

PROVINCIA DI BOLOGNA



VARIANTE IN RECEPIMENTO  
DEL PTA REGIONALE

VALSAT

RAPPORTO AMBIENTALE DI VAS  
allegati



**VARIANTE IN RECEPIMENTO  
DEL PIANO REGIONALE DI TUTELA DELLE ACQUE  
VALSAT/RAPPORTO AMBIENTALE DI VAS  
ALLEGATI**



## **INDICE**

ALLEGATO 1 STIMA DELLE POTENZIALITÀ DI RIDUZIONE DEI CONSUMI FINALI NEL SETTORE CIVILE.....	5
ALLEGATO 2 VALUTAZIONE DEL CARICO RIMOVIBILE ATTRAVERSO INTERVENTI SU SCARICHI CIVILI.....	11
ALLEGATO 3 STIMA DEL CARICO PROVENIENTE DAGLI SFIORATORI.....	13
ALLEGATO 4 ANALISI SULL'EFFICACIA DELLE FASCE TAMPONE.....	21
BIBLIOGRAFIA.....	44



## ALLEGATO 1

### STIMA DELLE POTENZIALITÀ DI RIDUZIONE DEI CONSUMI FINALI NEL SETTORE CIVILE

Nella tabella che segue sono riportati i consumi idrici civili nei Comuni della Provincia. Ne emerge un consumo medio civile inferiore ai 250 l/ab/giorno ed un consumo domestico di poco superiore ai 170. Si tratta di un quadro certamente positivo se confrontato con quello di altre province Italiane, ma ancora lontano dai valori di consumi idrici di paesi europei più virtuosi (Austria e Germania ormai viaggiano su consumi domestici inferiori ai 140 l/ab/giorno).

COMUNI	Consumi domestici (mc)	Consumi diversi da domestici (mc)	Totale 2006 (mc)	Abitanti	Consumi domestici pro-capite	Consumi civili pro-capite	% Consumi domestici sul totale
Anzola dell'Emilia	635.161	338.952	974.113	11.490	151,5	232,3	65%
Argelato	532.043	185.407	717.450	9.350	155,9	210,2	74%
Baricella	358.963	51.303	410.266	6.124	160,6	183,5	87%
Bazzano	366.724	196.802	563.526	6.445	155,9	239,6	65%
Bentivoglio	292.859	319.875	612.734	4.805	167,0	349,4	48%
Bologna	24.534.218	10.557.155	35.091.373	373.026	180,2	257,7	70%
Borgo Tossignano	177.049	221.482	398.531	3.227	150,3	338,4	44%
Budrio	1.014.191	287.147	1.301.338	16.393	169,5	217,5	78%
Calderara di Reno	753.507	414.025	1.167.532	12.770	161,7	250,5	65%
Camugnano	163.576	137.321	300.897	2.097	213,7	393,1	54%
Casalecchio di Reno	1.916.915	787.784	2.704.699	34.524	152,1	214,6	71%
Casalfiumanese	168.010	68.859	236.869	3.241	142,0	200,2	71%
Castel d'Aiano	132.910	71.553	204.463	1.977	184,2	283,3	65%
Castel del Rio	75.236	11.893	87.129	1.254	164,4	190,4	86%
Castel di Casio	210.380	52.590	262.970	3.318	173,7	217,1	80%
Castel Guelfo	224.529	113.252	337.781	3.894	158,0	237,7	66%
Castello d'Argile	342.530	119.675	462.205	6.086	154,2	208,1	74%
Castello di Serravalle	272.390	81.303	353.693	4.518	165,2	214,5	77%
Castel Maggiore	921.581	474.382	1.395.963	16.706	151,1	228,9	66%
Castel S.Pietro	1.189.675	491.703	1.681.378	20.020	162,8	230,1	71%
Castenaso	756.967	336.574	1.093.541	13.769	150,6	217,6	69%
Castiglione dei Pepoli	378.168	98.375	476.543	5.896	175,7	221,4	79%
Crespellano	461.692	210.682	672.374	8.821	143,4	208,8	69%

Variante al PTCP in recepimento del Piano Regionale di tutela delle acque  
VALSAT/Rapporto ambientale di VAS

Crevalcore	699.758	196.103	895.861	12.821	149,5	191,4	78%
Dozza	354.098	108.139	462.237	6.012	161,4	210,6	77%
Fontanelice	102.128	32.446	134.574	1.868	149,8	197,4	76%
Gaggio Montano	330.083	182.494	512.577	4.988	181,3	281,5	64%
Galliera	320.699	36.464	357.163	5.577	157,5	175,5	90%
Granaglione	142.751	58.307	201.058	2.251	173,7	244,7	71%
Granarolo	582.450	357.029	939.478	9.567	166,8	269,0	62%
Grizzana	270.900	43.072	313.973	4.043	183,6	212,8	86%
Imola	3.917.383	1.425.742	5.343.125	66.658	161,0	219,6	73%
Lizzano in Belvedere	186.833	76.312	263.145	2.305	222,1	312,8	71%
Loiano	327.907	254.372	582.279	4.452	201,8	358,3	56%
Malalbergo	570.133	60.285	630.418	8.149	191,7	211,9	90%
Marzabotto	388.201	108.448	496.649	6.550	162,4	207,7	78%
Medicina	903.598	206.120	1.109.718	15.326	161,5	198,4	81%
Minerbio	530.324	147.070	677.394	8.530	170,3	217,6	78%
Molinella	1.226.168	236.671	1.462.838	15.060	223,1	266,1	84%
Monghidoro	265.911	57.702	323.612	3.890	187,3	227,9	82%
Monterenzio	337.389	104.804	442.193	5.598	165,1	216,4	76%
Monte San Pietro	743.256	167.671	910.928	10.882	187,1	229,3	82%
Montevoglio	334.863	191.636	526.499	5.066	181,1	284,7	64%
Monzuno	399.303	97.819	497.122	6.155	177,7	221,3	80%
Mordano	276.587	56.700	333.287	4.403	172,1	207,4	83%
Ozzano Emilia	780.210	408.346	1.188.557	11.813	181,0	275,7	66%
Pianoro	1.282.437	761.158	2.043.595	16.676	210,7	335,7	63%
Pieve di Cento	493.267	94.327	587.594	6.877	196,5	234,1	84%
Porretta Terme	303.526	139.417	442.943	4.729	175,8	256,6	69%
Sala Bolognese	441.547	115.019	556.566	7.641	158,3	199,6	79%
San Bened.Val di Sambro	297.173	64.264	361.437	4.505	180,7	219,8	82%
San Giorgio di Piano	404.023	124.236	528.259	7.354	150,5	196,8	76%
San Giovanni in Persiceto	1.504.519	507.069	2.011.588	25.685	160,5	214,6	75%
San Lazzaro di Savena	1.877.712	575.255	2.452.967	30.228	170,2	222,3	77%
San Pietro in Casale	639.281	110.045	749.326	11.104	157,7	184,9	85%
Sant'Agata Bolognese	363.836	128.338	492.174	6.728	148,2	200,4	74%
Sasso Marconi	1.085.728	341.611	1.427.338	14.420	206,3	271,2	76%
Savigno	194.795	59.215	254.010	2.716	196,5	256,2	77%
Vergato	403.265	252.372	655.637	7.412	149,1	242,3	62%
Zola Predosa	1.007.684	607.670	1.615.354	16.892	163,4	262,0	62%
<b>Provincia</b>	<b>60.169.003</b>	<b>24.121.839</b>	<b>84.290.842</b>	<b>954.682</b>	<b>172,7</b>	<b>241,9</b>	<b>71%</b>

Tabella 1: Consumi civili e domestici in Provincia di Bologna (Fonte: Hera 2007)

I livelli di consumo sono sostanzialmente stabili negli ultimi anni, come mostrato dalla figura seguente.

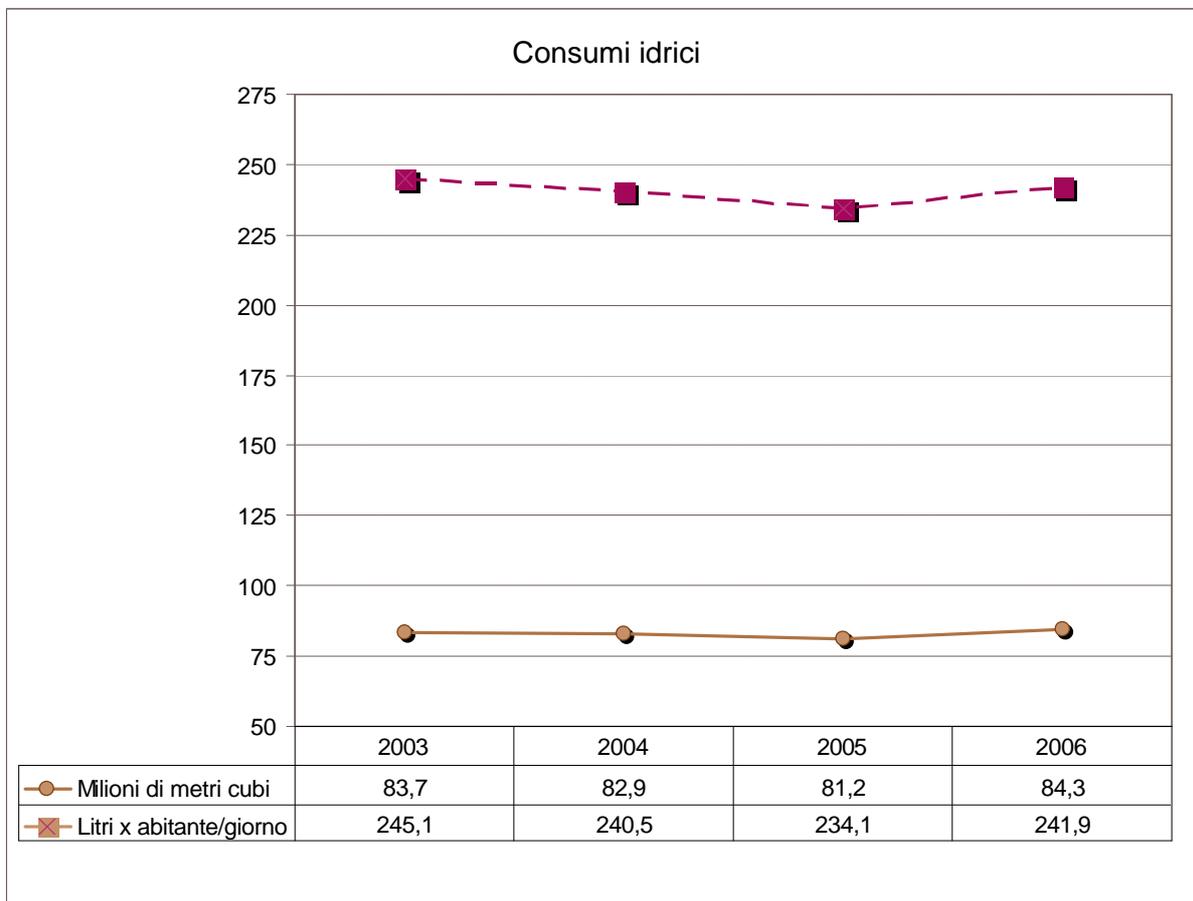


Figura 1: Andamento dei consumi civili: 2003 - 2006

Nel Documento Preliminare sono state indicate le misure previste per ridurre i consumi finali: si tratta di favorire la diffusione tra gli utenti di soluzioni tecniche che permettano di ridurre i consumi (si tratta di tecniche semplici o complesse come illustrato nelle schede 1 e 2 allegate a documento preliminare).

Per capire fino a che punto sarà necessario spingere la diffusione di tali tecniche, è necessario costruire un modello che permetta di simularne gli effetti. In altre parole: quanta acqua si risparmierebbe se una certa frazione degli utenti domestici adottassero una determinata tecnologia. E' stata quindi sviluppata la una procedura che ha previsto le seguenti fasi:

- individuazione di "pacchetti di misure", denominati **Ipotesi**;
- stima della riduzione dei consumi delle diverse **Ipotesi**;

- individuazione delle **Alternative** strategiche;
- stima della diffusione delle **Ipotesi** nella popolazione;
- stima della riduzione dei consumi per ogni **Alternativa**.

Le ipotesi di riduzione dei consumi sono “pacchetti” di misure per il risparmio. Le più semplici prevedono l'installazione di dispositivi "elementari" (es. frangigetto, riduttori di flusso, WC a doppio flusso o variabile, ecc.) e le più complesse anche l'applicazione di soluzioni tecnologie più avanzate. In questo secondo caso il risparmio è dovuto sia al minor consumo da parte degli utenti sia al riutilizzo (riuso di acque meteoriche e di acque grigie).

Le misure proposte sono tratte da studi ed esperienze di livello nazionale ed europeo e sono utilizzate con successo da molti anni in tutta Europa; il PTA della Regione Emilia Romagna, promuove l'adozione di molte di esse.

Per ogni ipotesi è stata stimata la riduzione percentuale dei consumi totali a partire dalla stima del risparmio per i singoli usi (cucina, bagno e igiene personale, WC, ecc.), come schematizzato e riportato nella figura seguente.

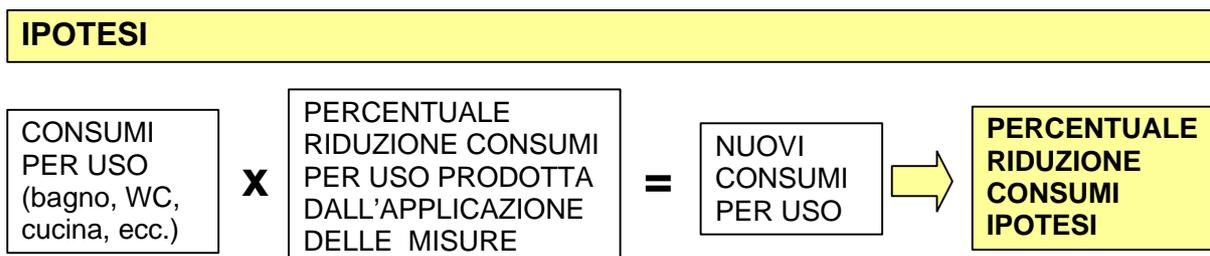


Tabella 2: Schema del modello utilizzato per la stima della riduzione dei consumi delle ipotesi.

La ripartizione degli usi per i consumi civili della Provincia di Bologna (**Tabella 3**) è il risultato di una elaborazione di Ambiente Italia sulla base di studi e progetti realizzati dalla stessa Ambiente Italia<sup>1</sup> e dalla società Iridra<sup>2</sup>, di pubblicazioni scientifiche<sup>3</sup>, tesi di laurea<sup>4</sup> e dell'esperienza del gruppo di lavoro.

<sup>1</sup> Progetto Life Med Coast - Provincia di Rimini.

<sup>2</sup> Progetto SWAMP (Sustainable Water Management and wastewater Purification in tourism facilities) <http://www.swamp-eu.org/>

<sup>3</sup> Marshallsay D., *Understanding domestic water use in the context of demand management and forecasting*.

[http://www.idswater.com/water/europe/WhitePaper\\_/13/paper\\_information.html](http://www.idswater.com/water/europe/WhitePaper_/13/paper_information.html)

<sup>4</sup> Tesi di laurea vincitrice del premio “Architettura bioecologica” indetto dal Comune di Misano Adriatico (RN),

<http://www.edilio.it/news/edilionews.asp?tab=Notizie&cod=6807>

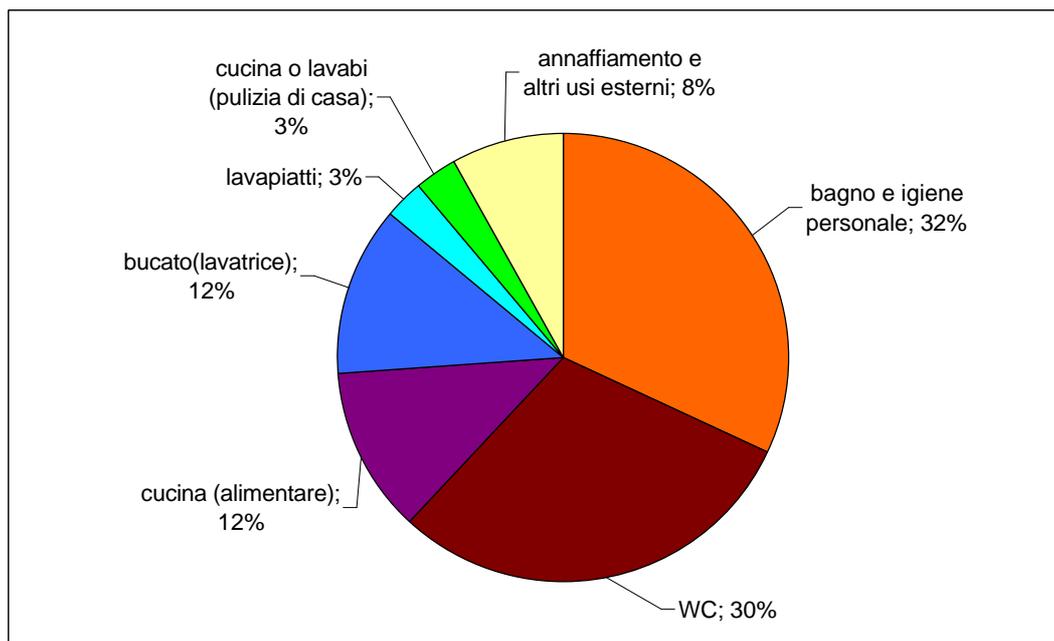


Tabella 3: Ripartizione degli usi per il settore dei consumi civili della Provincia di Bologna (Elaborazione Ambiente Italia).

Di seguito sono sintetizzate le soluzioni tecniche individuate dal presente Piano per favorire la riduzione dei consumi finali e le relative percentuali di risparmio ottenibili da parte dei settori domestico ed alberghiero:

- **Soluzioni per gli erogatori (rubinetti e docce).** Il ricorso a erogatori a basso consumo permette una riduzione di circa il 50% dei consumi ascrivibili alla voce bagni e docce, e di circa il 20% sul consumo domestico totale<sup>5</sup>.
- **Soluzioni per i WC.** La sostituzione delle normali cassette di scarico dei WC con sistemi dotati di doppio pulsante o di possibilità di flussaggio regolato, permettono una riduzione del 35%, sul consumo del WC (circa 10% sui consumi totali), calcolata immaginando di avere una cassetta da 12 l che viene usata, in media, 4 volte al giorno. La cassetta priva del doppio pulsante, quindi, consumerebbe,  $12 \times 4 = 48$  l, dotata del doppio pulsante, invece, consumerebbe  $6 \times 3 + 12 = 30$ , cioè solo una volta su quattro verrebbero usati 12 l le altre tre volte, invece, solo 6l.

<sup>5</sup> <http://eboals.bologna.enea.it/ambtd/progetto.htm>. A Ravenna l'installazione in un condominio di erogatori per docce e rubinetti ha permesso un risparmio idrico del 20%.

- **Riutilizzo delle acque grigie**, provenienti dagli scarichi di docce e lavandini, per le cassette di flussaggio dei vasi. Si può ipotizzare che l'acqua grigia trattata possa alimentare, completamente, le cassette dei wc ed inoltre sostituire l'acqua potabile anche per il "lavaggio" ed altri usi. Ciò consentirebbe una riduzione, dei consumi totali, del 32%. L'eccesso d'acqua grigia trattata può essere utilizzato per altri usi non potabili (ad esempio per innaffiare il giardino).
- **Raccolta e recupero delle acque meteoriche**. L'installazioni di sistemi per l'utilizzo delle acque meteoriche per usi civili non potabili può consentire un risparmio idrico nell'ordine del 40%<sup>6</sup> dei consumi giornalieri. Poiché la possibilità di uso delle acque meteoriche, a causa della distribuzione irregolare delle piogge, dipende dalle dimensioni dei volumi di accumulo, si sono fatte due ipotesi: una capacità di accumulo in grado di permettere l'uso di acque meteoriche per il 50% dei consumi, (con un risparmio annuo del 20%) ed una capacità di accumulo che permette l'uso di acque meteoriche per il 100% dei consumi.

Nelle figure seguenti sono sintetizzate le percentuali di risparmio – intesa come percentuale sul consumo medio annuo dell'utenza – stimate per diverse ipotesi di ricorso alle tecniche proposte, per utenze domestiche.

ipotesi 1	ipotesi 2	ipotesi 3	ipotesi 4	ipotesi 5
riduttori di flusso	riduttori di flusso e cassetta WC doppio pulsante	riduttori di flusso, cassetta WC doppio pulsante, accumulo di acque meteoriche (capacità per 50% dei consumi)	riduttori di flusso e cassetta WC doppio pulsante, riuso acque grigie	riduttori di flusso, cassetta WC doppio pulsante, accumulo di acque meteoriche, (capacità per 100% dei consumi), riuso acque grigie
<b>18%</b>	<b>30%</b>	<b>50%</b>	<b>56%</b>	<b>70%</b>

Tabella 4: Ipotesi sviluppate per i consumi residenti e stima della percentuale di riduzione dei consumi (Elaborazione Ambiente Italia).

<sup>6</sup> <http://www.premioinnovazione.legambiente.org/edizioni/2003/schede/3.html>

## ALLEGATO 2

### VALUTAZIONE DEL CARICO RIMOVIBILE ATTRAVERSO INTERVENTI SU SCARICHI CIVILI

#### 1.1 Il riuso delle acque depurate per eliminare i carichi dei maggiori impianti di depurazione

Sono stati infatti selezionati i depuratori con la maggior portata, inizialmente scegliendo solo quelli con potenzialità maggiore di 10000 AE ed includendo in seconda scelta anche l'impianto di Baricella con 9000 AE: si tratta di 13 impianti di depurazione, localizzati in Pianura, a valle della fascia critica. Per questi impianti il Piano d'Ambito prevede quasi sempre degli interventi di adeguamento o di realizzazione di impianti di trattamento terziario. Per questi impianti è possibile ipotizzare un riuso delle acque: agricolo, ma anche eventualmente ambientale o energetico, ipotizzando soluzioni come quelle descritte nel documento preliminare (paragrafo 4.3.2 e schede allegate).

Non si è ritenuto opportuno intervenire con ampliamenti impiantistici sugli altri impianti in quanto poco significativi in termini di ricadute positive sia sulla qualità dei ricettori sia sulle strategie territoriali per il riuso di acque reflue.

Nella successiva tabella sono riportati i 13 depuratori di maggiore entità con un'ipotesi di minima di post-trattamento, comparata con interventi e relative voci a bilancio già previsti dal Piano d'Ambito (senza però avere il dettaglio degli stessi e facendo quindi riferimento solo alle descrizioni dei singoli interventi riportate nell'ultima colonna).

Località	AE	Ricettore	Terziario	Area	€	Interventi da PDA	
ANZOLA EMILIA	25000	SANGUINETTOLA BASSA	FWS + riuso agricolo	3 ettari	750'000,00	1'084'000,00	Adeguamento tecnico funzionale
BARICELLA	9000	SCOLO VALLETTA	FWS + riuso agricolo	1 ettaro	250'000,00	563'000,00	nuovo dep o collettore
BOLOGNA - CORTICELLA	900000	CANALE NAVILE	bosco umido 100 ettari		2'000'000,00	1'000'000,00	Terziario (contributi)
BUDRIO	12000	SCOLO CORLA CANALE DI	FWS + riuso	1 ettaro	250'000,00	535'000,00	

Variante al PTCP in recepimento del Piano Regionale di tutela delle acque  
VALSAT/Rapporto ambientale di VAS

		BUDRIO	agricolo				
CALDERARA DI RENO	32000	SCOLO DOSOLO	FWS + riuso agricolo	3 ettari	750'000,00	2'508'000,00	terziario con membrane su una linea
CASTEL SAN PIETRO TERME	15000	SCOLO LAGHETTO	FWS + riuso agricolo	1,5 ettari	375'000,00	960'000,00	Adeguamento impianto
CREVALCORE	14000	FOSSO DI GA'	FWS + riuso agricolo	1,5 ettari	375'000,00	-----	
IMOLA - GAMBELLARA	30000	SCOLO GAMBELLARA	FWS + riuso agricolo	3 ettari	750'000,00	75'000,00	Ampliamenti
IMOLA - SANTERNO	110000	FIUME SANTERNO	HF + riuso agricolo	4 ettari	2'400'000,00	516'000,00	defosf + terziario
MOLINELLA	10000	SCOLO CAVALIERA	FWS + riuso	1 ettaro	250'000,00	580'000,00	ampliamento + adeguamento funzionale
OZZANO DELL'EMILIA	16000	RIO MARZANO	FWS + riuso	1,6 ettari	400'000,00	981'000,00	Ampliamento
OZZANO DELL'EMILIA - PONTE RIZZOLI	10000	RIO MARZANO	FWS + riuso	1 ettaro	250'000,00	1'000'000,00	Membrane
SAN GIOVANNI IN PERSICETO	16000	SCOLO AMOLA SUPERIORE	FWS + riuso				già realizzato area ex-zuccherificio
<b>Totali</b>	<b>1199000</b>				<b>8.800.000,00</b>	<b>9.802.000,00</b>	

## ALLEGATO 3

### STIMA DEL CARICO PROVENIENTE DAGLI SFIORATORI

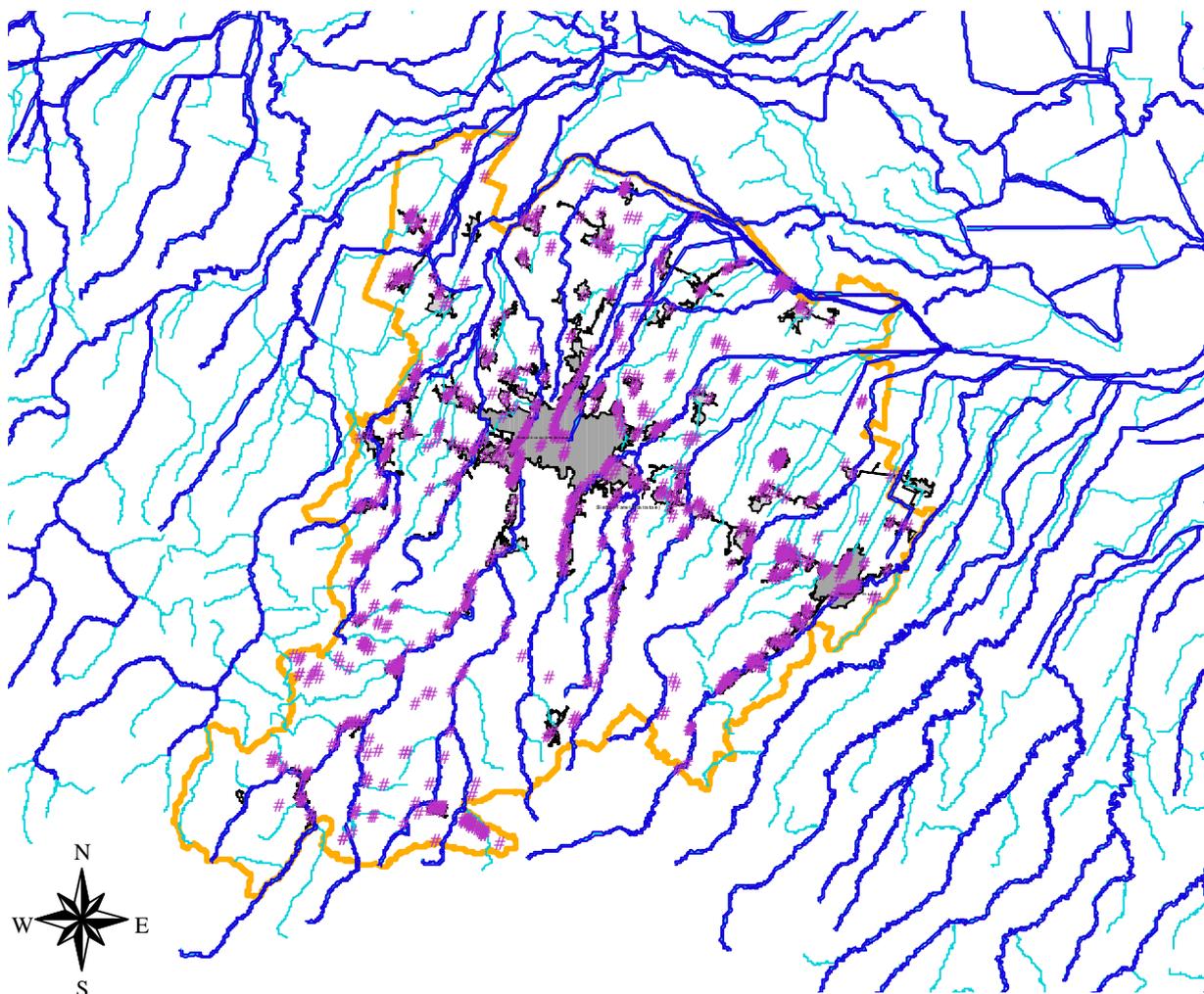
Nella provincia di Bologna sono noti circa **968 scolmatori**; incrociando la stima dei carichi adottati dagli scolmatori su base regionale sui vari bacini con la provincia di Bologna, risulta grossolanamente che viene riversato nel reticolo idrografico superficiale un carico inquinante pari a circa **4300 t/anno di BOD, 9900 t/anno di COD, 466 t/anno di azoto e 145 t/anno di fosforo**. Assieme al carico riconducibile agli scarichi civili, rappresenta senza dubbio uno dei fattori su cui è necessario intervenire.

L'alta presenza di scolmatori è dovuta principalmente ai seguenti fattori:

- massiccia presenza di fognature di tipo misto nella Provincia di Bologna;
- morfologia prevalentemente pianeggiante dei maggiori centri urbani, con conseguente presenza di numerosi sollevamenti;
- frequente presenza di infiltrazioni di acque parassite nelle fognature;
- depuratori al limite delle loro potenzialità: ai 968 scolmatori di cui sopra vanno aggiunte le portate scolmate prima dell'ingresso nel depuratore e/o a valle dei trattamenti preliminari.

Come si vede da un primo sguardo gli scolmatori sono diffusi lungo ogni corpo idrico superficiale: i maggiori carichi coincidono con i maggiori agglomerati presenti (Bologna e hinterland, Imola) e contribuiscono significativamente al peggioramento della qualità delle acque superficiali.

La stima dei carichi derivanti da sfioratori di piena disponibile non permette di risalire con certezza ai carichi provenienti da ogni singolo sfioratore: tale analisi di dettaglio potrà essere realizzata in sede di *Piano di Indirizzo* per la gestione delle acque meteoriche (previsto dal PTA Regionale). Il quadro informativo attuale è basato sull'esistenza di agglomerati urbani, la densità abitativa e l'uso del suolo all'interno dei vari bacini. A partire da questa suddivisione, che discretizzava la provincia di Bologna in 80 bacini. Al fine di dettagliare le misure del PTA provinciale e di definire priorità di intervento è stata fatta con gli stessi criteri una bacinizzazione più minuta,



individuando 388 diversi sottobacini. Tale bacinizzazione è stata poi incrociata con la mappa dei 968 scolmatori noti all'interno della provincia di Bologna: gli scolmatori sono localizzati in 100 dei 388 bacini. Questo ha portato all'esclusione sia di sottobacini in cui non era effettivamente presente un carico da scolmatori di piena, dato che come si è detto tale stima si origina dall'uso del suolo e dalla presenza o meno di aree urbanizzate, sia di sottobacini di confine in cui il carico era dovuto ad agglomerati al di fuori della provincia di Bologna, sia, infine, di sottobacini di confine di aree non significative derivanti dall'operazione di "ritaglio" dei bacini da scala regionale a scala provinciale.

Per quanto riguarda il Setta si sono osservate delle discrepanze nella nuova bacinizzazione, in quanto il carico complessivo stimato sul Fiume Setta veniva

suddiviso su sottobacini di confine in cui non è segnalata la presenza di scolmatori; si è quindi spalmato il 20% di tale carico “fantasma” sui due sottobacini del Setta in cui è segnalata la presenza di scolmatori.

Per quanto riguarda il Sillaro invece si hanno dei carichi per bacino che non vengono associati ad alcun scolmatore, mentre viceversa si hanno alcuni scolmatori associati ad un sottobacino del Sillaro in cui non risultano carichi; trattasi di scolmatori in cui non si hanno agglomerati di rilievo ma solamente piccole frazioni, tranne uno relativo ad una parte marginale di Castel San Pietro Terme. Per tale scolmatore si è assunto un carico uguale agli scolmatori presenti nel Comune di Castel San Pietro, mentre per gli altri cinque un carico pari al 20% di quest'ultimo. Il sottobacino del Sillaro in cui invece si hanno dei carichi da scolmatori si riferisce ad una piccola porzione non significativa al confine della provincia, per cui si sono trascurati tali carichi.

Risulta quindi che gli sfioratori della Provincia di Bologna riversano nel reticolo idrografico superficiale un carico inquinante pari a circa **1921 t/anno di BOD, 4392 t/anno di COD, 207 t/anno di azoto e 65 t/anno di fosforo**; a questi carichi si devono aggiungere i carichi sversati su alcuni bacini nelle tratte al di fuori della Provincia di Bologna. In realtà quasi tutti i corsi d'acqua nascono all'interno della Provincia, tranne il Reno ed il Santerno che nascono in Toscana. Se il corso del Reno in Toscana non è interessato da centri importanti, il Santerno riceve i carichi di alcune piccole frazioni montane (probabilmente non servite da fognatura) e dal centro abitato di Firenzuola; in realtà sul Santerno molto incide la presenza dei cantieri TAV, a cui da diversi anni ormai vanno gli onori delle cronache.

Trattasi di un carico molto alto, quasi 10 volte superiore al carico prodotto dagli agglomerati ancora non serviti dalla pubblica fognatura o non depurati. Mediamente si ha un carico per scolmatore di circa 2 t/anno di BOD<sub>5</sub> e di quasi 4,5 t/anno di COD.

Di seguito si riporta la suddivisione dei carichi nei vari sottobacini ed il numero di scolmatori segnalati.

BACINO		BODin	CODin	Nin	Pin
	N°	t/y	t/y	t/y	t/y
Bacini di bonifica tra Idice e Sillaro	41	36,94	84,57	3,98	1,24
Bacini di bonifica tra Navile e Savena Abb.	7	12,91	29,57	1,39	0,43
Bacini di bonifica tra Reno e Idice	54	116,80	267,43	12,59	3,93
Bacini di bonifica tra Reno e Navile	42	74,92	171,54	8,07	2,52
Bacini di bonifica tra Sillaro e Santerno	63	136,89	313,42	14,75	4,61
Idice Pizzocalvo S. Lazzaro	27	7,32	16,75	0,79	0,25
Idice S. Antonio	84	164,02	375,54	17,67	5,52
Navile Malalbergo	40	151,68	347,28	16,34	5,11
Panaro bacini di pianura	59	119,27	273,07	12,85	4,02
Panaro collinare e pedecollinare	8	6,12	14,02	0,66	0,21
Reno Casalecchio	139	145,47	333,07	15,67	4,90
Reno Pieve di Cento	68	317,65	727,29	34,23	10,70
Samoggia Calcara	37	33,73	77,22	3,63	1,14
Samoggia trasv. pian Forcelli	46	56,83	130,12	6,12	1,91
Santerno valle p.te Mordano	91	60,23	137,89	6,49	2,03
Savena Abbandonato Gandazzolo	23	346,96	794,38	37,38	11,68
Savena Caselle chiusura bacino	36	70,84	162,19	7,63	2,39
Sellustra chiusura bacino	5	0,04	0,10	0,00	0,00
Setta Sasso Marconi ACOSER	58	53,68	116,77	5,50	1,72
Sillaro Castel S. Pietro	6	0,61	1,40	0,07	0,02
Sillaro P. Nuovo	33	8,01	18,35	0,86	0,27
<b>TOT</b>	<b>967</b>	<b>1920,92</b>	<b>4391,95</b>	<b>206,68</b>	<b>64,59</b>

I carichi maggiori si hanno sui bacini di Savena Abbandonato Gandazzolo e Reno Pieve di Cento (oltre 300 t/y); Reno Casalecchio, Navile, Idice S. Antonio ed i bacini di bonifica tra Sillaro e Santerno hanno comunque carichi complessivi superiori a 130 t/y. Se si calcola il rapporto tra BOD teoricamente scaricato e numero di scolmatori, i carichi di BOD per scolmatore più alti si trovano sempre in Savena Abbandonato (oltre 15 t/BOD x scolmatore) e Reno Pieve di Cento (4.7 t/BOD x scolmatore), ma anche in Navile Malalbergo (3.8 t/BOD x scolmatore). Valori intorno ai 2 t/BOD x scolmatore si hanno nei bacini di bonifica tra Reno e Idice, Idice S. Antonio, Panaro bacini di pianura, Savena Caselle chiusura bacino.

Degli scolmatori sappiamo al momento soltanto la posizione e il corpo idrico in cui scaricano; non abbiamo informazioni per ognuno né sulla portata scaricata, né sulla portata limite oltre cui si attivano, né sulle dimensioni dell'area drenata. Per arrivare ad una tale caratterizzazione, necessaria per operare dei dimensionamenti affidabili e valutare tipologie di trattamento e costi di intervento, è necessaria un'analisi molto spinta scolmatore per scolmatore, che preveda sia l'analisi della fognatura a monte

e, a partire da questa e da una valutazione dell'uso del suolo, la ricostruzione dei bacini drenati assieme, sia l'analisi del manufatto in modo da valutare la soglia di attivazione.

Si ha notizia di diversi scolmatori che, a causa di molteplici fattori, si attivano per portate di poco superiori alla portata media di tempo secco, scolmando alcune volte anche in condizioni di assenza di precipitazioni. In effetti l'unica notizia certa che si ha, secondo le fonti consultate, è che gli sfioratori si attivano immediatamente quando piove, anche in coincidenza quindi con eventi di ridotta intensità; la conseguenza è che le concentrazioni osservabili sono spesso comparabili con un refluo civile, in quanto l'effetto di diluizione risulta limitato.

Risulta quindi prioritario intervenire sia sugli sfioratori, che si prefigurano come scarichi non trattati, sia sulla potenzialità dei depuratori, facendo sì che questi possano effettivamente ricevere le portate di punta in tempo secco e le portate di prima pioggia in seguito a precipitazioni.

Tale analisi più raffinata potrà essere sviluppata nel Piano di Indirizzo; in questa sede ci siamo limitati ad assegnare un carico per scolmatore semplicemente dividendo il carico stimato per ogni sottobacino nella bacinizzazione più minuta per il numero degli scolmatori ivi presenti.

Successivamente si sono stimate delle superfici e dei costi per Kg di BOD generato in base a dati di letteratura e alla nostra esperienza in materia di trattamenti di CSO con sistemi di depurazione naturale; per confronto si è anche calcolato un volume medio di prima pioggia per KgBOD generato, stimando in tal modo anche il costo di una vasca di prima pioggia.

Tali calcoli devono intendersi come di larga massima in quanto non si conoscono le aree effettivamente drenate né il reale funzionamento dello scolmatore.

Di seguito sono riassunti i calcoli fatti.

<b>Carichi civili</b>	
Popolazione provincia di bologna	1094620 a.e.
Popolazione provincia di bologna depurata	1080008 a.e.
tot generato BOD <sub>5</sub>	23652 t/anno
Concentrazione media scarico civile (BOD)	300 mg/l (da letteratura)
<b>Sfioratori (dati ricavati dal Gis)</b>	
carico generato totale (BOD)	1921 t/anno
carico da sfioratori per a.e.	1,78 Kg/anno

Variante al PTCP in recepimento del Piano Regionale di tutela delle acque  
VALSAT/Rapporto ambientale di VAS

---

numero sfioratori	968
carico generato medio per sfioratore (BOD)	2,0 t/anno
coefficiente di diluizione medio	6,0
Concentrazione di BOD media	50,0 mg/l (da letteratura)
<b>Dati meteorologici medi ipotizzati</b>	
Volume di pioggia annua medio	800 mm (fonte Provincia di Bologna)
n° medio eventi di pioggia all'anno	80 (stazione di Bologna Panigale)
evento di pioggia medio	10 mm
<b>Elaborazioni di massima</b>	
Stima del volume annuo sfiorato	38420000 mc (carico generato/conc. media)
<i>dividendo per il volume di pioggia annua medio:</i>	
superficie drenata efficace complessiva	48025000 mq
	4802,5 ha
area media drenata per scolmatore	4,96 ha
n°a.e. medio per scolmatore	1116 a.e.
volume medio sfiorato per evento	480250 mc
volume medio sfiorato per evento e per scolmatore	496 mc
Portata giornaliera media tempo secco per sfioratore	179 mc/g
volume sfiorato	496 mc/g
durata media sfioro	6 h
portata media oraria sfioro	83 mc/h
portata oraria di tempo secco	7,44 mc/h
coeff di diluizione teorico orario	11,1 compatibile con i dati di letteratura
<b>Dimensionamento per Sfiatore X</b>	
Superficie drenata	5,0 ha
Volume WaterQuality (5 mm)	248 mc
carico medio	1985 KgBOD/anno
volume vasca di prima pioggia	248 mc
efficienza rimozione BOD	60%
<i>(se addotto a fognatura in periodo di tempo secco)</i>	
area sistema di fitodepurazione	1772 mq
<b>Si assume un'area di 1.2 mq/KgBODanno</b>	
efficienza rimozione BOD	80%
<i>(capacità di laminazione delle piene)</i>	
Costo vasca prima pioggia	€ 161.240.96
Costo medio per KgBOD	€ 81
<b>Si è assunto un costo di 80 €/KgBOD</b>	
Costo sistema di fitodepurazione	€ 96.109.49
Costo medio per KgBOD	€ 48
<b>Si è assunto un costo di 50 €/KgBOD</b>	

I valori ottenuti (costo per KgBOD rimosso) possono subire variazioni importanti vari motivi, legati sia all'incertezza dei dati di origine sul calcolo dei carichi sversati dagli scolmatori, sia alla difficoltà di ridurre a condizioni medie il funzionamento e l'impatto ambientale degli sfioratori di piena, che invece variano da zona a zona dipendentemente da tipologia dello scolmatore, caratteristiche della rete fognaria, densità abitativa e uso del suolo dell'area drenata, presenza di industrie, ecc.

Le efficienze di rimozione ipotizzate sono si seguito riassunte:

	<b>BOD</b>	<b>COD</b>	<b>N</b>	<b>P</b>
Fitodepurazione	80%	80%	50%	50%
Vasca prima pioggia	60%	60%	70%	60%

I rendimenti delle vasche di prima pioggia assunti presuppongono che il volume di prima pioggia raccolto venga inviato e depurato in impianti a fanghi attivi con nitrificazione e desfosfatazione. Nei sistemi di fitodepurazione si sono ipotizzati maggiori rendimenti per BOD e COD in quanto in tali sistemi non viene trattato solo un volume di prima pioggia che poi viene inviato all'impianto di depurazione 48 h successive, ma una portata continua (almeno corrispondente alla portata di prima pioggia, pari ad un evento di 5 mm in 15 minuti). Si sottolinea infatti che, differentemente da acque meteoriche di dilavamento, nel caso degli sfioratori di fognatura unitaria la portata nera è diluita agli scarichi non solo nei primi 5 mm, ma per tutto l'evento di pioggia

Nel complesso la situazione maggiormente critica dal punto di vista dei carichi appare, come era d'altronde lecito aspettarsi, quella dei due agglomerati con maggiore densità abitativa, Bologna e Imola. In riferimento alla qualità delle acque tali agglomerati gravano soprattutto sul Fiume Reno e sul Navile (Bologna) e sui Fiumi Sillaro e Santerno (Imola). Il Reno ed il Santerno prima di ricevere questi carichi durante il loro corso attraversano comunque diversi centri abitati con alte concentrazioni di scarichi di sfioratori, tanto che la qualità delle loro acque appare già compromessa ben prima dell'attraversamento di Bologna e Imola.

Nelle aree ad alta densità abitativa si sono previste prevalentemente vasche di prima pioggia per questioni di spazio; si sono comunque rilevate alcune aree utili alla realizzazione di trattamenti in loco tramite tecniche estensive di depurazione naturale. In particolare gli scolmatori localizzati nella zona di Via del Greto a Bologna potrebbero essere trattati sfruttando vaste aree localizzate in riva destra del

Reno, restituendo ad esso acque di buona qualità contribuendo a migliorarne il potere autodepurativo.

In tutti gli altri casi si sono invece previsti sistemi estensivi di fitodepurazione, aventi il duplice obiettivo di depurare tali scarichi, restituendo direttamente al recettore portate che altrimenti sarebbero inviate ai depuratori, e di laminare le portate di piena in occasione di eventi meteorici intensi dando un valido contributo in termini di riduzione del rischio idraulico.

Intervento necessario su tutti gli sfioratori della Provincia di Bologna		
	<b>N°</b>	<b>Costo (€)</b>
<b>SF depurati con fitodepurazione</b>	643	€ 43.920.000
<b>SF adeguati con vasca prima pioggia</b>	325	€ 83.451.000
<b>Totale</b>	968	<b>€127.371.000</b>

## ALLEGATO 4

### ANALISI SULL'EFFICACIA DELLE FASCE TAMPONE

#### 1.2 Misure per ridurre i carichi diffusi

##### 1.2.1 "Fasce tampone" nell'azienda agricola

###### 1.2.1.1 *Le fasce tampone boscate come strumento per la riduzione dei carichi diffusi*

Le **Fasce tampone sono** "fasce di vegetazione erbacea, arborea ed arbustiva, generalmente, ma non necessariamente poste lungo i corsi d'acqua del reticolo idrografico minore, in grado di agire come "filtri" per la riduzione di inquinanti che le attraversano. Sono oggi considerate a tutti gli effetti come una delle **misure più efficaci per la riduzione dell'inquinamento diffuso** (in particolare da Azoto).

#### **I meccanismi di funzionamento delle fasce tampone<sup>7</sup>**

Le Fasce Tampone (FT) sono fasce di vegetazione erbacea, arborea ed arbustiva, generalmente, ma non necessariamente poste lungo i corsi d'acqua del reticolo idrografico minore, in grado di agire come "filtri" per la riduzione di inquinanti che le attraversano, grazie a diversi processi:

- assimilazione, trasformazione e immagazzinamento dei nutrienti presenti nel terreno;
- ritenzione del sedimento e degli inquinanti ad esso adsorbiti;
- azione di sostegno all'attività metabolica dei microrganismi presenti nel suolo.

In generale le FTB sono in grado di svolgere la loro azione filtro su diverse tipologie di inquinanti:

---

<sup>7</sup> Si riportano in questo paragrafo alcune informazioni molto sintetiche relative ai meccanismi di funzionamento delle FT funzionali alla comprensione della metodologia di seguito proposta per l'individuazione delle aree prioritarie; per informazioni più dettagliata si rimanda all'ampia documentazione tecnica e scientifica disponibile in letteratura (vedere riferimenti bibliografici indicati nel testo).

## Azoto

Sono efficaci nel ridurre i carichi di azoto nelle acque (Groffman *et al.*, 1993, Haycock & Pinay, 1993, Hanson *et al.* 1994a,b, Gumiero *et al.* 2003) ed in particolare in quelle presenti nella falda superficiale ipodermica.

La funzione svolta dalle fasce tampone nei confronti dell'azoto è duplice:

- una certa quantità di azoto viene assorbito attraverso gli apparati radicali e immagazzinato nella biomassa della pianta (assimilazione);
- gli apparati radicali delle piante sostengono la comunità dei batteri denitrificanti che trasformano l'azoto nitrico in azoto gassoso attraverso il processo di denitrificazione. I fattori limitanti il processo di denitrificazione sono: presenza di condizioni di anaerobiosi (i batteri denitrificanti sono anaerobi facoltativi e necessitano quindi di suoli molto umidi negli strati superficiali), disponibilità di sostanza organica per le comunità batteriche (fornita dagli essudati radicali) e presenza di azoto nitrico.

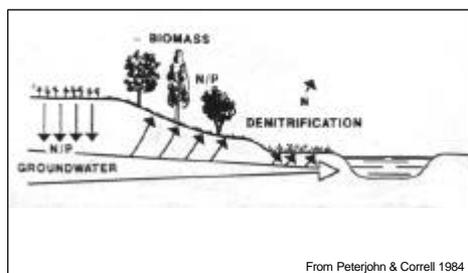


Figura 2: Rappresentazione schematica dei deflussi di azoto attraverso un'area riparia e dei meccanismi di rimozione (da Peterjohn & Correll, 1984)

Ai fini dell'individuazione delle aree idonee al loro utilizzo, dalla conoscenza dei meccanismi di funzionamento delle FT sopra sintetizzati si ricava che:

**“le aree a maggiore idoneità per l'utilizzo di FT per la rimozione dell'azoto sono quelle in cui permangono negli strati superficiali (1-2m) per periodi relativamente lunghi deflussi ipodermici di acque meteoriche o da falda veicolanti forme nitriche di azoto”.**

## Fosforo

La riduzione del fosforo nelle acque è legata alla capacità delle fasce tampone di trattenere i solidi sospesi, su cui “viaggiano”, adsorbiti, i sali di fosforo.

La ritenzione di P all'interno della fascia tampone è quindi il risultato di una combinazione di processi chimici, biologici e fisici:

- 1) sedimentazione e infiltrazione del particolato (PP) ricco di P: una folta vegetazione in un'area tampone aumenta la scabrosità idraulica, riducendo la

velocità dei flussi e quindi la capacità di trasporto dei sedimenti. La sedimentazione del particolato è il principale processo di rimozione del P sia nelle fasce tampone che nelle zone umide e stagni. Perché ci sia un'efficace rimozione del fosforo la sedimentazione deve interessare oltre le sabbie e i limi anche il particolato fine (argilla). Nelle fasce tampone, l'infiltrazione delle acque di ruscellamento facilita la sedimentazione e l'assimilazione, ma anche l'adsorbimento (vedi punto successivo).

- 2) adsorbimento del DP nel suolo: l'efficienza nella rimozione di DP delle fasce tampone dipende dall'equilibrio dinamico tra la componente del suolo con capacità adsorbenti (colloidi organici, humus e inorganici, argille) e DP. La reazione di adsorbimento da parte del suolo è inizialmente veloce e continua lentamente per molti giorni. La fase lenta è da attribuire alla diffusione del P all'interno del complesso adsorbente rendendo via via meno assimilabile il P. Di conseguenza, anche il tempo di contatto ha un'importanza significativa sul controllo delle perdite di DP (è ovvio che durante deflussi veloci su una stretta fascia tampone, la reazione di adsorbimento non ha abbastanza tempo per avvenire). L'affinità di adsorbimento delle superfici ossidate si riduce con l'aumento del P adsorbito<sup>8</sup>.
- 3) assimilazione del DP da parte della vegetazione: durante la stagione vegetativa il P è trattenuto dall'assimilazione delle piante e incorporato nella biomassa. La capacità di assimilazione varia a seconda delle specie vegetali. L'incorporazione di nutrienti in biomassa arborea sembra essere un importante serbatoio per il P.

Ai fini dell'individuazione delle aree idonee all'utilizzo di FT per la rimozione del Fosforo, dalla conoscenza dei meccanismi di funzionamento delle FT sopra sintetizzati si ricava che:

**“le aree a maggiore idoneità per l'utilizzo di FT per la rimozione del Fosforo sono quelle in cui si generano deflussi di ruscellamento superficiale (*runoff*) veicolanti solidi sospesi su cui viaggia adsorbito il fosforo”.**

#### **Trasporto solido**

---

<sup>8</sup> Si tenga comunque presente che, a differenza del PP, la ritenzione del DP nelle fasce tampone è molto meno efficace, ed in alcuni casi le perdite di DP possono addirittura aumentare nel tempo. Si perde capacità di abbattimento del P con il tempo poiché aumenta la saturazione del P nel suolo. Inoltre in alcuni periodi la concentrazione di DP potrebbe aumentare durante il trasporto attraverso la zona tampone, dovuto al rilascio di P della vegetazione in decomposizione.

Il trasporto solido è un importante fattore di impatto, in particolare su alcuni corsi d'acqua come quelli di risorgiva, caratterizzati da acque molto limpide. La capacità delle fasce tampone di ridurre l'erosione del suolo e di conseguenza il trasporto solido è stata verificata in diversi casi. Le esperienze e gli studi realizzati hanno però messo in luce che, per garantire un'efficacia in questo senso, sono necessarie particolari attenzioni nella progettazione e nella gestione.

### **Pesticidi**

Contribuiscono ad aumentare il tempo di permanenza delle acque prima che queste raggiungano il corpo idrico, le fasce tampone favoriscono il processo dei composti di sintesi, in particolare quelli fosfo-organici che si decompongono piuttosto rapidamente.

Ai fini dell'individuazione delle aree idonee all'utilizzo di FT per la riduzione del trasporto solido e dei pesticidi, viste le analogie nelle dinamiche di trasporto, valgono le stesse considerazioni fatte per il Fosforo (e quindi anche se in seguito non verrà riportato puntualmente, quando si parla di idoneità alla riduzione del fosforo si fa implicitamente riferimento anche a questa tipologia di inquinanti).

### **Le tipologie di fasce tampone**

Rimanendo nel campo delle fasce tampone per la riduzione degli inquinanti diffusi che dai suoli vengono veicolati ai corpi idrici<sup>9</sup> sulla base delle considerazioni riportate nel precedente paragrafo 0 è possibile proporre una distinzione delle fasce tampone basata sulla loro struttura (e da cui può dipendere la capacità o meno di trattare i diversi tipi di inquinanti).

Tale distinzione, anche se molto sommaria, risulta particolarmente utile perché fornisce un'idea immediata degli accorgimenti progettuali che vanno previsti sulla base della diversa idoneità all'utilizzo di FT delle aree della Provincia. Per dettagli progettuali sulle diverse tipologie vedere anche in successivo paragrafo.

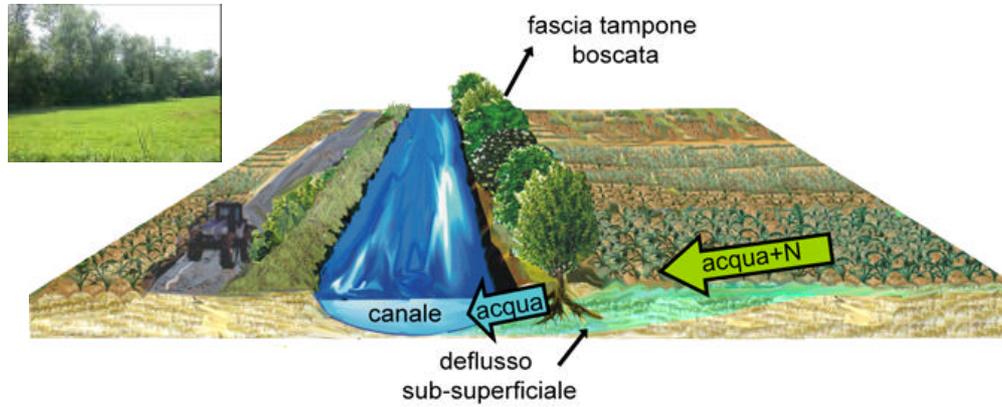
### **FT da deflusso sub-superficiale**

Nei casi in cui l'inquinante da intercettare sia quasi esclusivamente l'Azoto è necessario realizzare dei filari di FT arboreo/arbustive i cui apparati radicali intercettino i deflussi sub-superficiali delle acque; **questa tipologia è quindi da**

---

<sup>9</sup> L'impiego delle FT può essere esteso anche al trattamento di inquinanti già presenti nei corpi idrici superficiali (fasce tampone inverse) e al trattamento di scarichi puntuali (aree filtro forestali) di cui non ci si occupa in questa parte.

ritenersi la più idonea in aree in cui prevalgono questo tipo di deflussi e in cui ci siano carichi elevati di azoto.



**Figura 3:** Schema progettuale di una FT per il trattamento dei carichi di N veicolati tramite deflusso sub-superficiale

### FT da runoff

Per migliorare l'effetto di rimozione degli inquinanti trasportati per via superficiale (su cui le fasce tampone arboree sono scarsamente efficaci, in particolare per gli eventi meteorici intensi) è possibile prevedere delle strutture progettuali più complesse.

### FT da runoff con scolina di carico

Fra l'area coltivata ed i filari arborei/arbustivi si realizzano delle scoline di carico che intercettano i deflussi da runoff; si costituisce così di fatto un sistema integrato di fitodepurazione - fascia tampone: il canale di carico (che viene rapidamente colonizzato da vegetazione acquatica) svolge la funzione di sedimentazione (deposito e accumulo di solidi sospesi e fosforo) e fitodepurazione; l'acqua immagazzinata nel canale di carico filtra poi lentamente attraverso la fascia tampone (ora per via sub-superficiale, e quindi con trattamento anche dell'azoto nitrico) per raggiungere il corpo idrico (**Figura 4**).

Questa tipologia è quindi da ritenersi **la più idonea quando sia necessario non solo trattare la frazione di sostanze azotate che giunge al corpo idrico per via superficiale, ma anche per il controllo dei composti del fosforo, solidi sospesi e pesticidi veicolati tramite runoff.**

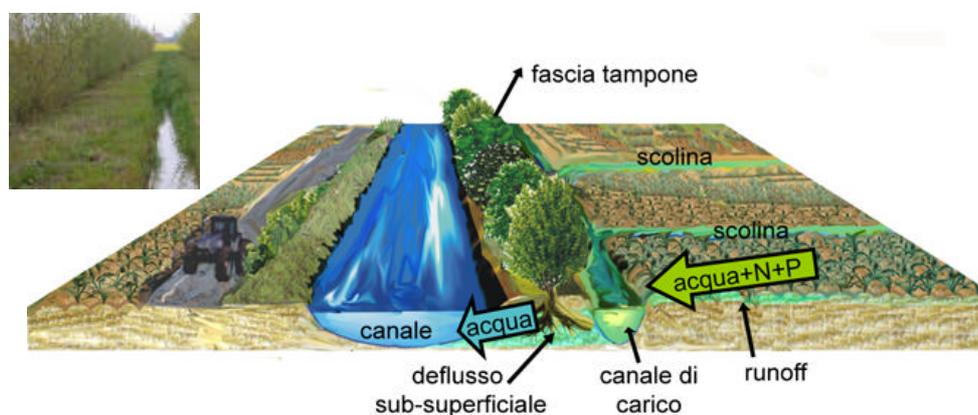


Figura 4: Schema progettuale di una FT con canale di carico (1) e con fascia erbacea (2) di una FT per il trattamento dei carichi di N e P veicolati tramite runoff

### FT da runoff con fascia erbacea

In alternativa alla soluzione "FT con scolina di carico" (che richiede un investimento maggiore e su cui sono ancora scarsi gli esempi applicativi) è possibile prevedere

una struttura “composita” costituita da una fascia erbacea e da una siepe arboreo-arbustiva mono o bifilare.

L’azione della fascia erbacea permette di intercettare e rallentare i deflussi, evitando che si formino “canali preferenziali”.

Questa tipologia è quindi da ritenersi **idonea quando sia necessario trattare sia carichi di azoto veicolati sia in parte composti del fosforo, solidi sospesi e pesticidi veicolati tramite runoff.**

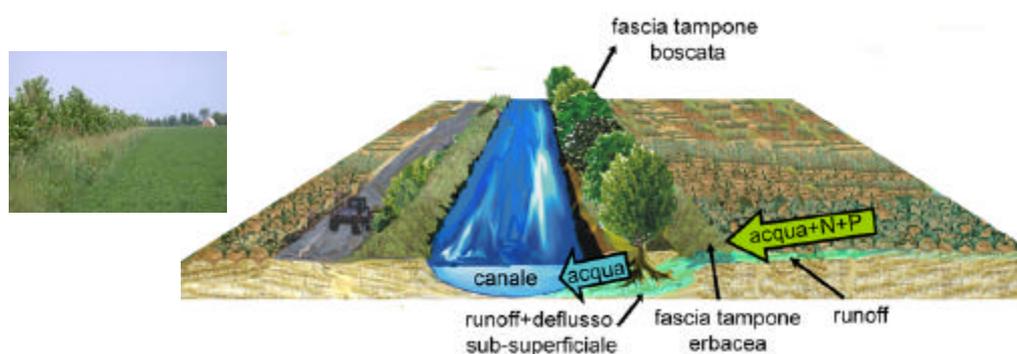


Figura 5: Schema progettuale di una FT con fascia erbacea per il trattamento dei carichi di P e N veicolati tramite runoff

### 1.2.1.2 Individuazione di aree idonee all'utilizzo di FT

Come già specificato nel “documento preliminare” le fasce tampone sono uno strumento efficace nella riduzione degli inquinanti solo se collocate correttamente in base alle caratteristiche idrologiche e pedologiche del sito: anche se l’impianto viene realizzato lungo un corso d’acqua ma nessun deflusso (superficiale o sub-superficiale, dall’area agricola al corso d’acqua o viceversa) attraversa lo strato di suolo che ospita gli apparati radicali, l’azione depurativa risulta pressoché nulla.

Da ciò si ricava da un lato che **non necessariamente questi sistemi devono essere collocati lungo i corsi d’acqua** e dall’altro **che non tutte le aree agricole sono idonee per il loro utilizzo** (come accade ad esempio per aree molto permeabili).

Ai fini di impostare correttamente l’attività di programmazione provinciale circa le misure da mettere in atto per aumentare la capacità autodepurativa del territorio ed in particolare “promuovere – con opportuni incentivi anche economici – la realizzazione di fasce tampone a livello dell’azienda agricola” (vedi documento preliminare) è indispensabile individuare quelle **aree in cui l’utilizzo delle fasce tampone possa garantire un’effettiva resa in termini di abbattimento degli inquinanti**. Il metodo da utilizzare per giungere all’individuazione delle aree idonee deve necessariamente partire dalla conoscenza dei meccanismi di funzionamento

dei sistemi tampone e basarsi su un'analisi del territorio incentrata su considerazioni di tipo idrologico, pedologico e di uso del suolo.

Appare altresì evidente che l'individuazione delle aree idonee attraverso un'analisi territoriale a scala vasta, se pure utile in termini pianificatori e di indicazioni generali non possa garantire l'efficacia degli interventi con FT che è conseguibile solo attraverso una corretta collocazione degli impianti durante la **fase di progettazione a scala aziendale**.

### La metodologia per l'individuazione delle aree prioritarie

Lo schema metodologico generale (valido per tutte le tipologie di FT) proposto per l'individuazione delle aree prioritarie per la messa a dimora di FT è rappresentato in Figura 6.

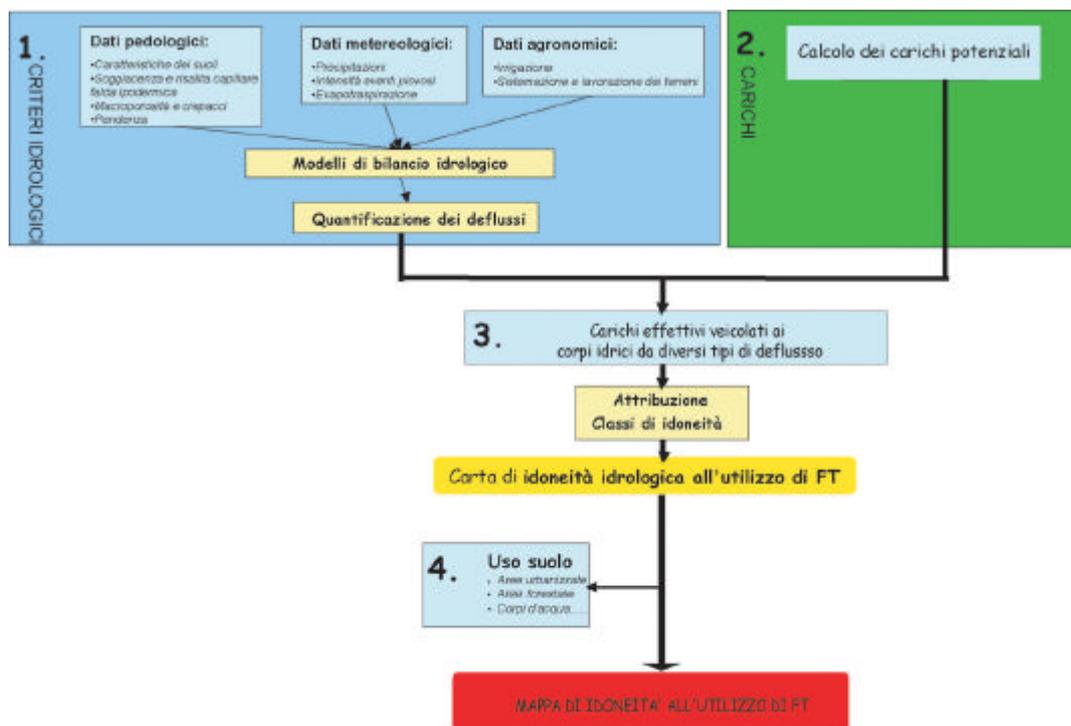


Figura 6: I passi chiave della metodologia per l'individuazione di aree prioritarie alla messa a dimora di FT

Si tratta in sostanza, per aree omogenee di:

1. **giungere ad una quantificazione dei deflussi idrologici** (scorrimento superficiale, sub-superficiale, infiltrazione) che vengono generati in ciascuna area considerata (sottobacino); i fattori che influenzano la formazione ed il tipo

di deflusso sono molteplici e dipendono dalle caratteristiche pedologiche (caratteristiche del suolo, soggiacenza e risalita capillare della falda ipodermica, pendenza, presenza di macroporosità o crepacci), da fattori di tipo meteorologico (precipitazioni medie, intensità degli eventi piovosi, evapotraspirazione) e da aspetti di tipo agronomico (sistemazione e lavorazione dei terreni, tipo di irrigazione...). Per poter quantificare i deflussi delle acque nei terreni, sia in termini assoluti, sia in termini di percentuali di ripartizione tra i vari tipi di deflusso (scorrimento superficiale, sub-superficiale, infiltrazione), sia in termini di velocità di deflusso, bisogna far ricorso all'utilizzo di modelli di bilancio idrologico; tali modelli, in breve, considerano tutti gli apporti idrici e le perdite di umidità che si verificano a livello del terreno e sulla base delle caratteristiche pedologiche e agronomiche forniscono una stima dei vari tipi di deflusso;

2. **quantificare i carichi potenziali dei diversi tipi di inquinanti in ciascun sottobacino:** la stima viene effettuata attraverso un bilancio agronomico che permette di quantificare la porzione di inquinanti residua (che non viene utilizzata dalle piante coltivate) che, in presenza di deflussi ideologici possa poi essere veicolata ai corpi idrici superficiali. Questa informazione risulta fondamentale per escludere dall'idoneità quelle aree in cui è presente poco carico inquinante e in cui l'utilizzo delle FT risulta pertanto inutile;
3. **quantificare i carichi effettivi veicolati ai corpi idrici da diversi tipi di deflusso:** sempre a livello modellistica è possibile stimare la quantità di carico effettivo veicolabile ai corpi idrici tramite diversi tipi di deflusso; questa è l'informazione chiave per poter determinare delle classi di idoneità all'uso di diversi tipi di FT (se ad esempio in un sottobacino un carico elevato è veicolato tramite elevati flussi di runoff superficiale significa che esso è idoneo all'utilizzo di FT con scolina di carico o con fascia erbacea);
4. **considerare ed eliminare le aree il cui uso del suolo non è compatibile con la realizzazione delle FT:** dalla mappa di idoneità che emerge dall'integrazione della mappa di idoneità idrologica con la mappa dei carichi è opportuno "filtrare" le aree il cui uso del suolo non sia compatibile con la realizzazione di FT (si pensi alle aree urbane, ai corpi d'acqua, alle aree già forestate ecc..).

Si giunge così a realizzare delle mappe di aree idonee all'utilizzo di FT specifiche per diversi tipi di inquinanti che possono successivamente venire "incrociate" con opportuni criteri al fine di realizzare mappe di idoneità complessive come quella calcolata per la provincia di Bologna di **Figura 10**.

### **Applicazione della metodologia nella Provincia di Bologna**

Per l'applicazione della metodologia si è partiti dai dati contenuti all'interno del PTA Regionale e forniti da ARPA ingegneria che per ciascun sottobacino ha calcolato il

Variante al PTCP in recepimento del Piano Regionale di tutela delle acque  
VALSAT/Rapporto ambientale di VAS

carico diffuso sversato ai corpi idrici superficiali attraverso una metodologia così riassumibile:

- calcolo del carico applicato sia antropico che naturale (N, P, BOD);
- calcolo della frazione di carico applicato che raggiunge i corpi idrici superficiali (determinata moltiplicando il carico applicato per un coefficiente di riduzione basato sulle caratteristiche pedologiche e meteorologiche delle diverse aree);
- applicazione di un coefficiente di “taratura” funzionale ad una corretta chiusura del bilancio di massa fra carico puntuale e diffuso nelle sezioni dei corpi idrici monitorate.

Dal database fornito è stata estratta la seguente Tabella 5 riepilogativa relativa ai sottobacini di pianura della provincia di Bologna.

Nome del sottobacino	COD.REF. Sottobacino	Gruppo Sottobacino	Superficie del sottobacino totale	Carichi totali di Azoto diffusi-veicolati ai corpi idrici superficiali per sottobacino	Carichi totali di Fosforo diffusi-veicolati ai corpi idrici superficiali per sottobacino
			km <sup>2</sup>	t/anno	t/anno
F. PANARO	012200000000A	Panaro collinare e pedecollinare	244,39	3	0
F. PANARO	012200000000B	Panaro bacini di pianura	181,02	7	1
F. PANARO	012200000000C		3,42	0	0
T. LEO	012201000000A	Panaro collinare e pedecollinare	172,86	15	2
COLL. A. ALTE (CAVAMENTO-FOSCAGLIA)	012217000000C	Panaro bacini di pianura	176,47	30	7
COLL. BOSCO - ZENA	012217000000D	Panaro bacini di pianura	61,17	2	0
EMISS. A. BASSE - CAVAMENTO PALATA	012219000000D	Panaro bacini di pianura	13,68	3	1
COLL. ACQUE BASSE	012219010000D	Panaro bacini di pianura	60,60	22	4
CAN. A.B. SINISTRA	012219020000D	Panaro bacini di pianura	63,15	32	7
CAN. DI CENTO	050500000000B	Panaro bacini di pianura	210,81	7	2
CANALETTA RIUNITA BENVIGNANTE	051302000000D	Bacini di bonifica a Nord del Reno	94,08	3	1
SC. BOLOGNESE	051303000000D	Bacini di bonifica a Nord del Reno	73,05	1	1
FOSSA CEMBALINA - SC. PRINCIPALE	051303010000D		125,08	0	0
F. RENO	060000000000A	Reno Casalecchio	146,66	13	2
F. RENO	060000000000B	Reno Casalecchio	176,27	48	6
F. RENO	060000000000C	Reno Casalecchio	187,19	70	4
F. RENO	060000000000D	Reno Pieve di Cento	149,32	46	12
F. RENO	060000000000E	Reno arginato e pensile	25,18	3	1
F. RENO	060000000000F		3,17	0	0
T. SILLA	060400000000B	Reno Casalecchio	64,69	34	4
T. LIMENTRA DI TREPPIO	060500000000A	Reno Casalecchio	77,00	6	1
T. LIMENTRA DI TREPPIO	060500000000B	Reno Casalecchio	66,70	16	2
T. SETTA	061000000000A	Setta Sasso Marconi ACOGER	116,51	13	2
T. SETTA	061000000000B	Setta Sasso Marconi ACOGER	129,51	37	3
T. BRASIMONE	061002000000C	Setta Sasso Marconi ACOGER	73,31	10	2
T. SAMOGGIA	061500000000A	Samoggia Calcare	94,94	19	3
T. SAMOGGIA	061500000000B	Samoggia Calcare	8,90	2	0
T. SAMOGGIA	061500000000C	Samoggia trasee pian Forcelli	30,33	16	3
T. GHIAIE	061503000000A	Samoggia Calcare	71,02	1	0
T. LAVINO	061506000000A	Samoggia trasee pian Forcelli	66,23	22	5
T. LAVINO	061506000000B	Samoggia trasee pian Forcelli	0,36	0	0
T. LAVINO	061506000000C	Samoggia trasee pian Forcelli	0,31	0	0
COLL. ACQUE BASSE	061506030000C	Samoggia trasee pian Forcelli	72,24	23	7
	061506040000C	Navile Malabergo	25,71	0	0
CAN. DIVERSIMO NAVILE SAVENA	061700000000E	Savena abbandonato Gandazzolo	65,92	23	6
SC. RIOLO - CAN. BOTTE	061900000000A	Bacini di bonifica tra Reno e Navile	170,85	61	8
SC. RIOLO - CAN. BOTTE	061900000000B	Bacini di bonifica tra Reno e Navile	42,59	16	2
CAN. ALLACCIANTE	061904000000E	Bacini di bonifica tra Reno e Idice	123,11	64	17
CAN. LORGANA	061906000000A	Bacini di bonifica tra Navile e Savena Abb.	88,67	31	7
CAN. LORGANA	061906000000B	Bacini di bonifica tra Reno e Idice	117,59	44	13
CAN. LORGANA	061906000000C	Bacini di bonifica tra Reno e Idice	93,62	33	9
T. IDICE	062000000000E	Idice Pratovalle S. Lazzaro	122,10	102	32
T. IDICE	062000000000C	Idice S. Antonio	34,39	20	5
T. IDICE	062000000000D	Idice S. Antonio	1,71	1	0
T. ZENA	062001000000C	Idice S. Antonio	67,32	40	3
T. SAVERNA	062002000000C	Savena Caselle Chiuse e braccio	154,61	59	6
T. SAVERNA	062002000000D	Idice S. Antonio	22,78	14	3
T. QUADERNA	062004000000C	Idice S. Antonio	162,53	125	37
T. SILLARO	062100000000A	Sillaro Casale S. Pietro	136,39	85	7
SC. MENATA - SUSSIDIARIO	062105000000E	Bacini di bonifica tra Sillaro e Santoro	113,73	43	12
F. SANTERNO	062200000000A	Santerno valle p.te Mordano	246,48	12	3
F. SANTERNO	062200000000B	Santerno valle p.te Mordano	107,60	35	1
F. SANTERNO	062200000000C	Santerno valle p.te Mordano	112,31	33	7
T. SENIO	062300000000A		64,78	0	0
T. SENIO	062300000000B	Seno bacini collinari	154,09	4	0
SC. ZANIOLO	070100000000A	Bacini di bonifica tra Sillaro e Santoro	146,87	36	9
<b>TOTALE SU PROVINCIA</b>				<b>1.594</b>	<b>302</b>

Tabella 5: Carichi veicolati ai corpi idrici nei sottobacini di pianura della Provincia di Bologna (da ARPA INGEGNERIA – Elaborazioni a supporto del PTA regionale)

A ben vedere le operazioni di calcolo effettuate per determinare il carico di diffuso sversato ai corpi idrici superficiali possono essere considerate come già il risultato aggregato dei primi 2 passi chiave della metodologia per la determinazione delle aree idonee alle FT esplicitati in Figura 6: di fatto, per come è stato impostato il calcolo (considerando sia criteri idrologici che relativi al carico), le aree con maggior carico sversato ai corpi idrici risultano essere anche quelle più idonee all'uso di FT (fenomeni di ruscellamento ipodermico e superficiale di acqua con elevati carichi veicolati di N e P prevalgono su fenomeni di infiltrazione o di ruscellamento con acque a carico ridotto).

Per coerenza con la metodologia è però opportuno escludere le aree non idonee all'uso di FT per uso del suolo non compatibile (aree urbane, aree a bosco..).

Infine, per una corretta quantificazione dei carichi trattabili con FT è utile attribuire i carichi diffusi di origine antropica alle sole aree ad uso agricolo.

Coerentemente con la metodologia a ciascun sottobacino è stata attribuita una classe di idoneità (Tabella 6 e Tabella 7) all'utilizzo di FT<sup>10</sup> sulla base della quantità di nutrienti<sup>11</sup> veicolati con diverse tipologie di deflusso e più precisamente:

<b>CLASSI DI IDONEITA' ALL'UTILIZZO DI FT PER TRATTARE IL CARICO DI AZOTO</b>			
<i>Classe</i>	<i>Giudizio sintetico</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Limiti classe<sup>12</sup> (Azoto Kg/ha/anno)</i>
<b>1</b>	<b>Idoneità elevata</b>	Elevate quantità di azoto nitrico veicolato tramite deflussi ipodermici e/o superficiali ai corpi idrici superficiali.	valori > 6
<b>2</b>	<b>Idoneità media</b>	Quantità non elevate di azoto nitrico veicolato tramite deflussi ipodermici e/o superficiali ai corpi idrici superficiali.	valori compresi fra: >5 e <6
<b>3</b>	<b>Idoneità bassa</b>	Non sono presenti o sono presenti quantità minime di azoto nitrico veicolato tramite deflussi ipodermici e/o superficiali ai corpi idrici superficiali.	valori<5

Tabella 6: Definizione e descrizione delle classi di idoneità idrologica all'uso di FT per il controllo dei carichi azotati trasportati tramite deflusso sub-superficiale

<sup>10</sup> Si noti che le modalità di conduzione del calcolo seguite non permettono di discriminare tra il trasporto di inquinanti veicolati tramite deflussi ipodermici o sub-superficiali e il trasporto tramite runoff; a livello pianificatorio le aree risultano pertanto idonee a tipologie di FT con fascia erbacea o scolina di carico (vedi paragrafo 0) anche se poi a scala progettuale è possibile dettagliare meglio la scelta.

<sup>12</sup> I limiti delle classi sono stati definiti attraverso un ragionamento basato sul confronto fra la percentuale relativa del carico trattabile e la percentuale di aree agricole da destinare all'uso di FT da cui è emerso che nella somma delle aree con carico superiore ai 6kg/ha/anno si concentra il 55% del carico diffuso sversato totale pur occupando una superficie pari solo al 26% della superficie agricola totale, mentre nel caso delle aree con carico per ettaro/anno compreso fra 5 e 6 kg si concentra il 65% del carico diffuso sversato totale pur occupando una superficie pari solo al 41% della superficie agricola totale.

CLASSI DI IDONEITA' ALL'UTILIZZO DI FT PER TRATTARE IL CARICO DI FOSFORO			
Classe	Giudizio sintetico	Descrizione	Limiti classe <sup>13</sup> (Fosforo Kg/ha/anno)
1	<b>Idoneità Elevata</b>	Elevate quantità di fosforo veicolato tramite deflussi superficiali ai corpi idrici superficiali.	valori > 1,25
2	<b>Idoneità Media</b>	Quantità non elevate di azoto nitrico veicolato tramite deflussi ipodermici e/o superficiali ai corpi idrici superficiali.	valori compresi fra: >1 e <1,25
3	<b>Idoneità bassa</b>	Non sono presenti o sono presenti quantità minime di azoto nitrico veicolato tramite deflussi ipodermici e/o superficiali ai corpi idrici superficiali.	valori <1

Tabella 7: Definizione e descrizione delle classi di idoneità idrologica all'uso di FT per il controllo dei carichi trasportati tramite runoff

Le 2 mappe di idoneità (distinte rispetto al trattamento di Azoto o di Fosforo) che si ottengono traducendo su cartografia le precedenti suddivisioni in classi di idoneità vengono "integrate" fra loro (per ottenere una mappa finale più funzionale agli scopi pianificatori) secondo la seguente matrice di aggregazione:

		FOSFORO		
		Alto	Medio	Basso
AZOTO	alto	Alta	Alta	Media
	medio	Alta	Media	Bassa
	basso	Media	Bassa	Non idonea

Figura 7: Matrice di aggregazione fra aree di idoneità all'uso di "Ft per N" e aree di idoneità all'uso di "Ft per P"

### Quadro di sintesi della potenzialità di utilizzo delle FT nella provincia di Bologna

L'applicazione della precedente metodologia ha prodotto la mappa di idoneità all'utilizzo delle diverse tipologie di FT così come riportato nella Figura 9.

Le figure 7 ed 8 mostrano rispettivamente l'idoneità del territorio all'impianto delle fasce tampone per il trattamento dei carichi diffusi di azoto e fosforo.

<sup>13</sup> I limiti delle classi sono stati definiti attraverso un ragionamento basato sul confronto fra la percentuale relativa del carico trattabile e la percentuale di aree agricole da destinare all'uso di FT da cui è emerso che nella somma delle aree con carico superiore a 1,25kg/ha/anno si concentra il 61% del carico diffuso sversato totale pur occupando una superficie pari solo al 36% della superficie agricola totale, mentre nel caso delle aree con carico per ettaro/anno compreso fra 1 e 61,25 kg si concentra il 78% del carico diffuso sversato totale pur occupando una superficie pari solo al 60% della superficie agricola totale.

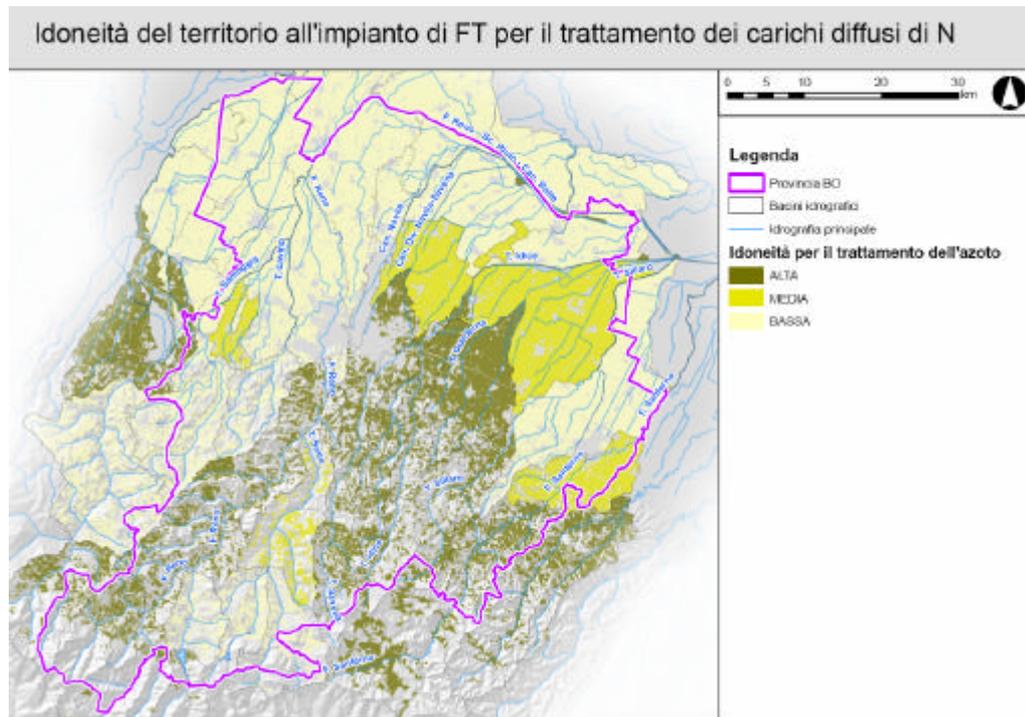


Figura 8: Mappa di idoneità all'uso di FT per l'intercettazione dei carichi di N derivante dalla metodologia sopra descritta

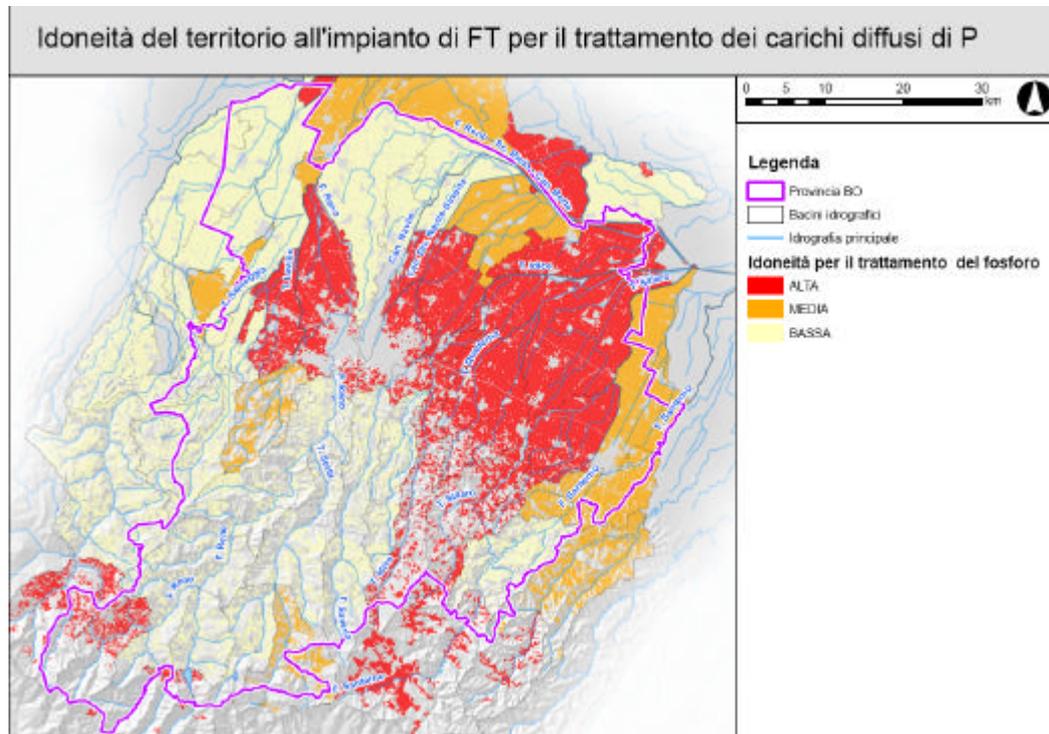


Figura 9: Mappa di idoneità all'uso di FT per l'intercettazione dei carichi di P derivante dall'applicazione della metodologia sopra descritta

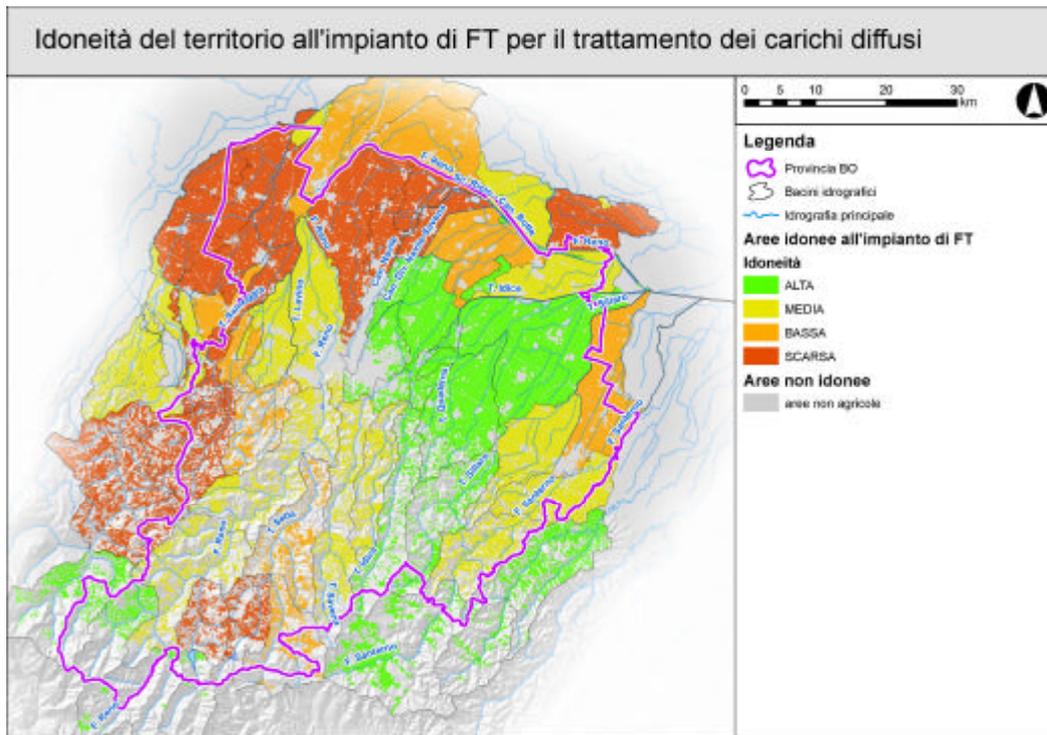


Figura 10: Mappa complessiva di idoneità all'uso di FT per l'intercettazione dei diffusi derivante dall'applicazione della metodologia sopra descritta

Riepiloghiamo nella seguente **Tabella 8** alcuni dati utili emersi dall'elaborazione sopra descritta:

<b>DATI DI SINTESI SULL'IDONEITA' DEL TERRITORIO PROVINCIALE ALL'USO DI FASCE TAMPONE</b>	
<b>SUPERFICI IDONEE</b>	
<b>superficie idonea a FT (ha)</b>	156532
superficie ad alta idoneità	62219
superficie ad media idoneità	63690
superficie a bassa idoneità	30623
<b>% aree idonee a FT sul totale delle aree agricole</b>	72%
% superficie ad alta idoneità	29%
% superficie ad media idoneità	29%
% superficie a bassa idoneità	14%
<b>AZOTO</b>	
<b>carichi N veicolati nelle aree idonee (t/anno)</b>	1064
carichi N veicolati nelle aree ad ALTA idoneità (t/anno)	637
carichi N veicolati nelle aree a ALTA + MEDIA idoneità (t/anno)	997
<b>% carichi N veicolati nelle aree idonee sul Totale di carichi diffusi veicolati</b>	71%
% carichi N veicolati nelle aree ad ALTA idoneità	42%
% carichi N veicolati nelle aree a ALTA + MEDIA idoneità	66%
<b>FOSFORO</b>	
<b>carichi P veicolati nelle aree idonee (t/anno)</b>	302
carichi P veicolati nelle aree ad ALTA idoneità (t/anno)	148
carichi P veicolati nelle aree a ALTA + MEDIA idoneità (t/anno)	227
<b>% carichi P veicolati nelle aree idonee sul Totale di carichi diffusi veicolati</b>	81%
% carichi P veicolati nelle aree ad ALTA idoneità	49%
% carichi P veicolati nelle aree a ALTA + MEDIA idoneità	75%

Tabella 8: Quadro di sintesi dei risultati emersi dall'analisi sull'idoneità del territorio provinciale alla realizzazione di FT

### **1.2.1.3 Considerazioni preliminari sulle capacità di rimozione delle FT**

Una previsione accurata delle potenzialità di rimozione degli inquinanti diffusi nella Provincia di Bologna esula dagli scopi del presente incarico (può essere effettuata solo con un'adeguata applicazione modellistica). Ciononostante, vale la pena fare alcune considerazioni riguardanti le potenzialità di tali sistemi, al fine di valutare, in termini assolutamente preliminari e di larga massima, alcune alternative di intervento.

Per determinare gli effetti di tale azione in termini di rimozione degli inquinanti bisogna in sostanza considerare 2 diversi aspetti:

- a) che porzione dei deflussi (e quindi del carico) che veicolano gli inquinanti verso i corpi idrici viene effettivamente "intercettata" dalla FT? In altre parole, quanto inquinante entra effettivamente nel sistema filtro?
- b) rispetto al carico effettivamente veicolato attraverso la FT che porzione viene rimossa? Qual è in sostanza la resa depurativa del sistema filtro nei confronti dei diversi inquinanti immessi?

Il primo tipo di problema va affrontato ragionando sulla possibile dislocazione della FT rispetto alle caratteristiche agronomiche delle aree interessate; il secondo, collegato ai tipi di processi che si verificano sui suoli, si basa principalmente su evidenze sperimentali.

- a) In base a quelle che sono le caratteristiche del territorio di pianura della Provincia di Bologna (dedotte dai sopralluoghi, dall'analisi delle foto aeree e dalla bibliografia), caratterizzato da sistemazioni idraulico-agrarie che prevedono appezzamenti rettangolari di grande ampiezza, sovente superiori all'ettaro, si è stimata come realistica e ottimale una densità potenziale delle fasce tampone nell'ordine dei 50 ml/ha.



Figura 11. Tipico esempio di tessitura del territorio agricolo di pianura in Provincia di Bologna: appare evidente la presenza di campi rettangolari di ampia superficie, intercalati con elevata frequenza (interasse 30-40 ml) da scoline di drenaggio.

Questa densità deriva dalla scelta di prevedere le fasce tampone solo lungo le sponde delle canalizzazioni principali, escludendo a priori la possibilità di realizzarle lungo le scoline; questo in considerazione della temporaneità delle scoline e della loro elevata densità per ettaro (l'interasse non supera generalmente i 50m) che comporterebbe una eccessiva occupazione di SAU.

La presenza delle scoline che versano direttamente nel reticolo di bonifica, lungo le quali si concentra la maggior parte del run-off superficiale e sub-superficiale, renderebbe quasi inutile la presenza di una fascia tampone semplice lungo il canale verso il quale il campo drena, in quanto per la maggior parte non verrebbe interessata dai flussi di nutrienti. Per questo motivo, sono state ipotizzate due tipologie di intervento:

1. una fascia tampone semplice da utilizzarsi nei casi in cui non siano presenti le scoline (vedi in seguito scheda tipologica n. 1);
2. una fascia tampone con "canale di carico" entro il quale versano le scoline, nei casi in cui queste siano presenti (vedi in seguito scheda tipologica n. 2).

Nel territorio collinare si prevede la sola realizzazione di fasce tampone semplici: la SAU del territorio collinare è caratterizzata all'80% dalla presenza di colture seminative e il restante da colture arboree; i seminativi si sviluppano su interi

versanti, con lunghezze dei campi misurate sulla linea di massima pendenza che possono anche essere di qualche centinaio di metri. Una buona pratica agricola richiederebbe di avere appezzamenti con minore sviluppo, per favorire l'infiltrazione delle acque meteoriche e prevenire l'erosione del suolo.

In questo contesto le fasce tampone non vanno tanto realizzate lungo il reticolo di drenaggio (che per lo più è naturale e già vegetato, quant'anche con formazioni di scarsa qualità e funzionalità), quanto lungo le curve di livello ad interrompere l'estensione di appezzamenti eccessivamente lunghi. La densità ottimale va definita in funzione della pendenza del versante e della tipologia di suolo, in termini generali però, è lecito ipotizzare una densità media di 80 ml/ha.

Sulla base delle considerazioni soprariportate è possibile avanzare delle ipotesi sulla quota di deflussi effettivamente intercettabile nelle diverse situazioni (vedi colonna "capacità di intercettazione nella seguente **Tabella 9**).

descrizione	sviluppo	capacità intercettazione	efficacia rimozione della quota di carico intercettata (che attraversa la fascia)	
			N	P
	m/ha			
BONIFICA fascia monofilare semplice	50	80%	80%	30%
BONIFICA fascia monofilare con scolina di carico	50	60%	80%	90%
BONIFICA 60% scolina di carico + 40% semplice	50	68%	80%	66%
COLLINA fascia monofilare semplice	80	90%	60%	30%

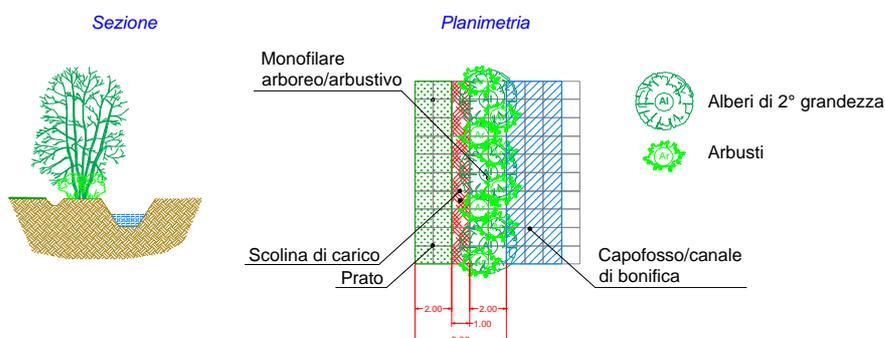
Tabella 9: Percentuali di intercettazione e di efficacia di rimozione previste per le diverse tipologie territoriali

b) Per quanto riguarda l'azoto, sulla base delle esperienze riportate in letteratura, i valori di rimozione (in termini percentuali rispetto al carico effettivamente veicolato attraverso la FT) sono generalmente elevati (superiori al 70%) (Haycock, 1997; Pinay, 1992; Burt, 1997; Gumiero, 2003).

Per quanto riguarda la rimozione del fosforo, tutta la letteratura internazionale fornisce esclusivamente valori in percentuale di rimozione del carico in ingresso: i valori più frequenti oscillano tra il 30 e il 70%, con punte superiori al 90% (solo nei casi di scoline di carico che funzionino da trappole dei sedimenti). Tali informazioni sono state considerate per i calcoli dell'efficacia di rimozione (**Tabella 9**).

## Schede tipo per tipologia

### Scheda 1. FASCIA TAMPONE CON CANALE DI CARICO



**Definizione:** Fascia Tampone monofilare arboreo- arbustiva con canale di carico.

**Ambito di applicazione:** Zone di pianura e collinari.

**Obiettivi:** Rimozione dei nutrienti come funzione primaria, ma anche consolidamento e sostegno delle rive e produzione di legna da ardere.

**Descrizione dell'intervento:** realizzazione di un monofilare arboreo/arbustivo composto da una fila singola di alberi autoctoni di 2° grandezza da governare a ceppaia, intervallati sulla fila da un doppio filare sfalsato di arbusti autoctoni. Sul lato di campagna deve essere realizzato una canaletta di carico di dimensioni variabili a seconda delle condizioni degli appezzamenti.

**Vantaggi e svantaggi:** La fascia così realizzata manifesta una grande capacità di intercettare le sostanze azotate e ed i composti del fosforo.

**Modalità costruttive:** Il filare arboreo viene realizzato con la piantagione di una pianta ogni 4 metri lineari, gli arbusti vengono piantati negli interassi degli esemplari arborei in ragione di 1 al metro su di una doppi fila sfalsata di 50 cm.

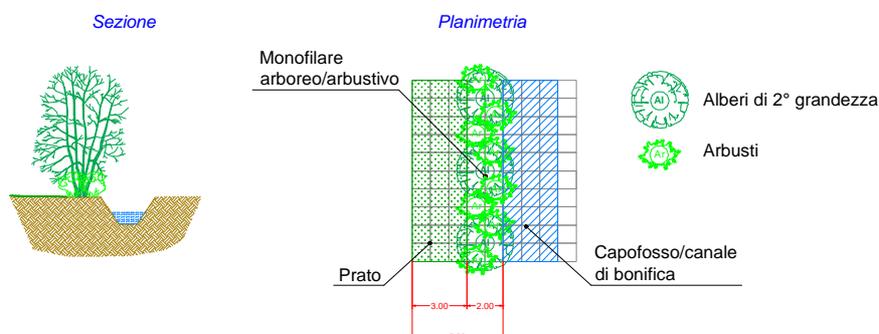
**Dimensioni tipo:** a fine turno può arrivare ad avere un ingombro laterale della parte epigea di circa 5/6 metri

**Materiali:** piantine forestali di essenze autoctone coltivate con pane di terra, sostegni e protezioni individuali, telo o disco pacciamante in materiale naturale.

**Aspetti manutentivi:** Taglio sia della parte arborea che di quella arbustiva ogni 6/7 anni

**Stima economica dell'intervento:** Euro 15,50 al metro lineare

## Scheda 2. FASCIA TAMPONE SEMPLICE



**Definizione:** Fascia Tampone monofilare arboreo- arbustiva.

**Ambito di applicazione:** Zone collinari.

**Obiettivi:** Rimozione dei nutrienti come funzione primaria, ma anche consolidamento e sostegno delle rive e produzione di legna da ardere.

**Descrizione dell'intervento:** realizzazione di un monofilare arboreo/arbustivo composto da una fila singola di alberi autoctoni di 2° grandezza da governare a ceppaia, intervallati sulla fila da un doppio filare sfalsato di arbusti autoctoni.

**Vantaggi e svantaggi:** La fascia così realizzata manifesta una grande capacità di intercettare le sostanze azotate e ed i composti del fosforo.

**Modalità costruttive:** Il filare arboreo viene realizzato con la piantagione di una pianta ogni 4 metri lineari, gli arbusti vengono piantati negli interassi degli esemplari arborei in ragione di 1 al metro su di una doppi fila sfalsata di 50 cm.

**Dimensioni tipo:** a fine turno può arrivare ad avere un ingombro laterale della parte epigea di circa 5/6 metri

**Materiali:** piantine forestali di essenze autoctone coltivate con pane di terra, sostegni e protezioni individuali, telo o disco pacciamante in materiale naturale.

**Aspetti manutentivi:** Taglio sia della parte arborea che di quella arbustiva ogni 6/7 anni

**Stima economica dell'intervento:** Euro 12,00 al metro lineare

#### **1.2.1.4 Definizione di possibili alternative**

La definizione di diverse alternative di intervento si è basata su due livelli di ragionamento:

- da un lato si ipotizza l'interessamento di aree diverse in base al grado di idoneità (ad idoneità alta, ad idoneità alta+media e infine ad idoneità alta+media+bassa escludendo in tutte le combinazioni quelle non idonee) rispondendo ad esigenze pianificatorie quali: che effetti potrei ottenere se mettessi le FT nelle sole aree ad alta idoneità? Od alta e media? ...
- dall'altro è stato considerato che lo sviluppo lineare complessivo derivante dall'applicazione alle aree agricole di volta in volta prese in considerazione delle densità indicate sopra, siano un massimo teorico non raggiungibile: in quanto nella progettazione esecutiva dell'intervento a livello di singola azienda possono emergere vari ordini di problemi che non rendano possibile la creazione di tutte le FT teoricamente ipotizzabili.

Si ipotizzano pertanto due livelli di "penetrazione" della misura una all'80% e l'altra al 40%.

La combinazione delle due classi di alternative indicate origina 6 alternative da valutare.

In considerazione degli elevati costi necessari alla realizzazione di questa misura (vedere più sotto), è stato deciso di introdurre ulteriori 2 alternative, che possono essere considerate l'intervento minimale di realizzazione di FT sul territorio provinciale: solo sulla aree a maggiore idoneità del territorio di pianura.

Riassumendo tutte le alternative valutate sono le seguenti:

<b>Alt 1:</b> su aree ad alta idoneità con penetrazione all'80%
<b>Alt 2:</b> su aree ad alta+media idoneità con penetrazione all'80%
<b>Alt 3:</b> su aree ad alta+media+bassa idoneità con penetrazione all'80%
<b>Alt 4:</b> su aree ad alta idoneità con penetrazione all'40%
<b>Alt 5:</b> su aree ad alta+media idoneità con penetrazione all'40%
<b>Alt 6:</b> su aree ad alta+media+bassa idoneità con penetrazione all'40%
<b>Alt 7:</b> su aree ad alta idoneità del solo territorio di pianura con penetrazione all'80%
<b>Alt 8:</b> su aree ad alta idoneità del solo territorio di pianura con penetrazione all'40%

Effetti sulla riduzione del carico delle diverse alternative

Le stime degli effetti delle diverse alternative sulla riduzione del carico sono sintetizzate nella seguente **Tabella 10**.

MISURA FASCE TAMPONE PER LA RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO DIFFUSO: TABELLA DI SINTESI PER LA PROVINCIA DI BOLOGNA							
CODICE ALTERNATIVA	DESCRIZIONE ALTERNATIVA	SVILUPPO FT	RIMOZIONE N	RIMOZIONE P	% RIMOZIONE N SUL TOTALE	% RIMOZIONE P SUL TOTALE	COSTO
		km	t/y	t/y			M€
ALT: A 80%	80% di fasce realizzate nelle sole aree ad alta idoneità	3.109	276	41	11.27%	8.79%	40.37
ALT: A+M 80%	80% di fasce realizzate nelle aree ad alta + media idoneità	6.636	432	62	17.64%	13.37%	84.61
ALT: A+M+B 80%	80% di fasce realizzate in tutte le aree idonee	8.130	461	69	18.83%	14.83%	104.17
ALT: A 40%	40% di fasce realizzate nelle sole aree ad alta idoneità	1.555	138	20	5.64%	4.39%	20.18
ALT: A+M 40%	40% di fasce realizzate nelle aree ad alta + media idoneità	3.318	216	31	8.82%	6.68%	42.31
ALT: A+M+B 40%	40% di fasce realizzate in tutte le aree idonee	4.065	231	34	9.42%	7.41%	52.09
ALT: A 80% SOLO PIANURA	80% di fasce realizzate nelle aree ad alta idoneità solo in pianura	1.454	95	22	3.88%	4.76%	20.51
ALT: A 40% SOLO PIANURA	40% di fasce realizzate nelle aree ad alta idoneità solo in pianura	727	48	11	1.94%	2.38%	10.25

Tabella 10

### Considerazioni preliminari sui costi

Per ciascuna tipologia di fascia tampone, in base alle caratteristiche realizzative (densità d'impianto, composizione floristica e presenza di canale di carico) è stato stimato un costo al metro lineare:

1. fascia tampone semplice, euro 12 al metro lineare;
2. fascia tampone con canale di carico, euro 15,50 al metro lineare.

che ha determinato una stima complessiva del costo di ciascuna alternativa come indicato in Tabella 10.

Pur non essendo al momento attivate forme dirette di aiuto economico, possiamo individuare in alcune misure del PSR (Piano di Sviluppo Rurale) e del PRIP (Piano Rurale Integrato Provinciale) dei finanziamenti riferibili alla realizzazione di Fasce tampone e dell'abbattimento del carico diffuso.

In particolare diverse azioni sull'Asse 2 – Miglioramento dell'Ambiente e dello Spazio Rurale – prevedono azioni volte, in maniera diretta od indiretta, alla riduzione dei carichi diffusi, come ad esempio le azioni 1 (Produzione integrata), 2 (Produzione biologica), 3 (Copertura vegetale per contenere il trasferimento di inquinanti dal suolo alle acque), 8 (Regime sodivo e praticoltura), 10 (Ritiro dei seminativi dalla produzione per scopi ambientali) laddove prevedono limitazioni all'utilizzo dei concimi e dei fitofarmaci.

In maniera più diretta può applicarsi l'azione 9 (Conservazione di spazi naturali, semi naturali, e del paesaggio agrario), limitatamente al sostegno dato per il mantenimento di piantate (filari di alberi maritati con la vite), di alberature in filare, di siepi e/o boschetti e di fasce di rispetto vegetate su stagni, laghetti e risorgive. In questi casi vengono previsti finanziamenti differenziati tra pianura e collina, come riportato nella seguente tabella:

	<b>1° Quinquennio</b>	<b>2° Quinquennio</b>
Pianura	0,2 Euro/mq	0,1 Euro/mq
Collina	0,1 Euro/mq	0,05 Euro/mq

## BIBLIOGRAFIA

- Azienda Regionale Foreste, 1990. Speciale siepi. Le foreste 5–6/90.
- Azienda Regionale Foreste, 1996. Fasce Tampone – Il ruolo delle bande boscate ripariali nel contenimento dell'eutrofizzazione delle acque superficiali. Ed. Regione Veneto, Mestre VE.
- ANPA (2002). Linee guida per la ricostruzione di aree umide per il trattamento di acque superficiali. Manuali e linee guida 9/2002. - Dipartimento Prevenzione e Risanamento Ambientale
- Bayley, P.B. (1995) Understanding large river-floodplain ecosystems". *BioScience* 45(3) 154.
- Bernardoni A., Casale F. (a cura di), 2000. Atti del Conv. "Zone umide d'acqua dolce – Tecniche e strategie di gestione della vegetazione palustre". *Quad. Ris. Natu. Paludi di Ostiglia* 1.
- Borin M., (1998) "Agricoltura ed inquinamento delle acque: metodi di studio e indicazioni della ricerca", *Genio Rurale* 12 39-48.
- Burt T.P. (1997) "The Hydrological role of floodplain within the drainage basin system.", in Haycock, N.E., T.P. Burt, K.W.T. Goulding & G. Pinay (Eds.) *Buffer Zones: Their Processes and Potential in Water Protection*, Quest Environmental, Harpenden.
- Carpenter S.R., Caraco N.E., Correll D.L., Howarth R.W., Sharpley A.N., Smith V.H. (1998) "Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen". *Ecol.*
- Centro vivaistico e per le attività fuori foresta, 1999. Guida tecnica all'uso delle piante prodotte. Ed. Veneto Agricoltura, Legnaro PD.
- CIA Abruzzo – Servizio di Assistenza Tecnica e Divulgazione Agricola, 1996. Guida all'arboricoltura da legno in Abruzzo. Ed. Cogecstre, Penne PE.
- CNR 2001 "Progetto DRAIN: Determinazione degli apporti inquinanti dal bacino scolante alla laguna di Venezia. Atti del Project Workshop, 14-15 Giugno 2001; Venezia
- Coops H., Geilen N., 1996. *Helophytes, on the characteristics and applications in water and shore management*. Ed. Geilen – Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment RIZA, the Netherlands.
- Correale Santacroce F., 1997. La progettazione delle siepi campestri. *Sherwood* 20 / 31-37.
- Correll D.L. (1997) "Buffer zones and water quality protection: general principles", in Haycock, N.E., T.P. Burt, K.W.T. Goulding & G. Pinay (Eds.) *Buffer Zones: Their Processes and Potential in Water Protection*, Quest Environmental, Harpenden.
- Castelle A.J., Johnson A.W., Conolly C., (1994) "Wetland and stream buffer size requirements a review", *J. Environ. Qual.* 23 878-882.
- Denver J.M. (1991) "Groundwater-sampling network to study agrochemical effects on water quality in the unconfined aquifer" in *Groundwater Residue Sampling Design*, Amer. Chem. Soc. Symp. N. 465.

- Dillaha T.A., Inamdar S.P. (1997) " Buffer Zones as Sediment Traps or Sources" in Haycock, N.E., T.P. Burt, K.W.T. Goulding & G. Pinay (Eds.) *Buffer Zones: Their Processes and Potential in Water Protection*, Quest Environmental, Harpenden.
- Dorman, M.E., Hartigan, J., Steg, R.F., and Quasebarth, T.F., (1996). *Retention, Detention and Overland Flow for Pollutant Removal from Highway Stormwater Runoff, Volume I: Research Report*, Federal Highway Administration Report FHWA-RD-96-095.
- Fogel R. and Hunt G. (1983) Contribution of mycorrhizae and soil fungi to nutrient cycling in a douglas – fir ecosystem. *Can. J. For. Res.*, 12, 219 – 232.
- Fustec E., Mariotti A., Grillo X., Sajus Y., (1991) "Nitrate removal by denitrification in alluvial groundwater: role of a former channel". *J. of Hydrology* 123 337-354.
- Greenland and Hayes (eds) (1981) *Chemistry in Soil Processes*, Wiley, N.Y.
- Gumiero B., Maiolini B., Peruch U., Salmoiraghi G. (1997) "Studio degli aspetti funzionali degli ecotoni ripari del fiume Po: risultati preliminari del progetto ERMAS II." *S.It.E.*, Atti, 1997 18 175-178.
- Gumiero B., Cornelio P., Boz B., 2003 - "Efficacia delle fasce Tampone forestali. Monitoraggio e sperimentazione presso Az. Ag. Diana nell'ambito del progetto Ue – Nicolas. Atti del convegno, la Fitodepurazione: applicazione e prospettive. Ed. ARPAT – pp. 385-391
- Groffman P.M., Axelrod E.A., Lemunyon J.L., Sullivan W.M., (1991) "Denitrification in grass and forest vegetated filter strips". *J. Environ. Qual.* 20 671-674.
- Groffman P.M., D.R. Zak, S. Christensen, A. Mosier & J.M. Tiedje, (1993). Early spring nitrogen dynamics in a temperate forest landscape. *Ecology* 75: 1579-1585.
- Hanson G.C., Groffman P.M. and Gold A.J. (1994a) Denitrification in riparian wetlands receiving high and low groundwater nitrate inputs. *J. Environ. Qual.* 23, 917 – 922.
- Hanson G.C., Groffman P.M., Gold A.J. (1994b) Symptoms of nitrogen saturation in a riparian forest. *Ecol. Appl.*, 4, 750 – 756.
- Harris G.L. Forster A. (1997) "Pesticide contamination of surface water: the potential role of buffer zones". In Haycock, N., Burt T.P., Goulding, Pinay G., (Eds.) 1997
- Haycock N.E. and Burt T.P. (1993) The sensitivity of rivers to nitrate leaching : the effectiveness of near – stream leand as a nutrient retention zone. In Thomas D.S.G. and Allison R.J. (eds) "Landscape sensitivity", Wiley, London pp 261 – 272.
- Haycock, N., Burt T.P., Goulding, Pinay G., (Eds.) (1997) *Buffer Zones: Their Processes and Potential in Water Protection*, Quest Environmental, Environmental Agency, Harpenden.
- Haycock N.E., Pinay G., Walzer C. (1993) "Nitrogen retention in river corridors European perspective.", *Ambio* 22 340-346.
- Haycock. N.E., G. Pinay (1993) "Groundwater nitrate dynamics in grass and poplar vegetated riparian buffer strips during the winter", *J. Environ. Qual.* 22 273-278.
- Hoffman, D.W. (1995). Use of contour grass and wheat filter strips to reduce runoff losses of herbicides. *Proc. Austin Water Quality Meeting*, Texas A & M Univ., Temple, TX.
- Lee K.H., Isenhardt T.M., Schultz R.C., Mickelson S.K., (1999) "Nutrient and sediment removal by switchgrass and cool-season grass filter strips in Central Iowa, USA". *Agrofor. System.* 44(2/3) 121-132. Lee et al. 1989
- Lowrance R.C. (1992) "Groundwater nitrate and denitrification in a Coastal Plain riparian forest", *J. Environ. Qual.* 21 401-405.

- Lowrance R.C., Velledis G., Hubbard R.K. (1995) "Denitrification in a restored riparian forest wetland." *J. Environ. Qual.* 24 805-815. Lowrance et al. (1995)
- Lowrance R., Altier L.S., Williams R.G., Inamdar S.P., Bosch D.D., Sheridan J.M., Thomas D.L. (1998) "The riparian Ecosystem Management Model (REMM): Simulator for ecological processes in buffer systems. In: Proceeding of the First Federal Interagency Hydrologic Modeling Conference, Las Vegas, N.V.
- Mezzalana G., 1999. Guida illustrata alla coltivazione delle siepi. Vita in Campagna – supplemento al n. 10.
- Mulholland P.J. (1992) "Regulation of nutrient concentrations in a temperate forest stream: roles of upland, riparian, and instream processes", *Limnol. Oceanogr.* 37(7) 1512-1526.
- Naiman R., Decamps H., Pastor J., Johnson C.A. (1988) "The potential importance of boundaries to fluvial ecosystems.", *Journal of the North American Benthological Society* 7 289-306.
- National Rivers Authority UK, 1994. Understanding Riverbank Erosion. Ed. National Rivers Authority, NRA UK.
- Neill G.J., Gordon A.M., (1994) "The nitrogen filtering capability of Carolina Poplar in an artificial riparian zone", *J. Environ. Qual.* 23 1218-1223.
- Nelson W.M., Gold A.J., Groffman P.M. (1995) "Spatial and temporal variation in groundwater nitrate removal in a riparian forest", *J. Environ. Qual.* 24 691-699.
- Newbold C., Honnor J., Buckley K., 1989. Nature conservation and management of drainage channels. Ed. Nature Conservancy Council. Association of Drainage Authorities, UK.
- Nilsson C., Berggren K. (2000) "Alterations of Riparian Ecosystems Caused by River Regulation", *BioScience* 50 (9) 783-792.
- Osborne L.L., Kovacic D.A. (1993) "Riparian vegetated buffer strip in water quality restoration and stream management", *Freshwater Biology* 29 243-258.
- Petts G.E. (1990): "Ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones." in Naiman R.J. & Decamps H. (Eds.) *The Ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones*, The Parthenon Publishing Group, Paris, pp. 227-257.
- Pinay G., Black V.J., Planty-Tabacchi A.M., Gumiero B., Decamps H. (2000) "Geomorphic control of denitrification in large river floodplain soils", *Biogeochemistry* 50 163-182.
- Pinay G., Fabre A., Vervier Ph., Gazelle F. (1992) "Control of C, N, P in soils of the riparian forests", *Landscape Ecology* 6 121-132.
- Riddell-Black D., Alker G., Mainstone C.P., Smith S.R., Butler D. (1997) "Economically Viable Buffer Zones -The case for Short Rotation Forest Plantations", in *Buffer Zones: Their Processes and Potential in Water Protection*, Quest Environmental, Harpenden.
- Stayer K.W. e Brinsfield R.B., (1991): "Monitoring agrochemical transport into shallow unconfined aquifer". In Nash, R.G. e A.R. Leslie (Eds.), *Groundwater Residue Sampling Design*, Amer. Chem. Soc. Symp. Series 465, Wash. D.C., pp. 264-278.
- Troeh F.R. and Thomson L.M. (1993) *Soils and soil fertility*, 5th edition, Oxford University Press, N.Y.
- USEPA. 1976. Erosion and sediment control, surface mining in the eastern U.S. Volume I. EPA 625/3-76-006. USEPA, Washington, DC.

- Uusi-Kamppa J., Turtula E., Hartikainen H, Ylaranta T (1997). The interaction of buffer zones and phosphorus runoff. In Haycock, N., Burt T.P., Goulding, Pinay G., (Eds.) 1997
- Veneto Agricoltura (2002) "Fasce Tampone Boscate in ambiente agricolo"
- Vought L.B., Dahl J., Pedersen C.L., Lacoursiere J.O., (1994) "Nutrient retention in riparian ecotones", *Ambio* 23(6) 342-346.
- U.W.R.R.C. (Urban Water Resources Research Council), URS GREINER WOODWARD CLYDE, 1999. National Stormwater Best Management Practices (BMP) Database. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington DC.
- Ward J.V., Tockner K., Uehlinger U., Malard F. (2001) Understanding natural patterns and processes in river corridors as the basis for effective river restoration. *Regulated Rivers: Research and Management.* 17 311-323.
- Williams R.D., Nicks A.D., Krider J.N. (1990) "Evaluation of vegetative filter strips as management practice for non-point source pollution." *Environmental Engineering Proceedings* pp:779-806. Williams et al. 1990.