche.

Scarico in fossi stradali

In passato sono stati in alcuni casi autorizzati scarichi di acque reflue recapitanti in fossi lato strada, considerando gli stessi alla stregua di corpi idrici superficiali.

Si ritiene che un fosso lato strada, così come un fosso colatore o un impluvio naturale non possano configurarsi come “corpo idrico superficiale”.

Ne consegue che l'immissione di scarichi in tali recettori non potrà di norma essere autorizzata se non in via eccezionale, ad esempio come ricettore saltuario di un sistema dotato di subirrigazione con drenaggio o di fitodepurazione.

Utilizzo tubazione di scarico non conforme

Lo scarico in acque superficiali presuppone che l'immissione si verifichi, di norma, in prossimità del corso d'acqua mediante una tubazione dedicata al singolo scarico.

Si ricorda che in nessun caso è possibile utilizzare tratti di fognatura bianca (per acque meteoriche) di tipo pubblico o privato, per il recapito di acque reflue di tipo domestico dopo trattamento.

Mancato rispetto delle distanze da condotte, serbatoi, pozzi o altre opere destinate alla distribuzione di acqua per il consumo umano

Nel caso di impianti caratterizzati dal mancato rispetto delle distanze previste dalla Deliberazione del Comitato per la tutela delle acque dall'inquinamento 04.02.1977 e dal Decreto Legislativo del Governo n° 152/06 e viste nei capitoli precedenti, si propongono alcuni criteri generali di valutazione tecnica degli stessi.

Occorre far notare che la Delibera del 1977 non pone alcuna differenza sul rispetto delle distanze dai sistemi di dispersione, considerando in modo del tutto analogo pozzi per l'approvvigionamento idropotabile, tubazioni e vasche di raccolta di acqua potabile.

Le differenti condizioni di rischio legate alle componenti del sistema di captazione e distribuzione dell'acqua potabile erogata da acquedotti privati e di pubblico servizio devono essere opportunamente considerate.

I punti di approvvigionamento (pozzi, sorgenti, gallerie filtranti) sono considerati dei "sistemi aperti" dove il rischio di contaminazione della risorsa dovuto ad infiltrazioni nel sottosuolo è un evento probabile, che dipende anche dalle diverse realtà geologiche ed idrogeologiche del territorio circostante.

Lo stesso rischio decade proporzionalmente se si considerano "sistemi chiusi" dedicati allo stoccaggio dell'acqua potabile e sistemi di collettamento (tubazioni) per la distribuzione dell'acqua potabile alle utenze.

Si propongono quindi criteri differenziati di valutazione per i seguenti casi:

- pozzi e/o sorgenti a servizio di impianto di acquedotto di pubblico interesse;
- pozzi e/o sorgenti a servizio di acquedotti privati;
- tubazioni e vasche di pubblico acquedotto;
- tubazioni di acqua potabile di proprietà privata.

Nel caso di punti di captazione di acque destinate al consumo umano erogate a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse, si applicano sempre i criteri di salvaguardia previsti dall'art. 94 del D. Lgs. 152/06 e dal Regolamento Regionale 15/R/2006, con particolare riferimento ai vincoli imposti nelle aree di salvaguardia distinte in zone di tutela assoluta e zone di rispetto ristretta ed allargata (art. 6 del R.R. n. 15/R)

A tale proposito, si ricorda che nella zona di rispetto i sistemi di trattamento di acque reflue sono vietati (vedi art. 6 comma 1 del RR n. 15/R).

Inoltre, nel caso di fabbricati esistenti ed autorizzati alla data di presentazione della proposta di definizione delle aree di salvaguardia, possono essere consentiti gli interventi di adeguamento igienico-sanitario che non comportino nuovi allacciamenti fognari (art. 6 c. 1 R.R. 15/R)

Per quanto riguarda la presenza di sistemi di smaltimento dei reflui all'interno delle aree di salvaguardia delle captazioni, si rammenta che il comma 6 dell'art. 6 del Regolamento Regionale 15/R/2006 prevede che, una volta censita la presenza di tali sistemi di smaltimento, vengano successivamente individuati anche gli interventi di messa in sicurezza delle eventuali infrastrutture presenti; dovranno quindi essere indicati gli interventi di messa in sicurezza che si prevede di effettuare per tutelare la captazione idropotabile.

Nel caso di punti di captazione di acque destinate al consumo umano ed erogate da acquedotti a carattere privato o nel caso di approvvigionamento autonomo, a condizione che tale acque presentino un'attestazione riguardante i requisiti di potabilità, il secondo comma dell'art. 94 del D.Lgs 152/06 demanda all'autorità competente il rilascio di prescrizioni e valutazioni, da impartire caso per caso, necessarie per la conservazione, la tutela della risorsa ed il controllo delle caratteristiche qualitative delle acque destinate al consumo umano.

Si dovrà prevedere in primo luogo la valutazione di alternative, sia di progetto, sia del recettore e/o di impianto.

Qualora non siano individuate possibili alternative di progetto, tra cui anche la rilocalizzazione del punto di scarico, si procede mediante l'analisi approfondita del contesto geologico ed idrogeologico di riferimento.

Devono quindi essere fornite e valutate informazioni relative all'inquadramento geologico-geomorfologico dell'area, all'assetto idrogeologico, alle caratteristiche piezometriche, idrodinamiche e di vulnerabilità dell'acquifero.

Per i sistemi di stoccaggio e trasporto dell'acqua potabile (tubazioni e vasche in genere) si dovranno effettuare valutazioni in merito a:

- caratteristiche progettuali degli impianti di acquedotto, quali ad esempio profondità di posa delle tubazioni idropotabili e delle vasche se interrate, quota di progetto dei sistemi disperdenti in progetto e caratterizzazione dell'acquifero eventualmente presente;
- caratteristiche dei materiali con cui sono realizzate le vasche e le tubazioni idropotabili e le relative pressioni di esercizio;
- introdurre fattori aggiuntivi di sicurezza, quali ad esempio un doppio tubo di rivestimento per le tubazioni da posare in prossimità delle aree di dispersione dei liquami.

Mancato rispetto distanza minima di 10 metri della fossa Imhoff

- 1) verificare la possibilità di una rilocalizzazione;
- 2) adottare un sistema che escluda la possibilità di interferenza tra fossa e punti approvvigionamento o condotta potabile o serbatoio (es.: doppia incamiciatura del manufatto).

Mancato rispetto del franco previsto dal massimo livello della falda acquifera

In questo caso deve essere effettuata un'attenta analisi del territorio individuando soluzioni alternative di recettore e/o soluzioni alternative di impianto; valide alternative da considerare sono gli impianti di trattamento basati sulla fitodepurazione.

Nel caso di falda alta sono possibili le seguenti soluzioni ai fini di preservarne la qualità e vulnerabilità:

- a. impermeabilizzare il fondo e realizzare la subirrigazione con doppio tubo e recapito in colatore od altro, oppure letti adsorbenti a barriera;
- b. utilizzare la fitodepurazione su base impermeabile, laddove tecnicamente possibile;
- c. realizzare sopralzo e pompare i liquami.

Recapito in aree particolarmente vulnerabili

Nel caso di scarichi recapitanti in zone vulnerabili da nitrati o in aree sensibili, occorre valutare le indicazioni fornite dal PTA e dalle Buone pratiche in Agricoltura.

Per le aree ambientalmente critiche (ad esempio in caso di effetti cumulativi in corpi idrici già inquinati o in presenza di altre problematiche di carattere igienico sanitario) si procede valutando caso per caso.

Scarico in canali irrigui

Si ricorda che risulta necessario, quale documento integrante della domanda, l'assenso allo scarico espresso dal gestore del recettore finale dello scarico.

Si ricorda che il gestore competente, nell'esprimere il proprio nulla osta, oltre ad effettuare una valutazione del carico idraulico, deve valutare che lo scarico non comprometta le caratteristiche dell'acqua irrigua rendendola inidonea allo scopo, in particolare per quanto concerne i parametri microbiologici.

Si ricorda inoltre che l'art. 75 comma 9 del DL 152/06 pone in capo ai consorzi di irrigazione il compito di *"concorrere alla realizzazione di opere di salvaguardia ambientale e di risanamento delle acque"*.

In base alla portata del corpo idrico recettore ed alla sua capacità di diluizione dello scarico, il sistema di trattamento dei reflui potrà essere eventualmente modificato in caso insorgessero problematiche di tipo igienico-sanitario.

Separazione acque nere e grigie

Si accettano impianti progettati con tubazione unica, in cui non sia possibile la gestione separata delle acque reflue e delle acque grigie, solo nel caso di abitazioni esistenti e in fase di ristrutturazione o ampliamento (es. sopraelevazione).

Gestione separata acque meteo

Le acque meteoriche di dilavamento dei tetti e dei cortili devono essere gestite e smaltite separatamente rispetto ai reflui di tipo domestico.

Possono essere raccolte per un successivo riutilizzo, oppure smaltite sul suolo in aree distanti da quelle adibite al trattamento ed alla dispersione dei reflui domestici.

Si dovrà sempre indicare in planimetria il percorso delle reti di raccolta delle acque meteoriche.

Si sottolinea la necessità che gli atti normativi comunali prevedano che le nuove costruzioni siano dotate di sistemi di separazione e convogliamento in apposite cisterne delle acque meteoriche affinché le stesse siano destinate al riutilizzo nelle aree verdi di pertinenza dell'immobile.

In tal modo sarà possibile diffondere metodi di gestione in grado non solo di garantire l'efficienza depurativa dei sistemi di trattamento delle acque reflue ma di conseguire altresì un significativo risparmio idrico.

7. Buone pratiche di gestione e manutenzione degli impianti di trattamento

Questo capitolo indica sinteticamente le principali prescrizioni autorizzative relative alla gestione e manutenzione degli impianti di trattamento prescelti.

Riguardo agli impianti di fitodepurazione, la descrizione degli interventi di manutenzione e gestione ordinaria in base al sistema prescelto è riportata da pag.26.

La documentazione tecnica dovrebbe comprendere un programma di manutenzione e gestione dell'impianto di depurazione, che preveda almeno:

- un controllo visivo del corretto funzionamento;
- ogni 4 mesi il controllo del livello dei fanghi con una asticella, con eventuale spurgo quando il livello supera i 50 cm dal fondo;
- asportazione, almeno annuale, della crosta di fango formatasi in superficie;
- 1, 2 o 3 o 4 volte all'anno estrazione dei fanghi di depurazione;
- manutenzione dei pozzetti (ispezione e cacciata);
- manutenzione del sistema di dispersione degli scarichi (es.: controllo di manifestazione di impaludamenti e intasamento del pietrisco e del terreno circostante, corretto funzionamento del sifone e dei volumi addotti al sistema di depurazione, l'eventuale innalzamento del livello della falda e di conseguenza il livello di dispersione dei reflui trattati).

Nel caso non siano previste tutte le operazioni sopra descritte, nell'autorizzazione andrebbe prescritto l'adeguamento del programma di manutenzione e gestione.

Si ricorda che occorre compilare e conservare un registro di manutenzione ed il formulario relativo all'allontanamento dei liquami.

L'efficacia di un "trattamento appropriato" è garantita dalla corretta gestione e manutenzione dell'impianto che devono essere dimostrate dal titolare dello scarico.

Gli impianti di trattamento primario devono essere periodicamente controllati, provvedendo allo spurgo, all'allontanamento dei fanghi e la pulizia dei pozzetti degrassatori. Per i letti dei fitodepuratori, bisogna periodicamente eliminare le piante infestanti e sfalciare o anche diradare le macrofite.

Tra le prescrizioni che devono essere riportate nell'atto autorizzativo, si ricordano a titolo di esempio:

- a) l'accessibilità dello scarico per l'eventuale prelievo campioni nel pozzetto appositamente predisposto;
- b) la realizzazione di interventi manutentivi periodici atti a garantire l'efficienza degli impianti di trattamento;
- c) lo svuotamento periodico delle vasche di trattamento e la conservazione della documentazione attestante l'avvenuto smaltimento dei residui, da esibire a richiesta degli organi di controllo;

- d) la comunicazione dell'eventuale modifica delle caratteristiche del sistema di scarico descritto nell'istanza di autorizzazione;
- e) la verifica di eventuali impaludamenti nell'area interessata dai sistemi di dispersione degli scarichi negli strati superficiali del sottosuolo.

Il titolare dello scarico è inoltre tenuto a:

- a) richiedere una nuova autorizzazione in caso di trasferimento in altro luogo dell'attività ovvero in caso di cambiamento della destinazione d'uso dell'immobile, suo ampliamento o ristrutturazione da cui derivi uno scarico avente caratteristiche qualitativamente o quantitativamente diverse da quelle dello scarico preesistente;
- b) dare comunicazione di analoghi interventi anche se dagli stessi non derivi un cambiamento delle caratteristiche qualitative o quantitative dello scarico autorizzato.

8. Cenni di buone pratiche di utilizzo dell'acqua a livello domestico

In questa sezione sono riportati alcuni utili suggerimenti per una gestione sostenibile della risorsa idrica nella pratica domestica.

Raccolta e riutilizzo delle acque di pioggia

Le acque meteoriche rappresentano una fonte rinnovabile che può essere utilizzata per applicazioni che richiedono acque di minor pregio.

In generale, gli impieghi che si prestano al riutilizzo delle acque meteoriche riguardano usi esterni, quali ad esempio:

- irrigazione di aree verdi, giardini e orti;
- lavaggio di aree pavimentate (strade, piazzali, parcheggi);
- lavaggio di autovetture;
- usi tecnologici (ad esempio come acque di raffreddamento);
- alimentazione di vasche antincendio;

e usi interni, quali ad esempio:

- alimentazione delle cassette di risciacquo dei wc;
- alimentazione di lavatrici;
- usi tecnologici (ad esempio nei sistemi di climatizzazione).

Per il recupero delle acque meteoriche occorre costituire una rete di raccolta, adduzione e successiva distribuzione delle acque recuperate, un sistema di trattamento adeguato delle acque raccolte, un serbatoio di accumulo ed un sistema di pompaggio per il riuso.

Le acque meteoriche richiedono un trattamento adeguato che dipende prevalentemente dalla destinazione d'uso del loro riutilizzo.

Nei casi più comuni, per il trattamento delle acque meteoriche dei tetti è sufficiente un'efficace azione di filtrazione, per trattenere il materiale che porterebbe ad un deterioramento della qualità dell'acqua ed al rischio di intasamento delle condotte e del sistema di pompaggio.

Oltre ad un sistema di raccolta ed al filtro, occorrerà prevedere un serbatoio di accumulo con scarico di troppo pieno, una pompa ed un sistema di distribuzione.

Separazione, trattamento e riutilizzo delle acque grigie

La separazione all'interno delle abitazioni tra le acque nere e le acque grigie permette di ottimizzare i sistemi fognari e di trattamento dei reflui.

Le acque grigie possono essere recuperate, trattate e riutilizzate per l'irrigazione o per altri scopi (cassette di risciacquo dei wc, lavaggio di piazzali, etc).

La pratica del riuso di tali acque è ancora poco diffusa, ma se ne auspica l'applicazione.

Esistono diversi sistemi di depurazione particolarmente adatti al trattamento delle acque grigie, sia estensivi (sistemi di fitodepurazione) sia ad ingombro ridotto, generalmente interrabili ma anche installabili all'interno degli edifici (impianti SBR e MBR).

Un impianto di trattamento per le acque grigie deve comprendere:

- degrassatore
- trattamento primario
- trattamento secondario
- disinfezione.

Saranno inoltre necessarie pompe di sollevamento se è previsto il rilancio delle acque trattate all'interno dell'abitazione, ad esempio per alimentare gli sciacquoni dei wc.

Gli impianti di fitodepurazione adatti sono principalmente i sistemi a flusso sommerso orizzontale. Tali sistemi non richiedono una manutenzione complessa ma solo una verifica periodica del buon funzionamento ed uno sfalcio delle piante dopo il primo anno dall'avvio; i consumi energetici sono molto limitati.

All'interno dei sistemi SBR e MBR il trattamento delle acque avviene in diversi stadi successivi in maniera ciclica; richiedono una manutenzione eseguita da personale specializzato ed hanno consumi energetici significativi.

Uso di erogatori o wc a basso consumo

L'utilizzo di tali dispositivi permette la razionalizzazione del consumo di acqua a livello domestico.

Utili raccomandazioni per non inquinare l'acqua

- limitare l'uso di prodotti chimici per l'igiene
- utilizzare detersivi ecologici per le pulizie
- ridurre la quantità di detersivi
- non gettare farmaci, solventi, oli esausti o altri rifiuti solidi nel lavandino e nel wc.

Corretta gestione delle acque di dilavamento cortili e terreni

Assicurarsi che le acque di dilavamento di superfici esterne o di lavaggio auto ed altri mezzi vengano raccolte e smaltite correttamente e separatamente rispetto alle acque reflue domestiche, evitando che le acque inquinate si infiltrino nel terreno.

Consumi consapevoli dell'acqua

Adottare buone abitudini che permettano di evitare sprechi e consumi eccessivi di acqua nella pratica quotidiana.

9. Bibliografia tecnica di riferimento

- [Linee Guida per il trattamento delle acque reflue domestiche. Arpa EMR.](#)
- [Linee Guida per il trattamento delle acque reflue domestiche. Arpa FVG.](#)
- [Linee Guida per lo scarico di acque reflue domestiche sul suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, per carichi organici < 50 a.e. Arpa Lombardia.](#)
- [Linee Guida per il trattamento di acque reflue domestiche ed assimilabili in aree non servite da pubblica fognatura. Arpa Toscana sezione di Firenze.](#)
- [Manuale ISPRA 81/2012- Guida Tecnica per la progettazione e gestione dei sistemi di fitodepurazione per il trattamento delle acque reflue urbane.](#)
- [Blue Ap Project- Buone pratiche di Adattamento](#)

10. Elenco tabelle e schede allegate

Tab. 1. Apporto idrico allo scarico pro-capite per varie tipologie di utenze

Tab. 2. Stima del numero di abitanti equivalenti per tipologia di scarico

Schema 1. Impianto di trattamento tipo con recapito in corpo idrico superficiale con diluizione 1:100

Schema 2. Impianto di trattamento tipo con recapito in corpo idrico superficiale con diluizione < 1:100

Schema 3. Impianto di trattamento con dispersione mediante pozzo assorbente

Schema 4. Impianto di trattamento con dispersione mediante sub-irrigazione

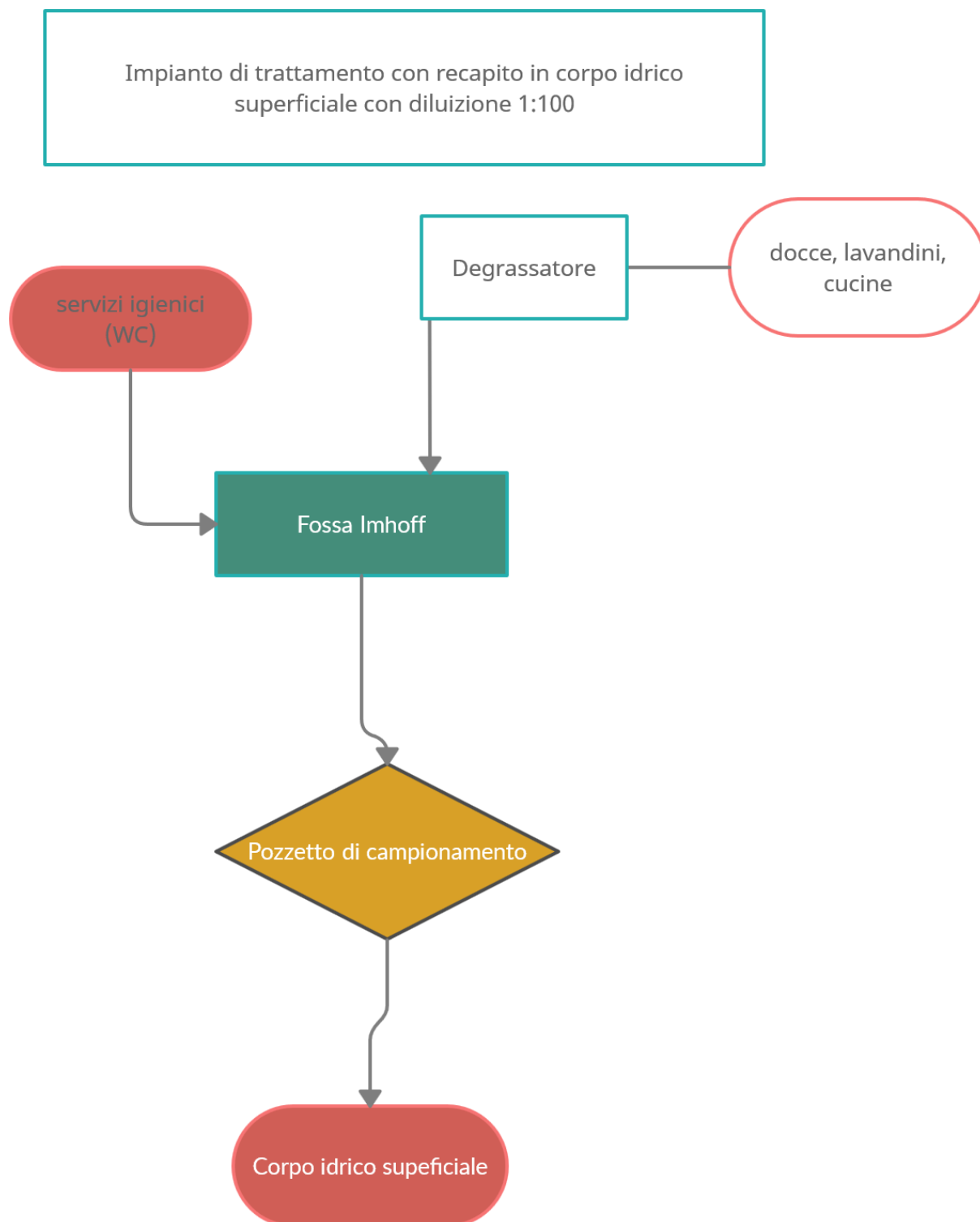
Tab. 1. Apporto idrico allo scarico pro-capite per varie tipologie di utenze

Tipo di Utenza	Unità di Riferimento	Apporti pro-capite l/ab/die	
		Campo di variazione	Valore tipico
Bar	cliente	4÷20	10
Bar	m ² riservato ai clienti	/	150
Attività commerciali	impiegato	25÷50	40
Attività commerciali	Posto auto	4÷8	8
Attività commerciali	m ² coperto	4÷9	6
Scuole	alunno	40÷75	55
Ristorante	Posti a sedere	/	95
Ristorante	m ² sala pranzo	/	100
Ristorante	Cliente/pasto	25÷45	40
Salone bellezza	Posto a sedere	/	760
Cinema/teatro	Posto a sedere	8÷20	10
Piscina	utente	20÷45	40
Discoteca	utente	/	7
Alberghi	camera	/	380
Alberghi	ospite	190÷230	210
ufficio	impiegato	50÷75	65

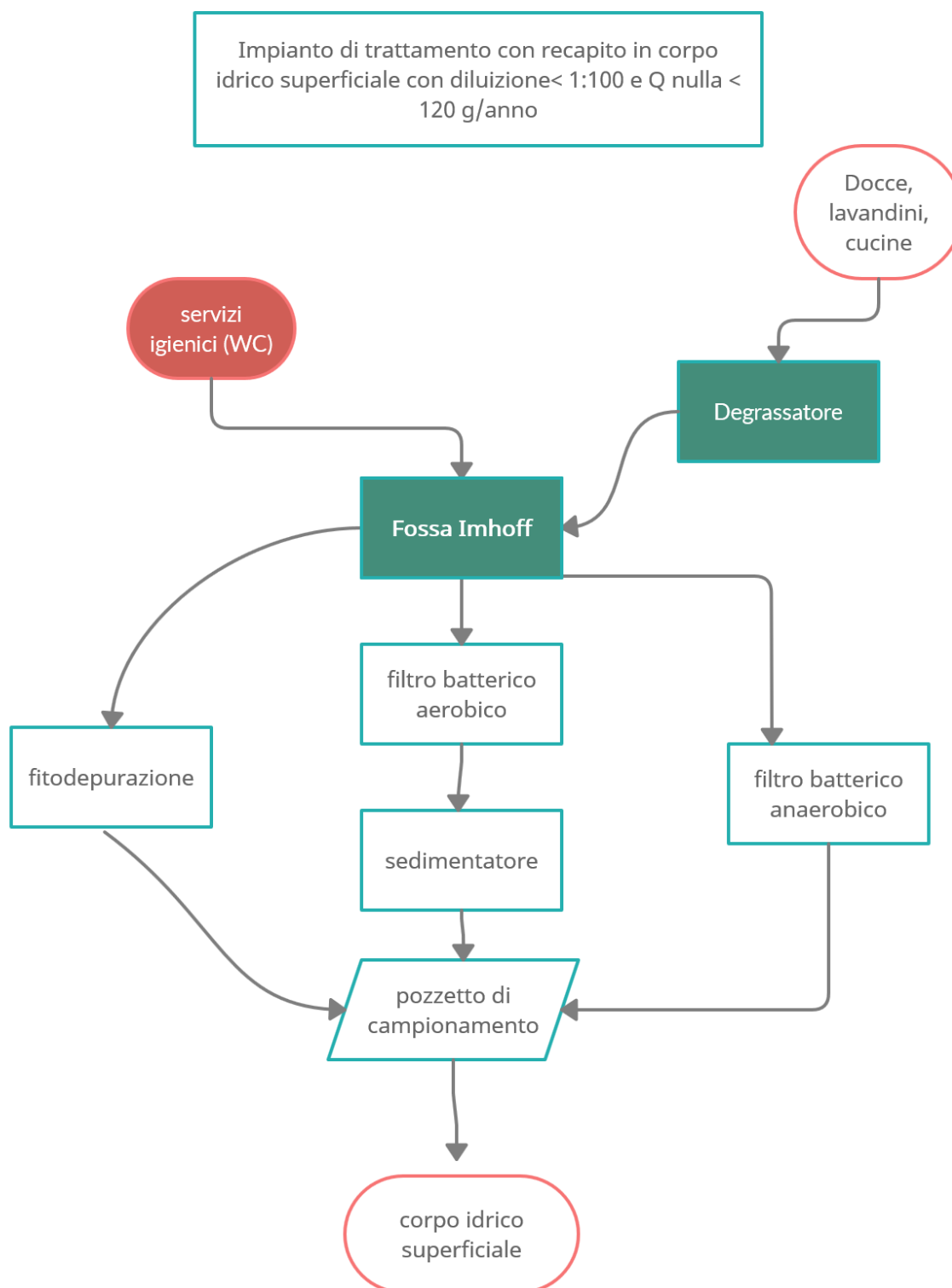
Tab. 2 Stima del numero di abitanti equivalenti per tipologia di scarico

Tipo di utenza	Unità di Riferimento	variabilità	valore medio	Abitante equivalente
Civile abitazione	Superficie utile lorda	/	35 m ²	1
Civile abitazione	camera fino a 14 m ²	/	/	1
Civile abitazione	Camera superiore a 14 m ²	/	/	2
Scuole	posti banco (senza personale di servizio)	/	10	1
Scuole	posti banco (con personale di servizio)	3÷7	5	1
Ristoranti	coperto	/	3	1
Ristoranti	m ² per persona	/	1,2	1
Attività commerciali	numero dipendenti	/	3	1
Attività commerciali	l/m ² superficie	3÷10	7	1
Alberghi	camera fino a 14 m ²	/	/	1
Alberghi	Camera superiore a 14 m ²	/	/	2
Bar	utenti	/	7	1
Cinema/teatro	Posti a sedere	/	30	1

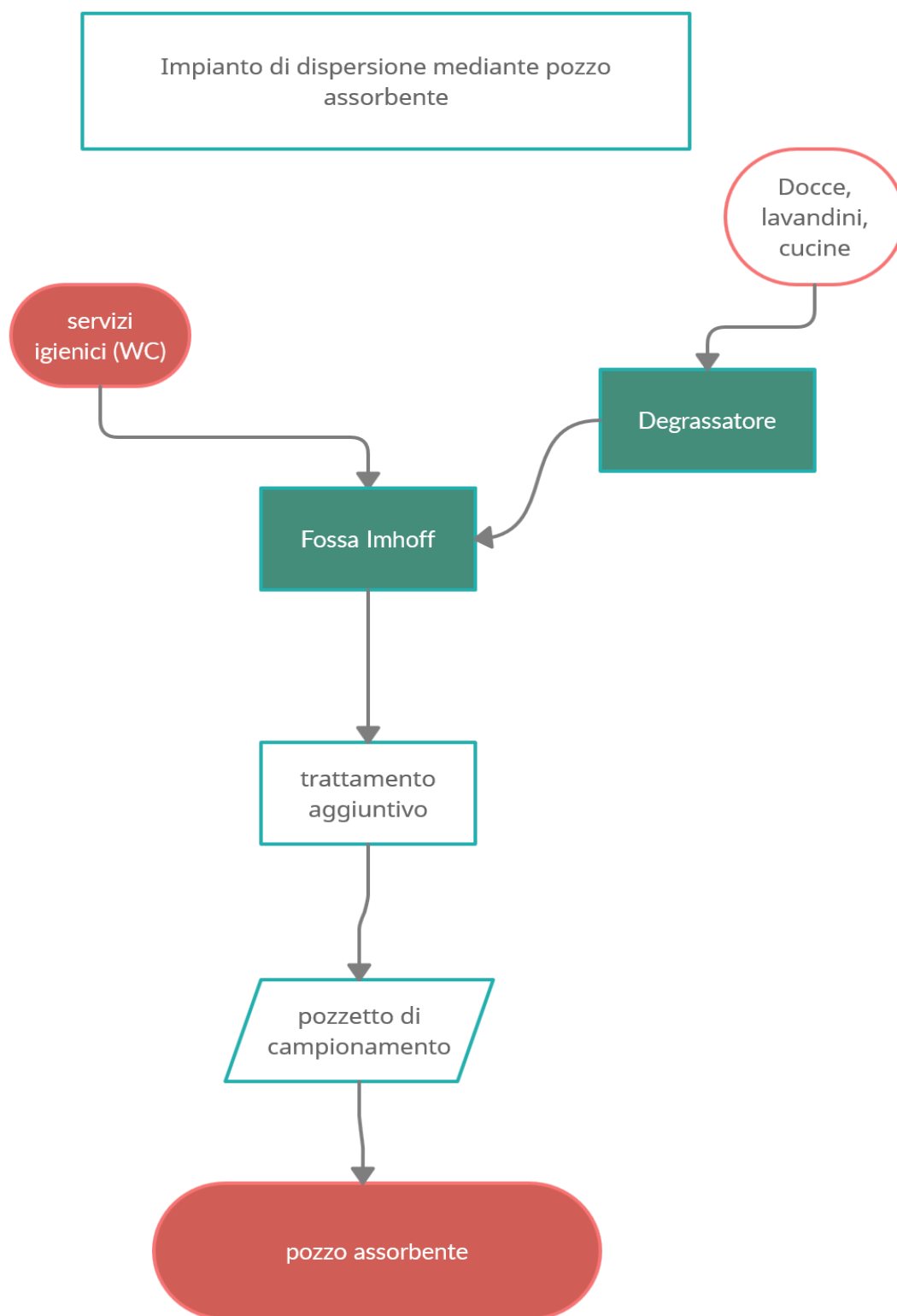
Schema 1



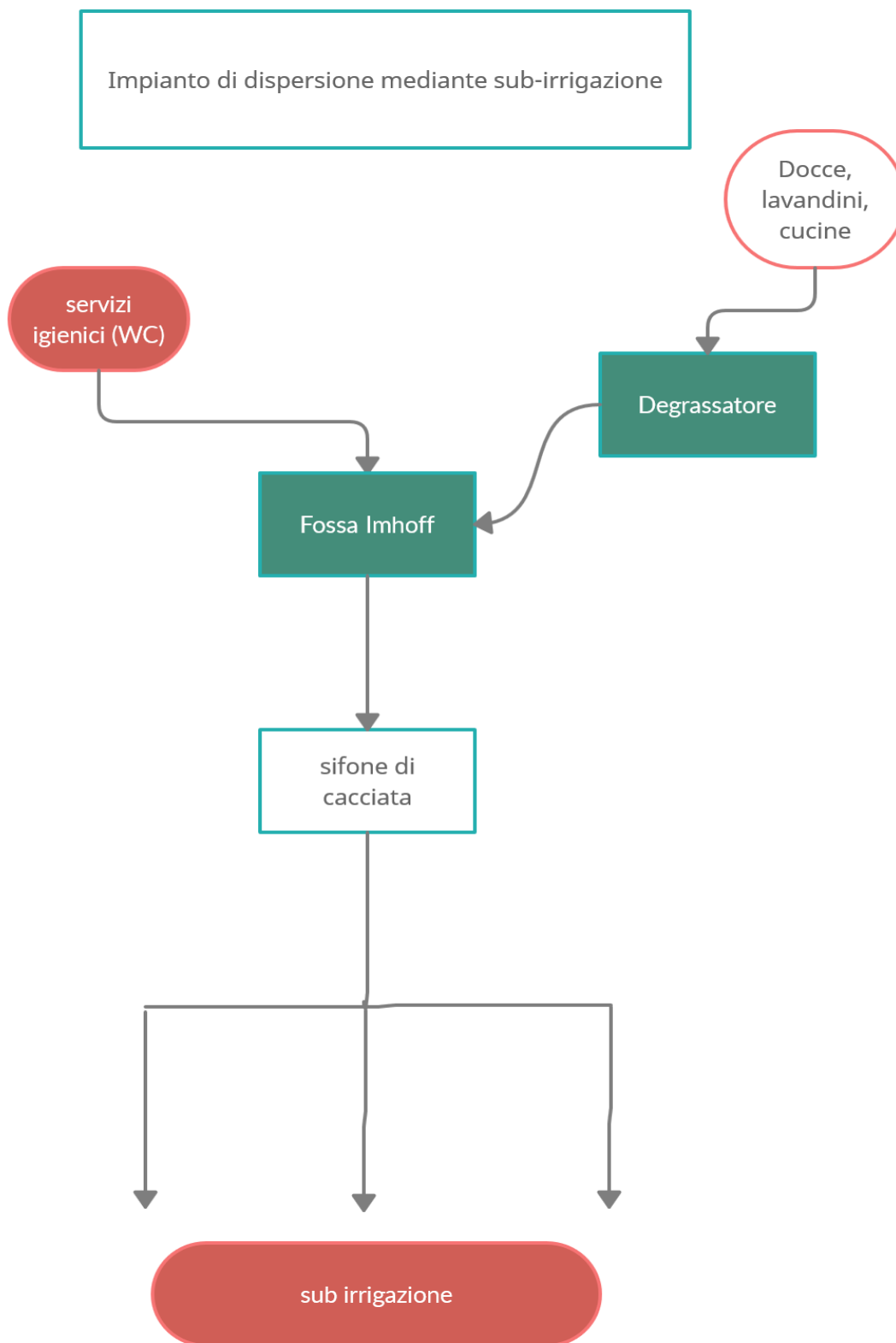
Schema 2



Schema 3



Schema 4



Indice

1. Obiettivo

1.1 Regime autorizzatorio degli scarichi di acque reflue domestiche

2. Normativa di riferimento

3. Analisi della pratica

3.1 premessa

3.2 documentazione tecnica necessaria

3.3 caratterizzazione dello scarico

3.4 verifica dimensionamento impianto

3.5 recettore finale

4. Caratteristiche tecniche generali dei sistemi di trattamento

4.1 trattamenti primari (degrassatore- fossa Imhoff)

4.2 trattamenti aggiuntivi (filtri percolatori aerobici ed anaerobici)

4.3 trattamenti secondari (pozzo perdente-subirrigazione-subirrigazione drenata- depuratori biologici ad ox totale- fitodepurazione: sistemi HF- sistemi VF- sistemi ibridi- specie vegetali utilizzate- manutenzione degli impianti di fitodepurazione)

5. Esempi di impianti tipo (scarico in acque superficiali con rapporto di diluizione 1:100- scarico in acque superficiali con rapporto di diluizione < 1:100- scarico in acque superficiali con Q nulla > 120 g/anno- scarico sul suolo e primi strati del sottosuolo: pozzo assorbente e subirrigazione)

6. Valutazione casi particolari

7. Buone pratiche di gestione e manutenzione degli impianti

8. Cenni di buone pratiche di utilizzo dell'acqua a livello domestico

9. Bibliografia tecnica di riferimento

10. Elenco tabelle e schede allegate