



gruppo **IDROCENTRO SpA**

Fitodepurazione e tecniche per il recupero della risorsa idrica

Cuneo – 5 novembre 2010

Ing. Raffaella Antona

Chi siamo?



IDROCENTRO SpA (IDRO-TERMO-SANITARI)

Nel 2001 nasce Sourges des Eaux



Ing. Raffaella Antona

Campi di intervento ...

- Trattamento dell'acqua primaria civile
- Trattamento dell'acqua primaria industriale
- Depurazione dell'acqua di scarico e recupero
- Sistemi per il recupero dell'acqua piovana



Gestione sostenibile delle acque in città e nelle case

- Minimizzare i volumi prelevati
- Minimizzare la circolazione artificiale (minima distanza tra punto di prelievo e restituzione)
- Buona efficacia depurativa (scarichi compatibili con corpo idrico ricettore)
- Riutilizzo e reimmissione dei nutrienti nei cicli biogeochimici naturali
- Minimizzare la superficie impermeabilizzata e compensarla attraverso volumi di laminazione



Sustainable (o ecological) sanitation

La sustainable sanitation (o gestione “sostenibile” delle acque e degli scarichi) punta a ridurre il più possibile l’uso dell’acqua attraverso il risparmio e la raccolta della pioggia, dall’altro a riusare il più possibile acqua e i fertilizzanti contenuti nelle acque di scarico. Per questo tiene separate le acque grigie (meno pericolose perché non contaminate da patogeni e più facili da depurare) da quelle nere: le prime possono essere riusate in molti modi anche all’interno delle abitazioni (scarichi WC, lavaggio abiti e superfici interne ed esterne, innaffiamento); le acque nere, invece, che contengono nutrienti preziosi per l’agricoltura, vengono riusate per l’irrigazione, dopo aver eliminato i patogeni. Per il trattamento sia delle une che delle altre si tende a ricorrere a tecniche “decentralate”, che permettano di depurare e riutilizzare le acque localmente: tra queste, rivestono particolare importanza, anche se non sono le sole, le tecniche di fitodepurazione, che garantiscono una maggiore elasticità e sono gestibili in modo decentrato senza una specifica preparazione tecnica e a basso costo [Dott. Masi – IWA]



Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE

La direttiva persegue obiettivi ambiziosi: **prevenire il deterioramento qualitativo e quantitativo, migliorare lo stato delle acque e assicurare un utilizzo sostenibile**, basato sulla protezione a lungo termine delle risorse idriche disponibili.

➤ raggiungere lo stato di “buono” per tutte le acque entro il 31 dicembre 2015



Decreto Legislativo 152/2006 – Parte III –

Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche

- tutti gli scarichi sono disciplinati e devono rispettare i valori limite previsti all'Allegato 5 alla parte terza del decreto (art. 101)
- obiettivo della depurazione – qualità del corpo idrico ricettore
- Piano di Tutela (stralcio del Piano di Bacino) strumento che interviene sulle derivazioni (deflusso minimo vitale), definisce i carichi ammissibili da ciascun corpo idrico (sulla base della sua capacità autodepurativa)
- Gestione delle acque di prima pioggia



Decreto Legislativo 152/2006 – Parte III –

Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche

√ Art. 74 - D.Lgs. 152/2006: Definizioni

- 'Abitante equivalente (A.E.) = carico organico biodegradabile con $BOD_5 = 60$ grammi/giorno'
- 'Acque reflue domestiche = acque reflue provenienti da insediamenti di tipo residenziale e da servizi e derivanti prevalentemente dal metabolismo umano e da attività domestiche'
- 'Scarico = qualsiasi immissione di acque reflue in acque superficiali, sul suolo, nel sottosuolo e in rete fognaria, indipendentemente dalla loro natura inquinante, anche sottoposte a preventivo trattamento di depurazione...'
- "trattamento primario": il trattamento delle acque reflue che comporti la sedimentazione dei solidi sospesi mediante processi fisici e/o chimico-fisici e/o altri, a seguito dei quali il BOD_5 delle acque in trattamento sia ridotto almeno del 20% e i solidi sospesi totali almeno del 50%
- "trattamento secondario": Il trattamento delle acque reflue mediante un processo che in genere comporta il trattamento biologico con sedimentazione secondaria o un altro processo in cui vengano rispettati i requisiti di cui alla tabella 1 dell'allegato 5



Decreto Legislativo 152/2006 – Parte III –

Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche

- TRATTAMENTI APPROPRIATI (per scarichi < 2000 A.E.):
 - semplice manutenzione e gestione Art.105, comma 2
 - sopportano forti variazioni del carico idraulico e organico Allegato 5 Punto 3
 - minimizzano i costi gestionali

- **Obiettivi di qualità** in funzione della capacità dei corpi idrici di mantenere i **processi naturali di autodepurazione** e comunità animali e vegetali ampie e diversificate Art.76, comma 2

- **auspicabile** ricorso a fitodepurazione e lagunaggio (50 < a.e. < 2000); soluzione integrata a valle di impianti convenzionali → **funzione di affinamento** (insediamenti di maggiori dimensioni) Allegato 5 Punto 3



Stato qualitativo dei corsi d'acqua in Italia e in Piemonte

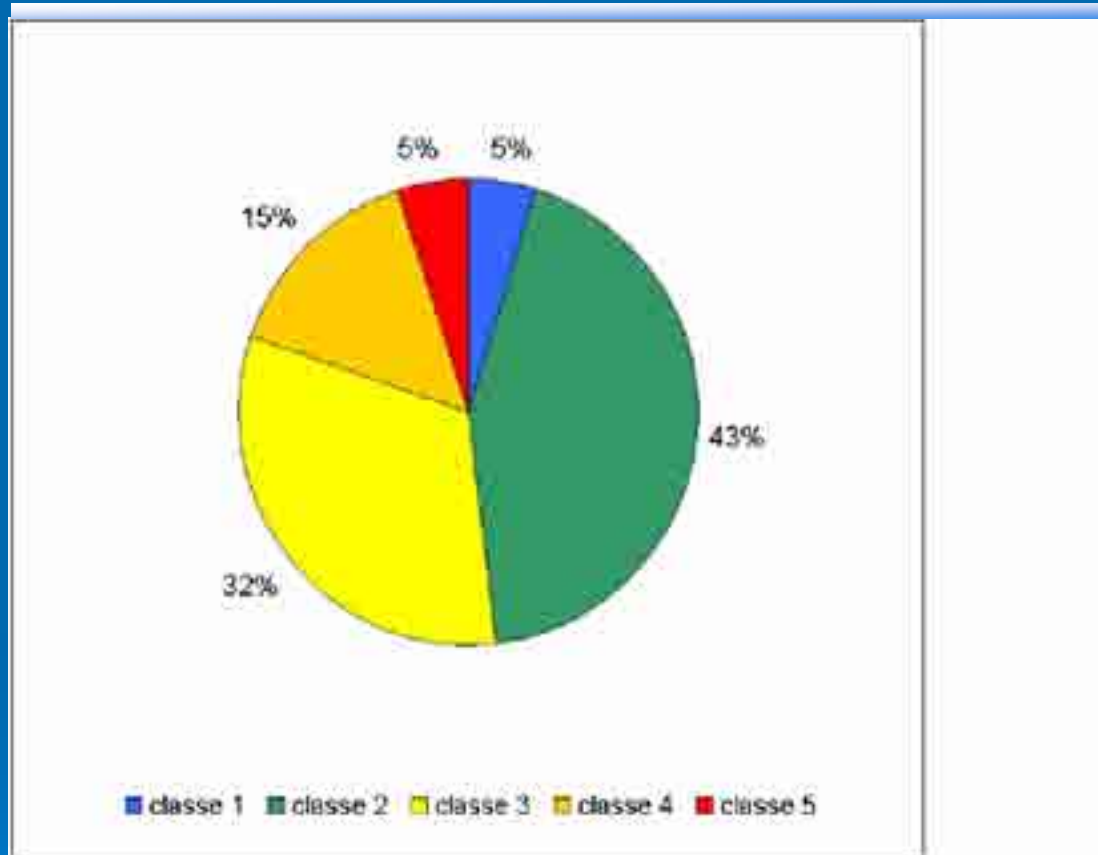
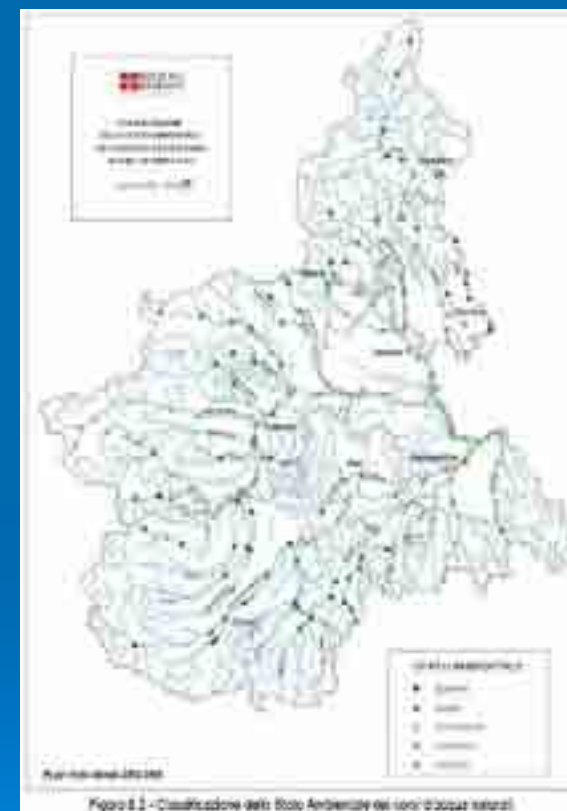


Figura 3) Stato dei corsi d'acqua monitorati in Italia. Percentuale di stazioni di monitoraggio per classi di qualità: la classe di qualità delle acque è rappresentata dai colori convenzionali: azzurro: ottimo; verde: buono; giallo sufficiente; arancio: scadente; rosso: pessimo. (Fonte: ISPRA 2008)



Trattamenti depurativi delle acque reflue per le acque di scarico di tipo civile, relativi alle piccole utenze (<2000 a.e.)

Trattamenti convenzionali:

- Pretrattamento → grigliatura, dissabbiatura, disoleatura, sfioro acque di piena, sollevamento
- Trattamento primario → sedimentazione
- Trattamento secondario → fanghi attivi, filtri percolatori, biodischi,

fitodepurazione e lagunaggi

Trattamenti terziari e di finissaggio:

- Trattamenti terziari → nitrificazione-denitrificazione, defosfatazione
- Trattamenti di finissaggio → filtrazione,
- Trattamenti di disinfezione → clorazione

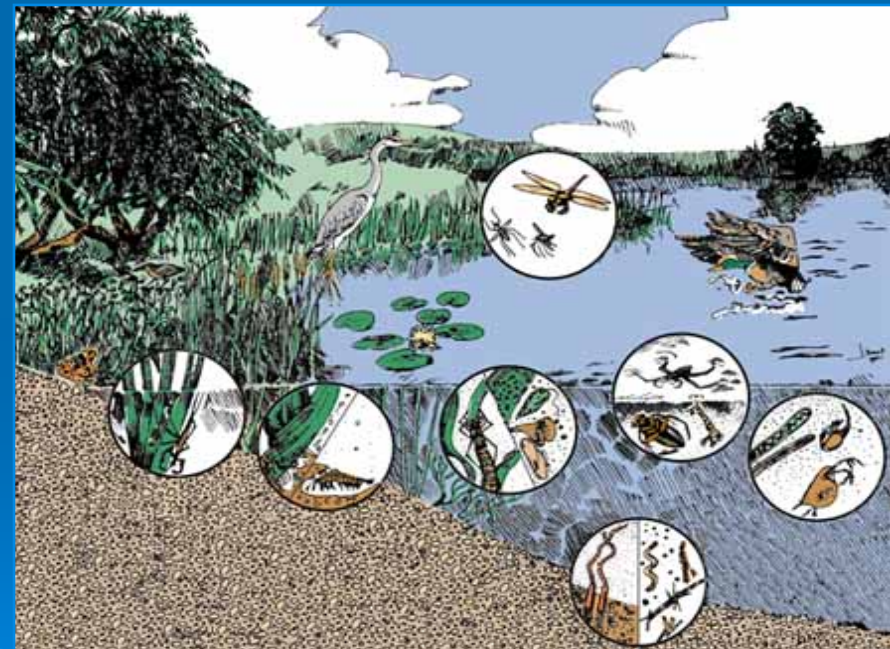
fitodepurazione e lagunaggi



Fitodepurazione

Aree umide artificiali \Rightarrow Constructed Wetlands (CW)

sistemi ingegnerizzati progettati e costruiti per riprodurre i naturali processi autodepurativi in un ambiente maggiormente controllabile



Fitodepurazione

✓ **microrganismi**

ossidazione biologica, nitrificazione-denitrificazione biologica

✓ **piante (macrofite acquatiche e alghe)**

effetto filtro, ancoraggio per biofilm microbico, rilascio di ossigeno, assorbimento nutrienti, influenza su microclima (luce e T),

inserimento ambientale

✓ **medium (ghiaia di fiume)**

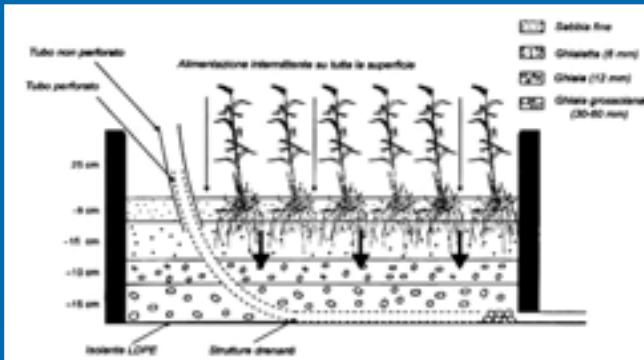
supporto meccanico (vegetazione, biofilm batterico), adsorbimento



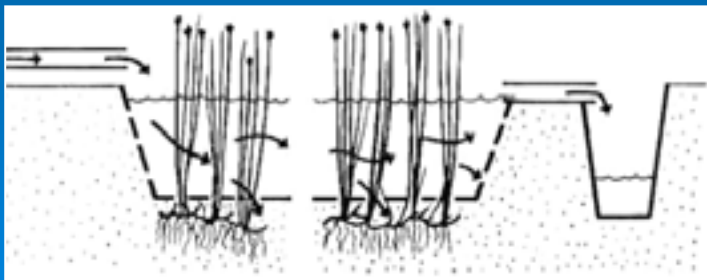
Fitodepurazione tipologie impiantistiche



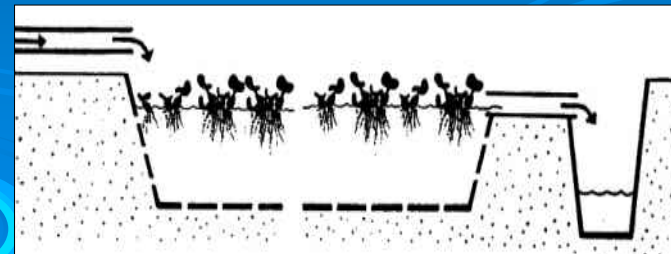
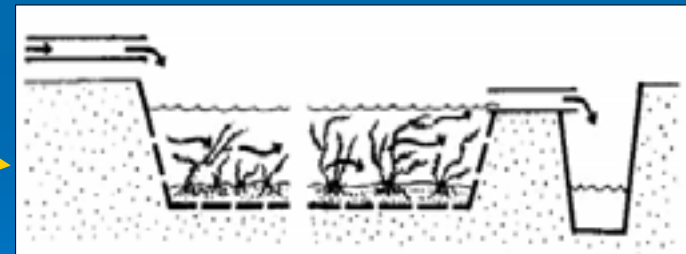
SFS-h: Sistema a flusso sommerso orizzontale



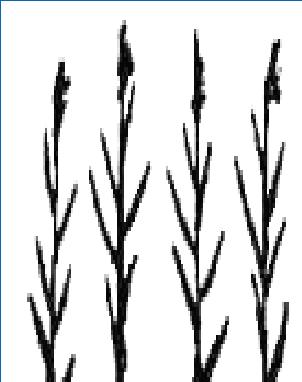
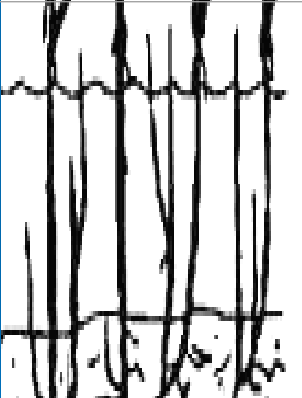
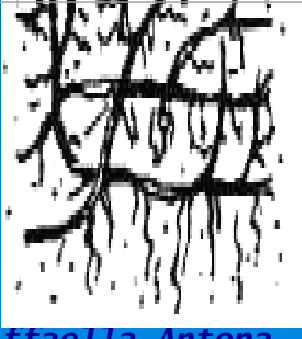
SFS-v: Sistema a flusso sommerso verticale

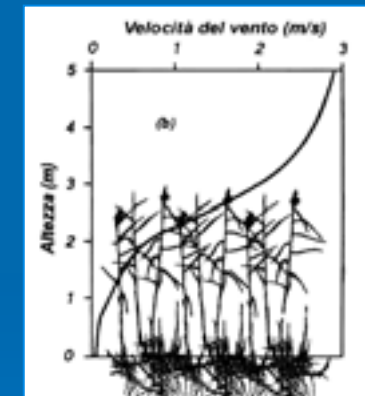
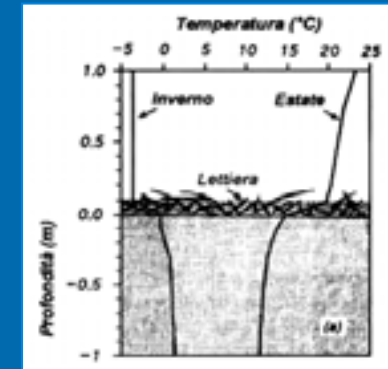


FWS : sistema a flusso libero



Fitodepurazione: le piante

	Parti della pianta	Ruolo
Parti aeree		Attenuazione della luce
		Influenza sul microclima
		Inserimento ambientale
		Accumulo di nutrienti
Parti immerse nell'acqua		Riduzione degli effetti del vento
		Produzione di ossigeno
		Effetto filtro
		Riduzione della velocità della corrente
Radici e rizomi nel medium		Ancoraggio per il biofilm microbico
		Assorbimento dei nutrienti
		Ancoraggio per il biofilm microbico
		Rilascio di ossigeno
		Stabilizzano la superficie dei letti
		Prevengono intasamenti (sistemi a flusso verticale)



Fitodepurazione: le piante

CRITERI DI SCELTA:

Distribuzione geografica (preferenza specie autoctone o spontanee)

Potenziale di radicamento, crescita e resistenza (condizioni climatiche)

Reperibilità in vivaio

Costi di acquisto e posa in opera

Necessità e costi di manutenzione

Caratteristiche paesaggistico-decorative



Pianta acquatica	Penetrazione radici
<i>Phragmites australis (o communis)</i>	0,7
<i>Typha spp.</i>	0,3 - 0,4
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	0,8
<i>Juncus spp</i>	0,6

Tabella 14. Profondità radicale di alcune piante acquatiche fra le più utilizzate nei sistemi a flusso sommerso orizzontale

Piantumazione dei rizomi o delle essenze vegetali: circa 4 per m²



Fitodepurazione: le piante

NOME SCIENTIFICO	NOME COMUNE
<i>Phragmites australis (o communis)</i>	Cannuccia di Palude
<i>Typha latifolia</i>	Mazzasorda, sala
<i>Typha minima</i>	Mazzasorda
<i>Typha angustifolia</i>	Stiancia
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Giunco da corde
<i>Juncus spp</i>	Giunco

Tabella 11. Macrofite radicate emergenti (Elofite) utilizzate per i sistemi a flusso sommerso



Fitodepurazione: il medium di riempimento

Nei sistemi HF deve essere assicurata una conducibilità idraulica K_s di almeno 100 m/d – generalmente ghiaia 4/16 mm

Nei sistemi VF generalmente sabbia o diverse granulometrie (ghiaia per migliorare aspetti meccanici e di distribuzione e drenaggio del refluo)

Omogeneità dimensionale:

$$\frac{D_{60}}{D_{10}} \leq 5$$

<i>mezzo</i>	<i>max d₁₀ [mm] (*)</i>	<i>Conducibilità idraulica K_s (m³/m²×gg)</i>
sabbia grossolana	2	1000
sabbia ghiaiosa	8	5000
ghiaia fine	16	7500
ghiaia media	32	10000
ghiaia grossolana	128	100000



Fitodepurazione: criteri di dimensionamento

(Linee Guida Arpat 2005)

Sistemi a flusso sommerso con macrofite radicate

determinazione dell'area superficiale per la rimozione del BOD₅

reattore a biomassa adesa con flusso a pistone e cinetica del primo ordine



$$\frac{BOD_{out}}{BOD_{in}} = \exp[-k_T \cdot t]$$

$$A_S = \frac{(\ln BOD_{in} - \ln BOD_{out}) \cdot Q}{n \cdot k_T \cdot 0,95d}$$



determinazione dell'area trasversale del letto

flusso idraulico in mezzo poroso (eq. Darcy)



$$A_T = \frac{Q}{K_s \cdot s}$$



W_{min}



Fitodepurazione: criteri di dimensionamento (Linee Guida Arpat 2005)

Pendenza: 1-2 %

Valori consigliati L/W: min 0,5 – max 3

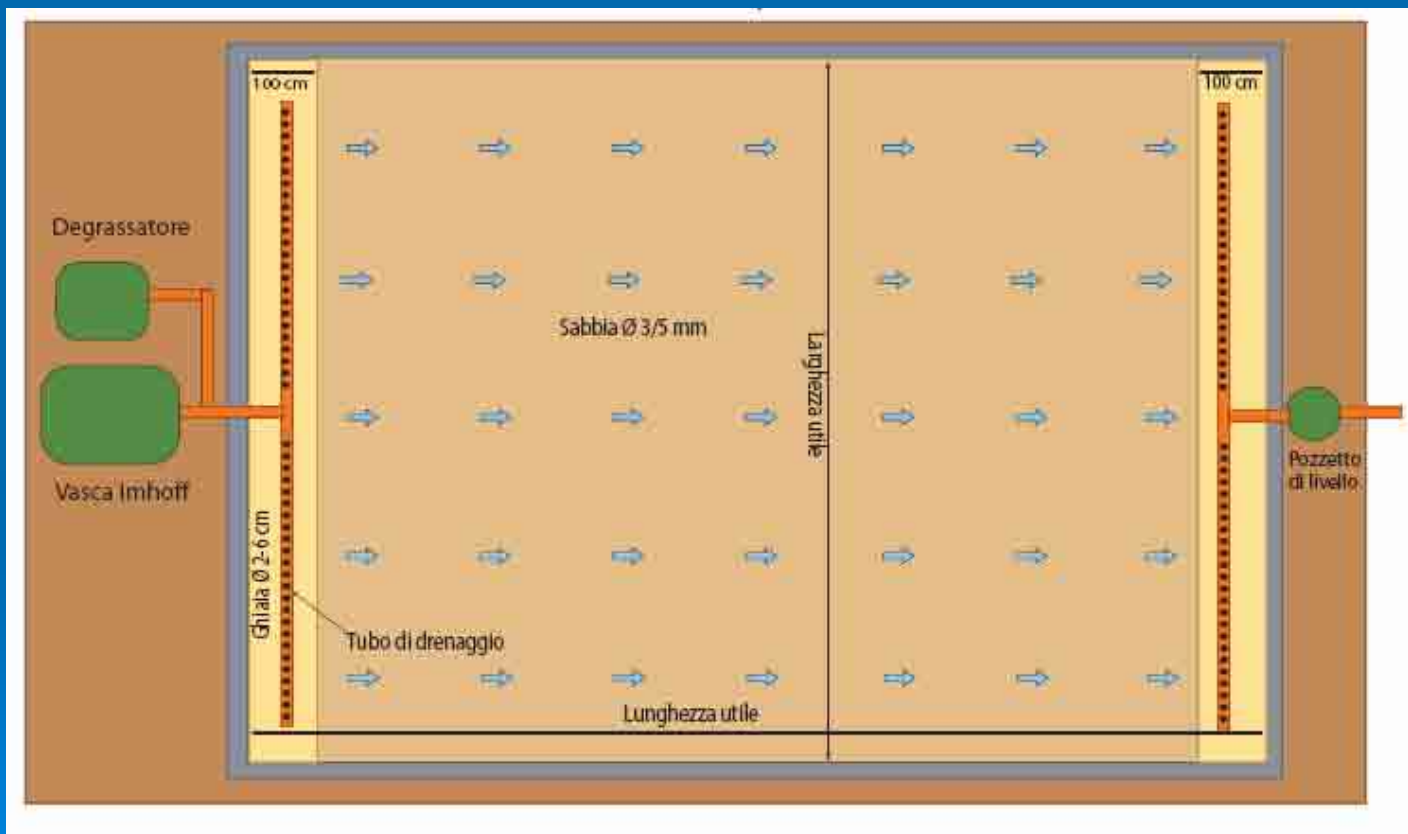
		HF	VF	Sistema ibrido
a.e. > 2000 scarico in acque superficiali	Tab.1-3 – All.5 D.L.152/99	>10 m ² /a.e.	4-6 m ² / a.e.	2-5 m ² / a.e.
a.e. > 2000 scarico in acque superficiali, area sensibile	Tab.1-3 – All.5 D.L.152/99 Trattamento appropriato per N e P	sconsigliato	4-6 m ² / a.e.	3-6 m ² / a.e.
a.e. > 2000 scarico sul suolo	Tab.4 – All.5 D.L.152/99	sconsigliato	5-7 m ² / a.e.	4-7 m ² / a.e.
a.e. < 2000: scarico in acque superficiali	Trattamento appropriato	2-4 m ² / a.e.	2-5 m ² / a.e.	2-4 m ² / a.e.
a.e. < 2000: scarico in acque superficiali, area sensibile	Trattamento appropriato	4-6 m ² / a.e.	4-6 m ² / a.e.	3-5 m ² / a.e.
a.e. < 2000: scarico sul suolo	Tab.4 – All.5 D.L.152/99 Trattamento appropriato alla risorsa idrica sotterranea	4-6 m ² / a.e.	4-6 m ² / a.e.	3-5 m ² / a.e.
riutilizzo irriguo (*)	D.M.185/03	4-6 m ² / a.e.	4-6 m ² / a.e.	3-5 m ² / a.e.
riutilizzo nei WC (*)	D.M.185/03	4-6 m ² / a.e.	4-6 m ² / a.e.	3-5 m ² / a.e.

Tabella 8. Superfici utili richieste per il trattamento secondario di reflui civili e domestici al variare della tipologia utilizzata e degli obiettivi depurativi fissati dalla Normativa Italiana sugli scarichi.



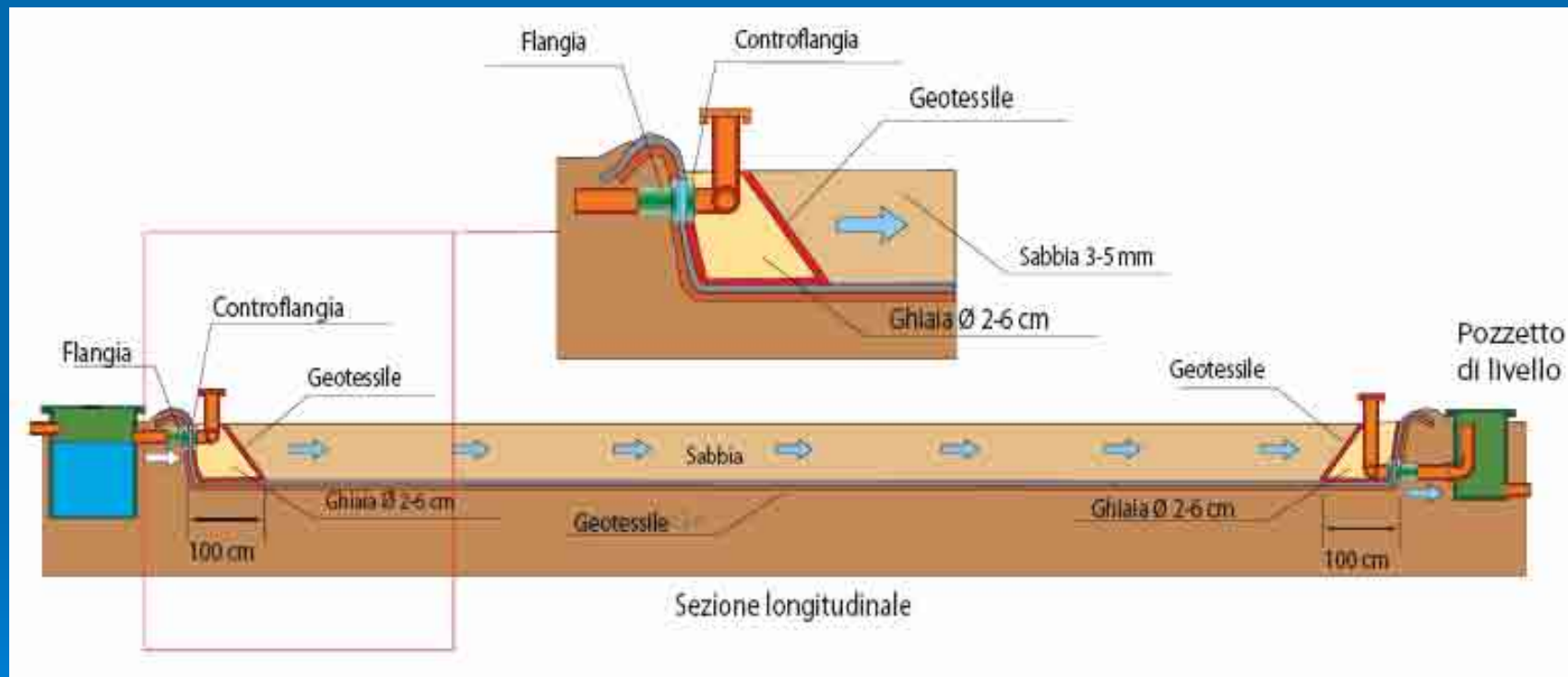
Fitodepurazione: criteri costruttivi

➤ **Fitodepurazione** a flusso orizzontale - PIANTA



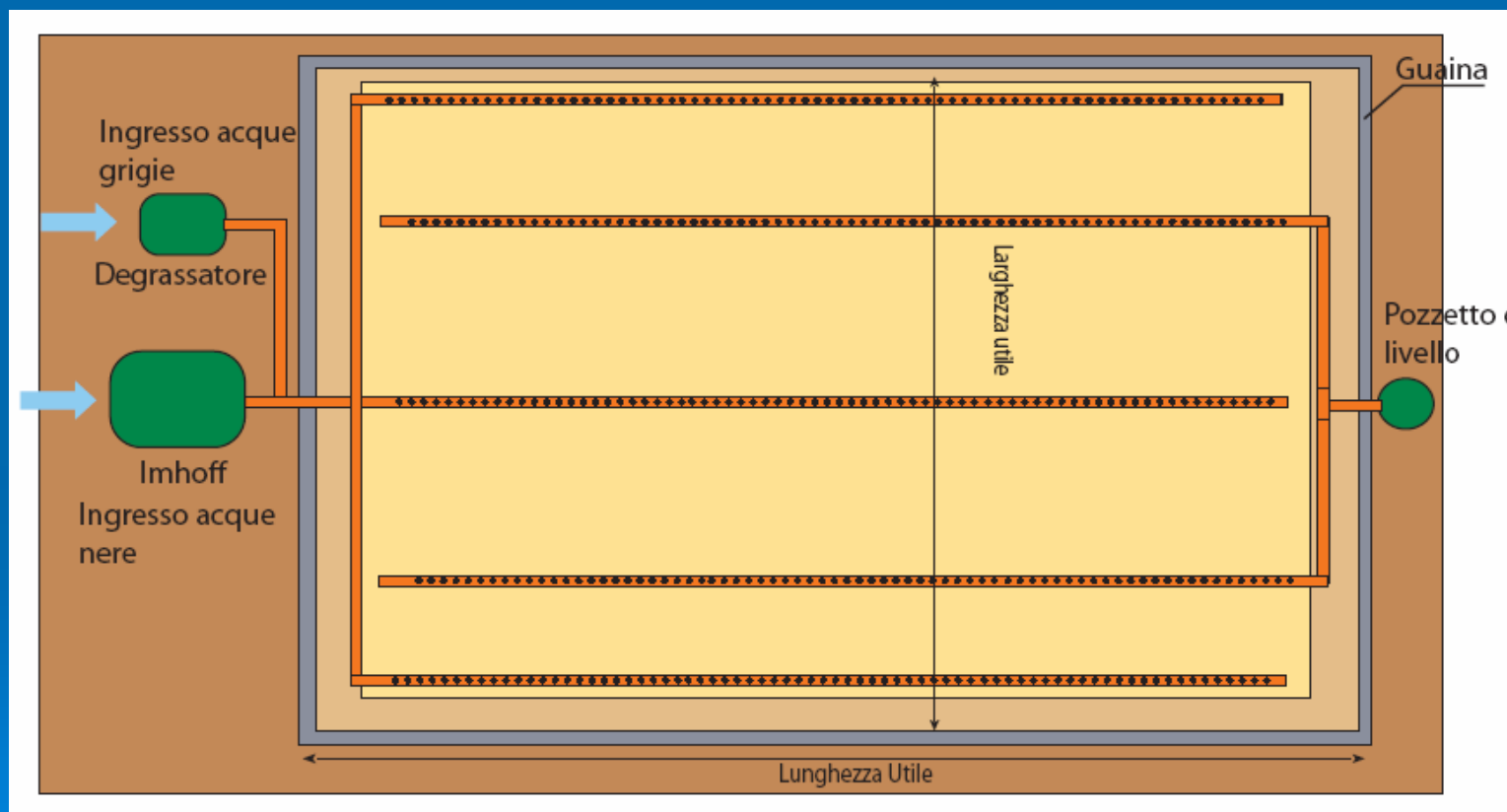
Fitodepurazione: criteri costruttivi

Fitodepurazione a flusso orizzontale – SEZIONE LONGITUDINALE



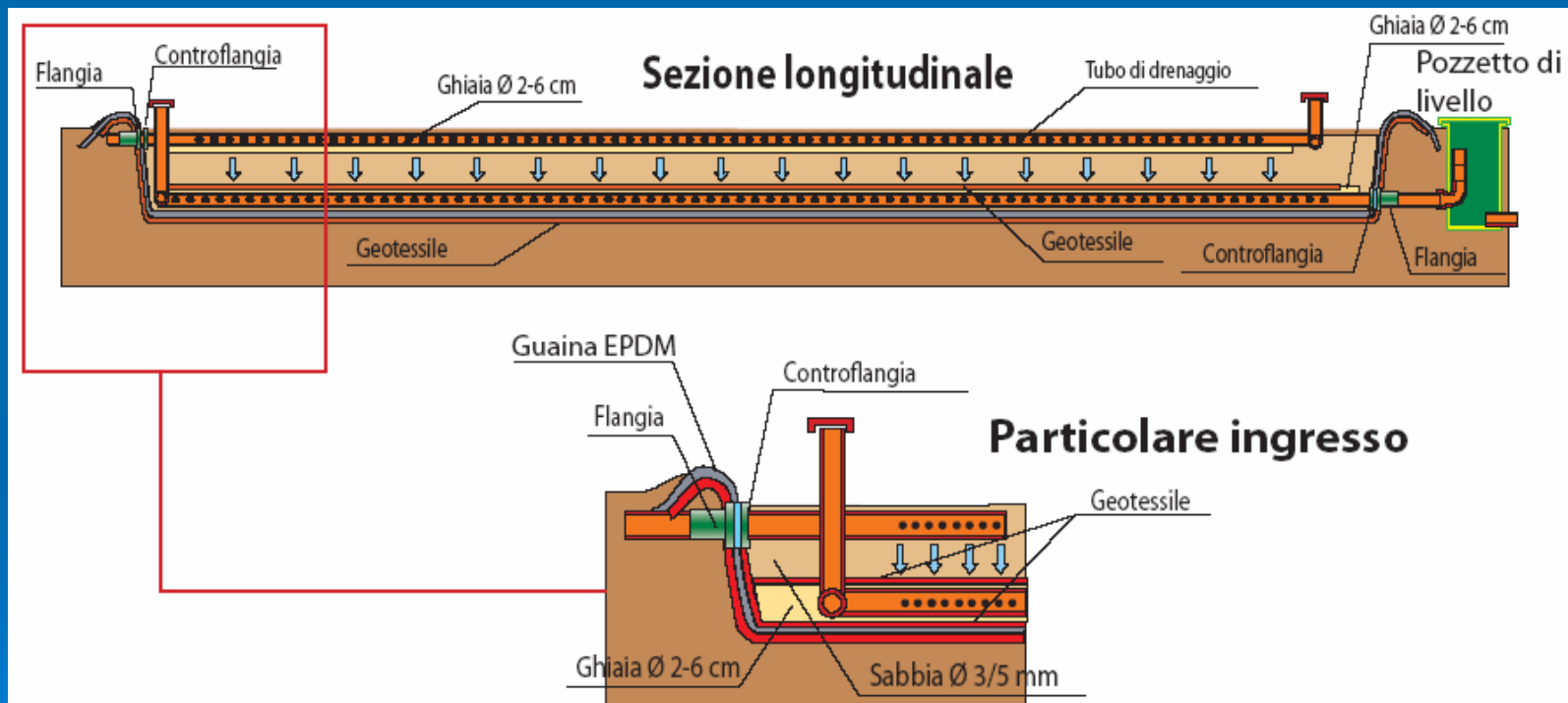
Fitodepurazione: criteri costruttivi

➤ **Fitodepurazione** a flusso verticale - PIANTA



Fitodepurazione: criteri costruttivi

Fitodepurazione a flusso verticale – SEZIONE LONGITUDINALE



Fitodepurazione: esempi pratici

Impianto VF da 14 A.E. con scarico in acqua superficiale (superficie 50 mq)



Fitodepurazione: esempi pratici

Impianto VF da 14 A.E. con scarico in acqua
superficiale (superficie 50 mq)



Ing. Raffaella Antona

Fitodepurazione: esempi pratici

Impianto VF da 14 A.E. con scarico in acqua
superficiale (superficie 50 mq)



Fitodepurazione: esempi pratici

Impianto VF da 14 A.E. con scarico in acqua superficiale (superficie 50 mq)



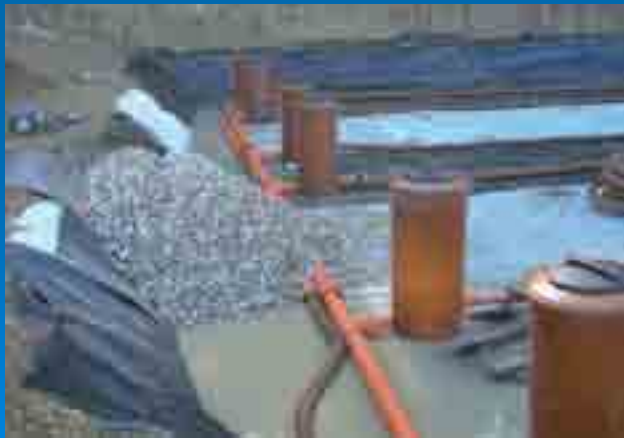
Fitodepurazione: esempi pratici

Impianto VF da 14 A.E. con scarico in acqua superficiale (superficie 50 mq)



Fitodepurazione: esempi pratici

Impianto VF da 200 A.E. con scarico in acqua
superficiale (superficie 600 mq)



Fitodepurazione: esempi pratici

Impianto HF da 3 A.E. con recupero dell'acqua per irrigazione (vasca prefabbricata da 10 mq)



Fitodepurazione: esempi pratici

Impianto HF da 3 A.E. con recupero dell'acqua per irrigazione (vasca prefabbricata da 10 mq)



Ing. Raffaella Antona

Fitodepurazione: applicazioni

SCARICHI PUNTUALI	<ul style="list-style-type: none">▶ Scarichi domestici e civili▶ Scarichi attività turistiche▶ Scarichi industriali▶ Scarichi di aziende zootecniche▶ Scarichi di aziende vitivinicole▶ Percolati di discarica
INQUINAMENTO DIFFUSO	<ul style="list-style-type: none">▶ Acque di prima pioggia▶ Scolmatori reti miste▶ Acque di dilavamento di suolo agricolo▶ Acque di dilavamento di strade e autostrade
ALTRO...	<ul style="list-style-type: none">▶ Disidratazione fanghi▶ Aumento della capacità autodepurativa dei corsi d'acqua▶ Bioremediation di terreni contaminati

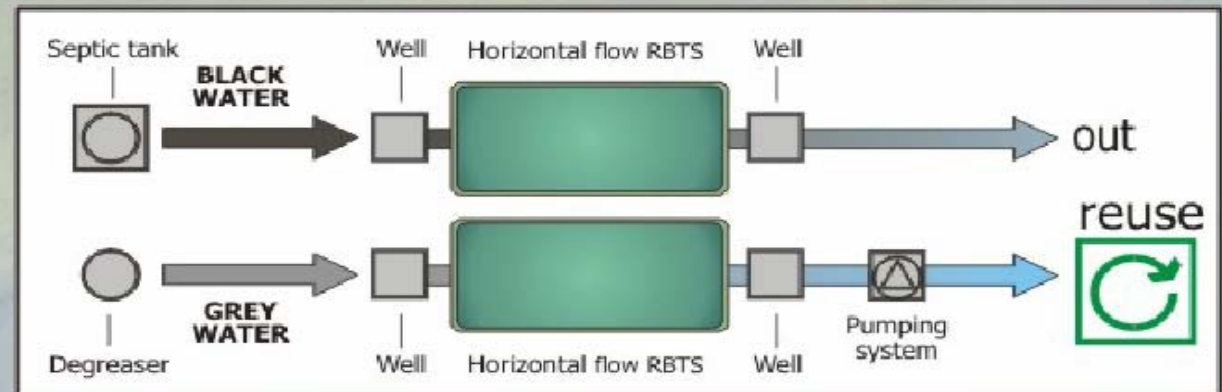


Fitodepurazione: applicazioni

Recupero acque grigie



Parametri	NERE	GRIGIE
COD	60%	40%
AZOTO	91%	9%
PATOGENI	69%	31%



Fitodepurazione: inserimento paesaggistico

Intervento che contribuisce alla riqualificazione ambientale di un'area degradata o compromessa.

Progettazione ecologica: gestione locale delle risorse ricrea rapporto uomo-acqua.

Integrata nel disegno del verde urbano e degli spazi aperti destinati ai cittadini.



Il recupero delle acque meteoriche

INDIRIZZI LEGISLATIVI

➤ Art. 98 – D.Lgs. 152/06: **Risparmio idrico**

“Coloro che gestiscono o utilizzano la risorsa idrica adottano le misure necessarie all'eliminazione degli sprechi ed alla riduzione dei consumi e ad incrementare il riciclo ed il riutilizzo ...”

➤ Linee guida per l'edilizia sostenibile – Regolamenti Edilizi Comunali

➤ Non esiste una norma nazionale per la progettazione e installazione
(*normativa tedesca DIN 1989 – Impianti per l'utilizzo dell'acqua piovana*)



Il recupero delle acque meteoriche

INDIRIZZI LEGISLATIVI

Deliberazione della Giunta regionale n. 13-9588 del 9 giugno 2003

invita le autorità comunali a prevedere nei propri atti normativi generali (norme tecniche allegate ai piani regolatori, regolamenti di igiene, etc.) 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.

Regolamento Edilizio Comune di Torino

Vigente dal 18 maggio 2006 nel quale vengono stabiliti alcuni requisiti cogenti tra cui l'installazione di sistemi di risparmio idrico (dispositivi per il contenimento dei consumi idrici: frangigetto, riduttori di flusso, cassette di risciacquo a flusso differenziato)



Il recupero delle acque meteoriche INDIRIZZI LEGISLATIVI

SCHEDA 11 – Recupero acqua piovana a scopo irriguo (Requisito volontario)

OBIETTIVO – riduzione del consumo di acqua potabile negli edifici per fini non primari, riduzione dell’impatto idraulico sulle strutture di scarico fognarie

S11 - Recupero acque piovane a fini irrigui

Destinazioni d'uso interessate:
tutte.

Requisito:
presenza dei sistemi di captazione e riutilizzo delle acque meteoriche a fini irrigui.

La quota di SUI, che potrà beneficiare del potenziale incentivo, non potrà superare la superficie di captazione (o copertura strettamente necessaria a soddisfare il fabbisogno idrico correlato all'edificio Fab_{ACQUA} , calcolata secondo la formula sottoriscritta.

Metodologia di verifica (fase di progettazione):

Nell'ambito della relazione tecnica allegata alla domanda per l'ottenimento degli incentivi dovrà risultare soddisfatto il requisito inerente il recupero delle acque meteoriche, con un impianto comprendente il sistema di raccolta delle acque piovane, filtro, sistema di pompaggio e un serbatoio di accumulo della capacità minima V calcolate come segue:

$$V [l] = Pot_{max} [l] \times 0,0625$$

Punteggio assegnato per soddisfacimento requisito:

se il requisito è soddisfatto, il punteggio acquisibile è di 2 punti.

Metodologia di controllo (fase di esercizio):

controllo in sito.

dove:

$Pot_{int} [l]$ = Potenzialità di recupero derivante dal sistema di captazione e di recupero delle acque meteoriche installato.

$$Pot_{int} = Pot_{max} \text{ se } Fab_{ACQUA} > Pot_{max}$$

$$Pot_{int} \geq Fab_{ACQUA} \text{ se } Fab_{ACQUA} < Pot_{max}$$

$$Fab_{ACQUA} [l] \text{ Fabbisogno idrico correlato all'edificio} = 100 \text{ l/m}^2 \times \text{Area a verde [m}^2]$$

Pot_{max} = Potenzialità massima di recupero delle acque meteoriche derivante dall'intera copertura dell'edificio;

$$Pot_{max} [l] = \text{Area della copertura [m}^2] \times 800 \text{ l/m}^2 \times \text{Coeff}_{copertura}$$

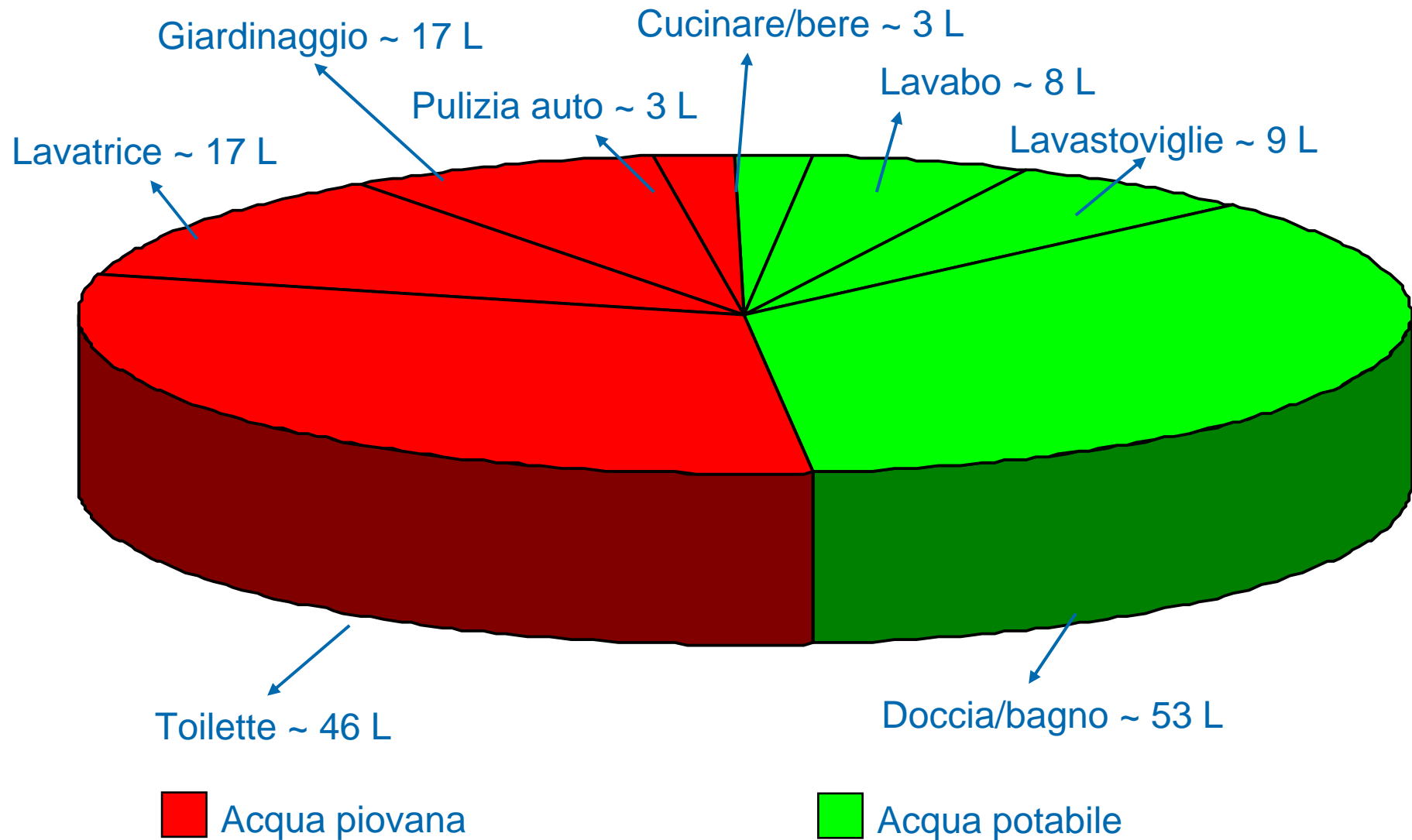
con:

$\text{Coeff}_{copertura} = 0,80$ per copertura in tegole e assimilabili;

$\text{Coeff}_{copertura} = 0,45$ per copertura a "tetto verde";



Perché recuperare l'acqua piovana?



Qualità dell'acqua piovana

➤ ... con opportuno sistema di filtrazione!

↑ Incolore, limpida e inodore

↑ Priva di solidi sospesi e grassi

↑ Durezza dell'acqua < 4°f (*risparmio di detersivi ...*)

➤ acqua adatta per WC, lavatrice e giardinaggio



Il recupero delle acque meteoriche

LA TECNOLOGIA

Il sistema impiantistico è composto da:

- » area di raccolta (tetto)
- » sistema di raccolta e convogliamento all'accumulo (UNI 10724)
- » sezione di trattamento (deviatore di flusso, filtro)
- » serbatoio di accumulo
- » rete di distribuzione (pompa, centralina)



Il recupero delle acque meteoriche

LA TECNOLOGIA

DEVIATORE DI FLUSSO



FILTRO



Il recupero delle acque meteoriche

LA TECNOLOGIA

SERBATOIO



DISTRIBUZIONE



Ing. Raffaella Antona

Sistemi per il recupero ... DIMENSIONAMENTO



ESEMPIO:

- » zona di installazione: Cuneo
- » superficie di raccolta (tetto): 200 m²
- » materiale tetto: tegole terracotta
- » superficie da irrigare: 150 m²
- » n° persone nell'abitazione: 4



Sistemi per il recupero ... Dimensionamento



(Normativa tedesca DIN
1989 – Impianti per
l'utilizzo dell'acqua
piovana)

DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA PER IL RECUPERO DELL'ACQUA PIOVANA | IRRIGAZIONE DEL GIARDINO E UTILIZZO DOMESTICO SECONDARIO

Inserimento dati:

Valore delle precipitazioni annue* * dal sito www.eurometeo.com	800 l/m ²
Superficie di raccolta (tetto):	200 m ²
Fattore di correzione *: * dipende dal valore di scorrimento del tetto	0,9
tagole di terracotta	0,9
cemento, ardesia	0,8
piano con rivestimento in ghiaia	0,6
Numero di persone da servire:	4
Superficie giardino da irrigare:	150 m ²



Raccolta pioggia annuale:

$$200 \text{ (m}^2\text{)}^* \cdot 800 \text{ (l/m}^2\text{)}^* \cdot 0,9 \text{ (fattore di correzione)} = 144.000 \text{ l/anno}$$

Fabbisogno annuale di acqua piovana:

Scarico WC:	12 * m ³ annuali pro-capite	*	4	=	48
Lavatrice:	4 * m ³ annuali pro-capite	*	4	=	16
Pulizie:	1,5 * m ³ annuali pro-capite	*	4	=	6
Giardino:	400 * l/m ²	*	150	=	60.000

130.000]

* dati di letteratura (Consorzio Risorse Idriche)

Calcolo della capacità del serbatoio:

con una riserva d'acqua di 18 giorni: **6.756 l**

(valore medio tra raccolta e fabbisogno di acqua piovana) * 18/365





Sistemi per il recupero ...

➤ SERBATOIO CARAT S

➤ vantaggi

➤ funzionamento

➤ sistemi integrati





Sistemi per il recupero ...

➤ SERBATOIO CARAT S

➤ vantaggi

➤ funzionamento

➤ sistemi integrati



Sistemi per il recupero ...



Ing. Raffaella Antona

Il recupero delle acque meteoriche

VANTAGGI

Ambito privato (utente):

- » l'acqua piovana è gratuita
- » assenza di depositi calcarei



Ambito pubblico:

- » no sovraccarico rete fognaria
- » aumento efficienza depuratori
- » trattenimento/dispersione



... grazie per l'attenzione!!!

Ing. Raffaella Antona

cell. 347 5192008

sdeaux@idrocentro.com



Ing. Raffaella Antona