



LIFE 08 ENV/IT/000406

Azione 8.2 – Linee Guida interventi Canali di Bonifica

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA FINALE

Marzo 2013



Geologo Giancarlo Bovina

INDICE

1.	INQUADRAMENTO GENERALE E FINALITA' DELLE LINEE GUIDA	pag. 4
1.1	Premessa	pag. 4
1.2	Finalità e organizzazione del lavoro	pag. 7
1.2.1	<i>Percorso metodologico-operativo</i>	pag. 9
2.	CARATTERIZZAZIONE IDRAULICO-AMBIENTALE DEI BACINI	pag. 12
2.1	Inquadramento	pag. 12
2.2	Aspetti idraulico – strutturali	pag. 12
2.3	Aspetti agronomici e agronomico-forestali	pag. 23
2.3.1	<i>Caratteri fitoclimatici dei bacini della Pianura Pontina</i>	pag. 24
2.3.1.1	<i>Lineamenti vegetazionali generali e degli ambiti ripariali</i>	pag. 27
2.3.2	<i>Analisi delle attività agricole e zootecniche prevalenti e caratterizzanti: aspetti metodologici</i>	pag. 29
2.3.2.1.	<i>L'uso del suolo prevalente in relazione ai bacini idrografici indagati</i>	pag. 30
2.3.3	<i>Valutazione dei carichi trofici per tipologia di uso del suolo</i>	pag. 39
2.3.3.1	<i>Analisi dei carichi</i>	pag. 41
3.	CRITERI TECNICO OPERATIVI PER LA GESTIONE E LA MANUTENZIONE DEL RETICOLO IDROGRAFICO DI COMPETENZA DEL CONSORZIO DI BONIFICA DELL'AGRO PONTINO Riferimento PA/PRA Misura 2.3 (Realizzazione di fasce tampone e sistemi di fitodepurazione applicati alla rete idrologica principale)	pag. 42
3.1	Depurazione naturale e fitodepurazione: generalità e applicazione nell'ambito della piana pontina	pag. 42
3.2	Linee guida per interventi strutturali	pag. 48
3.2.1	<i>Interventi per l'incremento della funzionalità ecologica dei corsi d'acqua mediante sistemazioni morfologiche</i>	pag. 49
3.2.2	<i>Interventi per la fitodepurazione attraverso fasce tampone e altri ecosistemi filtro di carattere lineare</i>	pag. 56
3.2.2.1	<i>Fasce tampone</i>	pag. 56
3.2.2.2	<i>Fasce tampone inverse</i>	pag. 66
3.2.2.3	<i>Canalette golenali</i>	pag. 67
3.2.2.4	<i>Creazione di formazioni vegetali ripariali flottanti</i>	pag. 69
3.2.2.4.1	<i>Impianti vegetali in aree ripariali</i>	pag. 72
3.2.2.4.2	<i>Le fasce frangivento di Eucalyptus come fasce tampone</i>	pag. 72
3.2.3	<i>Interventi per la fitodepurazione attraverso ecosistemi filtro areali (stagni e ambienti palustri)</i>	pag. 74
3.2.3.1	<i>Casse di espansione</i>	pag. 75
3.2.3.2	<i>Esondazione controllata nelle aree agricole</i>	pag. 76
3.2.4	Ingegneria Naturalistica per gli interventi di protezione e riqualificazione dei corsi d'acqua consortili	pag. 81
3.3	Linee guida per interventi di manutenzione e gestione del reticolo di bonifica (Azione 2.3 PA/PRA)	pag. 86
3.3.1	<i>Attuali criteri di manutenzione dei corsi d'acqua operata dal CBAP</i>	pag. 86
3.3.2	Indirizzi generali della manutenzione ecologica	pag. 96
3.3.2.1	<i>Canale di corrente sinuoso</i>	pag. 98

3.3.2.2	<i>Gestione della vegetazione in alveo e su sponda</i>	pag. 98
3.3.3	Innovazione tecnologica per la manutenzione gentile	pag. 101
3.3.3.1	Mezzi ed attrezzature innovative per la raccolta delle biomasse derivanti dalla manutenzione dei canali	pag. 102
3.3.4	Gestione delle biomasse vegetali	pag. 109
3.3.5	Gestione ecologico-funzionale dei livelli idrici dei canali	pag. 112
4.	SCHEDA TECNICO-OPERATIVE PER INTERVENTI A FAVORE DELLA FITODEPURAZIONE ALL'INTERNO DELLE AZIENDE AGRICOLE <i>Riferimento PA/PRA: Misure 2.2 2.3 2.4.1</i>	pag. 116

1. INQUADRAMENTO GENERALE E FINALITA' DELLE LINEE GUIDA

1.1 Premessa

La presente relazione costituisce il rendiconto delle attività di redazione delle **Linee Guida per interventi sui canali di bonifica** - Azione 8.2 del PROGETTO LIFE+ REWETLAND - *Widespread introduction of constructed wetlands for a wastewater treatment of Agro Pontino*, compresa nel set di azioni n. 8 “Programma di riqualificazione ambientale attraverso sistemi di fitodepurazione diffusa”, di cui all’incarico del 2 marzo 2012 (Convenzione 2304/32149 tra Consorzio di Bonifica Agro Pontino e Studio Associato Geosphera).

Per la redazione di questo documento vengono utilizzati, ottimizzandoli allo scopo del lavoro, anche gli esiti e le informazioni derivanti dalle esperienze di studio, progettazione e confronto condotte in parallelo dallo scrivente relativamente al set di azioni n. 5 (Studi di fattibilità per i progetti pilota) e n. 9 (Concertazione e partecipazione per la definizione del Programma di Riqualificazione Ambientale: meeting e workshop di presentazione del progetto, per analisi per la definizione degli obiettivi degli scenari e la definizione del programma di riqualificazione) di “REWETLAND”.

La stesura delle LLGG ha quindi seguito gli sviluppi dell’intero percorso di REWETLAND ed ha affiancato la progressiva formulazione del PA /PRA.

Sotto l’aspetto più strettamente tecnico, i contenuti e gli indirizzi qui esposti fanno inoltre riferimento ai contributi derivanti dall’avvio delle Attività 1 (indagini idraulico - strutturali relative agli aspetti caratteristici del reticolo idrografico del CBAP - a cura dell’**Ing. Danilo Sebastiano di Senso**) e Attività 2 (indagini agronomiche e agronomico forestali sulle caratteristiche delle aziende agricole e zootecniche comprese nell’area di competenza del CBAP – a cura del **Dott. forestale Andrea Bosco**), coordinate nell’ambito del presente incarico.

Il Progetto REWETLAND, finanziato dalla Commissione Europea nell’ambito del programma LIFE+ 2008, costituisce nelle sue articolazioni, un programma di riqualificazione delle acque della Pianura Pontina, attraverso lo sviluppo di interventi coordinati e diffusi per il recupero di processi naturali o seminaturali di autodepurazione delle acque nel cui ambito possono essere inquadrate le differenti tecniche di fitodepurazione. Le caratteristiche idrologiche (naturali e artificiali) della Piana Pontina, la presenza di fonti di inquinamento concentrate e diffuse (centri urbani e forte sviluppo delle attività agricole intensive ed estensive) ed il conseguente stato di degrado complessivo, fanno della piana, interamente compresa nell’ambito di competenza del Consorzio di Bonifica dell’Agro Pontino (CBAP), un’area privilegiata per il ricorso alle tecniche naturali la cui funzionalità è largamente sperimentata e verificata. Grazie al vasto campo d’azione di tali tecniche

la sperimentazione nell'ambito pontino risulta particolarmente funzionale, potendo ricorrere a soluzioni quali impianti di fitodepurazione s.s. (trattamento di scarichi reflui mediante vasca a scorrimento superficiale o sub superficiale orizzontale o verticale), fasce tampone vegetate (intercettazione dei carichi trofici diffusi di origine agricola), ricostruzione di ecosistemi acquatici con funzione filtro o di "lagunaggio" oltre che naturalistica, sino ad interventi di rinaturazione, naturazione e/o manutenzione ecologica di corsi d'acqua, artificiali o artificializzati: manutenzione o gestione naturalistica comunque utile ad un efficiente recupero della capacità autodepurante delle acque lotiche.

L'organizzazione del progetto REWETLAND è finalizzata alla redazione di un Programma di Riqualificazione Ambientale (PRA) basato sull'applicazione diffusa e coerente delle tecniche di depurazione naturale e fitodepurazione nell'areale del Consorzio di Bonifica dell'Agro Pontino (CBAP). Il PRA si concretizzerà attraverso la redazione, l'attuazione ed il monitoraggio di un piano d'azione di interventi organici, mirati alla riqualificazione delle acque, basati su set di linee guida e schede progetto tarati sulla complessità del reticolo idrologico e del mosaico ambientale della Pianura Pontina.

Per la compromissione dello stato di qualità delle acque, la complessità del sistema e dei processi ambientali e, ancor più, per l'articolazione delle competenze territoriali e le conseguenti visioni settoriali esso andrà a costituire il riferimento programmatico e tecnico per le differenti attività, azioni ed interventi che gli enti coinvolti nella gestione dell'acqua saranno tenuti a condurre nell'immediato futuro nella direzione di un indifferibile riequilibrio dell'uso e protezione delle (e dalle) acque.

Nella figura 1 è rappresentato lo schema di relazioni tra il PRA e le **Linee Guida (LG)** che i diversi partner del progetto - Provincia di Latina, Parco Nazionale del Circeo, Consorzio di Bonifica dell'Agro Pontino e Comune di Latina - sono chiamati a redigere, nella necessità di affrontare, in termini gestionali e operativi, le differenti priorità che gli Enti devono affrontare nel complesso "governo del sistema acque".

Così, mentre il Parco Nazionale del Circeo si occupa della redazione di **Linee Guida** per interventi ad alto valore naturalistico (idonei a favorire il ripristino di processi naturali e che prevedano misure specifiche per la tutela della biodiversità animale e vegetale, il Comune di Latina è impegnato su **Linee Guida** per la realizzazione di interventi di fitodepurazione in ambito urbano, particolarmente orientati anche alla fruizione da parte dei cittadini (es. parco fluviale).

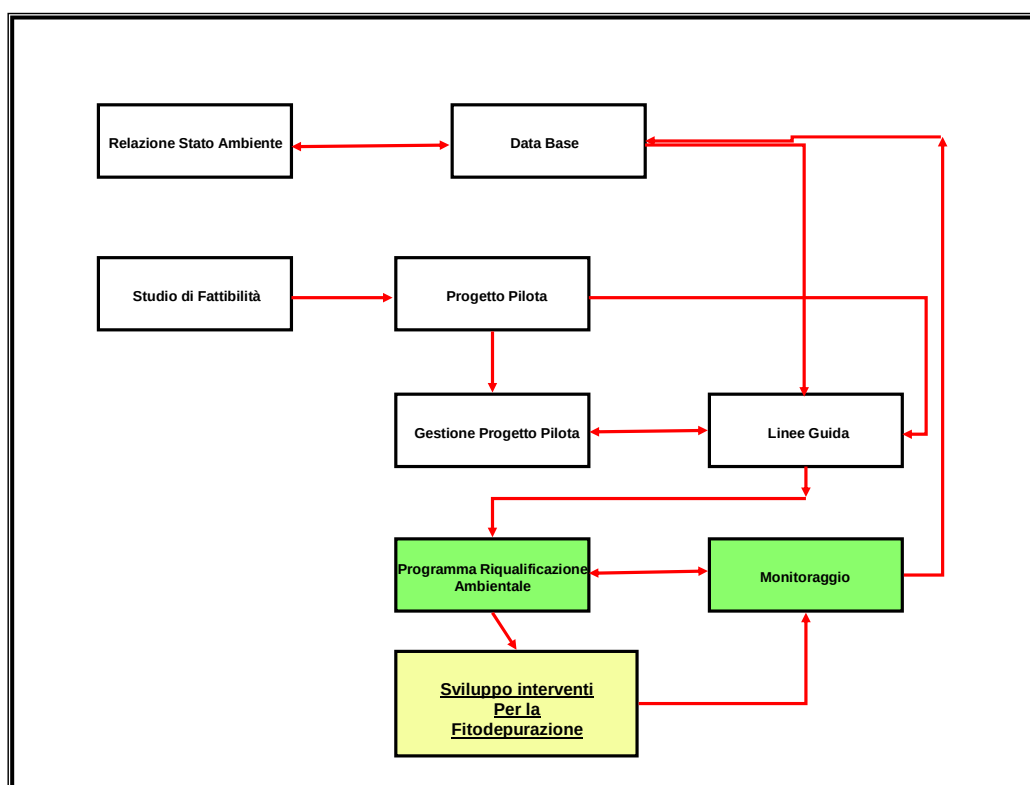


Figura 1

Il Consorzio di Bonifica dell'Agro Pontino, con competenze ancor più estese e complesse (drenaggio delle acque di bonifica e gestione delle reti irrigue), diffuse su un territorio di oltre 170.000 ettari, di cui circa 90.000 Ha in pianura, ha il compito di redigere **Linee Guida**, armonizzate e funzionali rispetto alle precedenti, per interventi di differente livello: dalla “manutenzione gentile” alla “naturazione” dei corsi d’acqua. Per questo motivo lo strumento di indirizzo del CBAP deve basarsi su analisi specifiche dello stato idraulico strutturale e dell’uso agricolo, attraverso le quali i differenti interventi e azioni vengono identificati per tipologia, in funzione delle specificità dell’ambito di intervento e degli obiettivi effettivamente raggiungibili:

- ✓ introduzione di sinuosità nell'andamento della corrente,
- ✓ taglio selettivo e/o integrazione della vegetazione in alveo e spondale,
- ✓ articolazione delle fasce tampone,
- ✓ tecniche e strumenti per la manutenzione,
- ✓ tecniche di ingegneria naturalistica.

Il lavoro riguarda anche l’ottimizzazione dell’**interazione acqua - suolo** per sfruttare al meglio, a fronte della molteplicità degli inquinanti (batteri, sostanze trofiche, metalli e composti vari, organici e inorganici) e dei loro meccanismi di diffusione, anche il potere autodepurante del terreno naturale.

In riferimento al Piano d'Azione del Programma di riqualificazione Ambientale, il cui obiettivo generale è il **miglioramento della qualità delle acque superficiali dell'Agro Pontino**, l'asse di riferimento delle Linee Guida per interventi sui canali di bonifica è **ASSE 2 – Riduzione dei carichi inquinanti di origine agricola e zootecnica** attraverso un insieme coordinato di misure riguardanti:

- 2.1 Promozione di buone pratiche e metodi di gestione agricola e zootecnica sostenibile
- 2.2 Promozione di interventi di fitodepurazione nella rete idrografica minore e nelle aziende agricole
- 2.3 Promozione di interventi di fitodepurazione, gestione e mantenimento della capacità di autodepurazione del reticolo idrografico principale.
- 2.4 Promozione di comportamenti più attenti alla tutela delle acque da parte del settore agricolo.

1.2 Finalità e organizzazione del lavoro

Le **Linee Guida** sono finalizzate al controllo dell'inquinamento diffuso e miglioramento della qualità delle acque superficiali mediante l'utilizzo di tecniche e pratiche favorevoli ai processi di depurazione naturale e conseguentemente alla fitodepurazione. Come accennato, esse devono comunque porsi in relazione alle problematiche ambientali e pericolosità **geologico – ambientale** della Pianura Pontina, aspetti che ne condizionano sensibilmente uso e potenzialità di sviluppo, specie a fronte degli effetti del mutamento climatico:

- esondabilità e rischio idraulico
- contaminazione delle risorse idriche superficiali e profonde
- consumo di suolo (impermeabilizzazione e perdita di funzionalità delle coperture pedologiche)
- sovrasfruttamento degli acquiferi
- subsidenza
- erosione costiera e ingressione marina
- rischio di innalzamento del livello del mare
- intrusione salina.

Le Linee Guida devono quindi possedere caratteri "multiobiettivo" poiché, oltre al fine prioritario della riqualificazione delle acque, devono anche garantire:

- sicurezza idraulica
- conservazione della disponibilità della risorsa idrica
- controllo dell'erosione e protezione della funzionalità dei suoli

- sostenibilità economica
- sicurezza alimentare
- miglioramento e valorizzazione delle attività agricole e dei prodotti
- conservazione e miglioramento del paesaggio e dei beni culturali
- conservazione delle funzioni di rete ecologica e della biodiversità
- supporto alle attività ricreative, fruizionali e didattiche.

A fronte della complessità dello stato ambientale e delle tendenze evolutive accennate, e delle relazioni con i fattori socio-economici, le Linee Guida si articolano in più contenuti:

- interventi di carattere essenzialmente strutturale, quali naturazione e rimodellamento delle sezioni, creazione di ambienti umidi, formazione di fasce tampone arboreo-arbustive, ecc.
- interventi di manutenzione e gestione della vegetazione d'alveo e ripariale e della funzionalità idraulica ed ecologica.

I primi, di maggior impegno, riguardano prevalentemente la rete idrografica principale e i corpi idrici di competenza del Consorzio di bonifica: **linee guida per interventi strutturali**.

I secondi, oltre al reticolo principale, sono indirizzati al reticolo secondario e fanno anche da riferimento per gli interventi gestionali della fitta trama di fossi e scoline di pertinenza privata: **linee guida per interventi di manutenzione e gestione**.

Linee guida per interventi strutturali - Sulla base dell'approfondimento degli aspetti caratteristici del bacino idrografico della Pianura Pontina vengono individuate tipologie di intervento di carattere prevalentemente morfologico (rimodellamenti d'alveo, ampliamenti di sezioni, creazione di fasce tampone, impiego di tecniche dell'ingegneria naturalistica per la naturazione, ecc.).

Queste linee di indirizzo costituiscono la struttura portante della **misura 2.3** del PA/PRA.

Linee guida per interventi di manutenzione e gestione del reticolo di bonifica – In funzione delle caratteristiche strutturali ed idrauliche del reticolo vengono individuati protocolli tecnico operativi per la manutenzione naturalistica dei canali (es. taglio selettivo e/o integrazione della vegetazione in alveo e spondale, gestione idraulica sostenibile, ecc).

Sono anch'esse a sostegno diretto della misura 2.3, ma favorendo un ormai irrinunciabile cambiamento di rotta nella gestione delle acque superficiali utilizzate dal settore agricolo (che condiziona qualità e disponibilità della risorsa ed allo stesso tempo ne richieda la protezione), sono anche legate alle misure 2.1 (promozione di buone pratiche agricole), 2.2 (promozione della fitodepurazione nel reticolo minore) e 2.4 (promozione di comportamenti più attenti alla tutela delle acque in agricoltura).

Schede per agricoltori - Con analogo orientamento vengono predisposte schede di intervento per gli agricoltori (cfr. punto D) che prendono in considerazione le caratteristiche delle aziende agricole

e le possibilità di intervento nelle diverse situazioni (tipi di colture, qualità dei reflui, ecc) finalizzate alla attivazione dei processi di depurazione naturale diffusa attraverso la manutenzione ecologica del reticolo idrografico minore (fossi e scoline). Nel loro insieme, gli interventi per agricoltori individuati dalle schede vanno a sostegno delle misure 2.2, 2.1 e 2.3. del PA/PRA.

Gli indirizzi tecnico operativi sopra citati rappresentano il frutto delle analisi strutturali citate (idrauliche e agronomiche) ma, soprattutto, della fase di profondo confronto con i diversi portatori di interesse in campo agricolo e zootecnico.

1.2.1 Percorso metodologico-operativo

Per il percorso metodologico-operativo adottato, le **Linee Guida** per interventi sui canali di bonifica sono descritte in protocolli tecnico-operativi articolati nei seguenti contenuti.

A. Caratterizzazione idraulico-ambientale dei macro bacini del Consorzio di bonifica dell'Agro Pontino.

Per ciascun macrobacino vengono affrontati i seguenti argomenti:

- ✓ caratterizzazione dell'assetto idraulico
- ✓ caratterizzazione agronomica e agronomico-forestale
- ✓ valutazione estimativa dei carichi trofici derivanti dalle attività agricole e zootecniche

B. Criteri tecnico operativi per la gestione e la manutenzione del reticolo idrografico del Consorzio

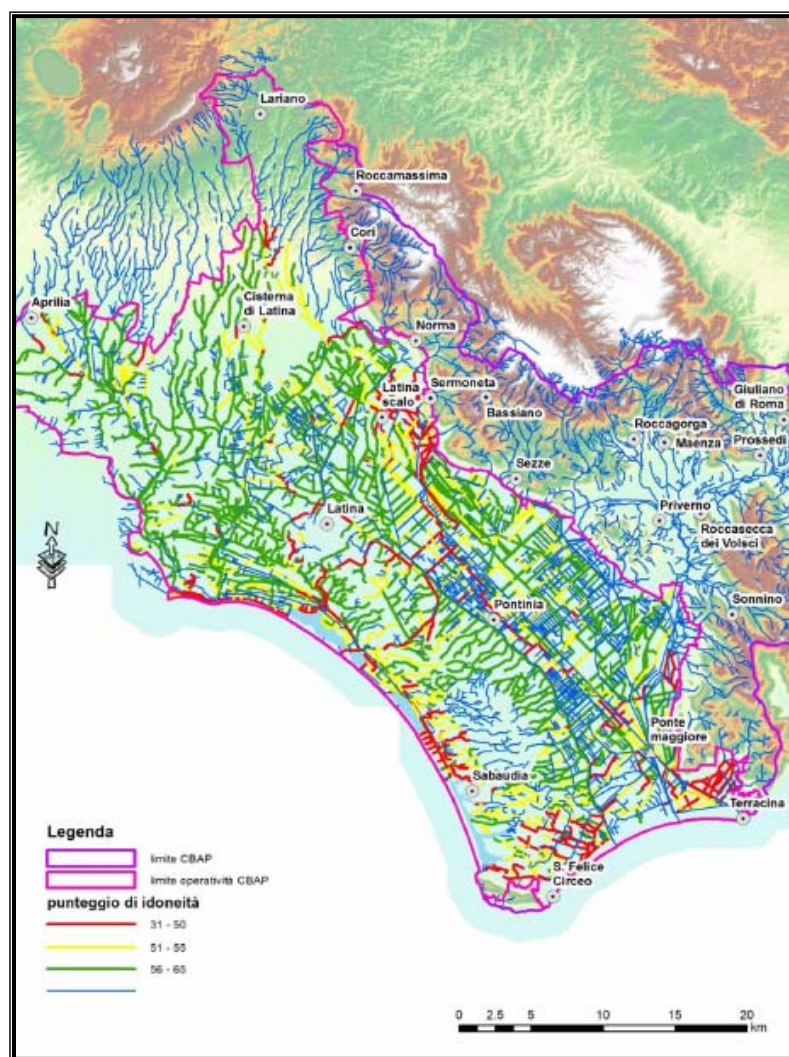
B.1 - Linee guida per interventi strutturali. Individuazione di tipologie di intervento (prevalentemente di sistemazione morfologico-topografica), finalizzate alla riqualificazione fluviale e miglioramento ambientale dei corsi d'acqua. E' prevista l'individuazione o la predisposizione di schede per interventi multiobiettivo (idraulico-ecologici), da realizzare sui corsi d'acqua e sulle pertinenze consortili. In prima istanza tali interventi (di carattere strutturale) prendono in considerazione: rimodellamenti d'alveo, ampliamenti di sezioni, creazione di fasce tampone, letti di canne su argini, vasche di espansione, aree di esondazione controllata.

B.2 - Linee guida per interventi di manutenzione e gestione del reticolo di bonifica

Individuazione di protocolli tecnico operativi per la manutenzione multiobiettivo dei canali (es. taglio selettivo e/o integrazione della vegetazione in alveo e spondale, gestione idraulica ecologico-funzionale, ecc).

C. Pianificazione degli interventi di riqualificazione delle acque superficiali mediante “fitodepurazione”

In relazione alla fattibilità ed alla significatività potenziale degli interventi, per ciascun bacino verranno indicate, e localizzate di massima, tecniche e metodologie gestionali utili agli obiettivi di miglioramento qualitativo e di corretta gestione della risorsa idrica superficiale. Sono previste liste di controllo per l'individuazione degli ambiti di bonifica (preferenzialmente per bacino) su cui applicare le linee guida. Con le liste di controllo, definite in base alle attività di caratterizzazione idraulico-ambientale e attraverso opportune verifiche di campo, vengono anche redatte cartografie riportanti una localizzazione di ampia scala delle tipologie di cui ai precedenti punti B1 e B2. La valutazione della fattibilità degli interventi/azioni a favore dei processi di depurazione naturale, ed i conseguenti indirizzi di applicazione e la localizzazione generale avverrà quindi mediante un'analisi multifattoriale sovrapponendo, eventualmente anche in ambiente GIS, descrittori idraulici, ambientali e agronomici.



La pianificazione degli interventi terrà anche conto degli esiti dell'azione Azione 6.4 “Realizzazione del geodatabase del Consorzio di Bonifica”, oltre che come analisi del sistema idrografico consortile, anche come modello di supporto decisionale (DSS). Il modello più che consentire “di classificare il reticolo sulla base di criteri di opportunità o dell'idoneità dello stesso ad ospitare una fascia tampone” (come si legge nella relazione di sintesi) permetterà di valutare la più generale vocazione all'attivazione di processi di depurazione naturale del reticolo e dei relativi bacini.

Figura 2 - Giudizio di idoneità ottenuto dall'applicazione del DSS, (da: Relazione conclusiva dell'azione Azione 6.4: “Realizzazione del geodatabase del Consorzio di Bonifica”)

D. Individuazione di buone pratiche agricole (“schede per agricoltori”)

Sono destinate agli operatori agricoli e zootecnici, per il controllo delle fonti diffuse di sostanze trofiche (azoto e fosforo) e per l’uso sostenibile dei suoli. Individuate e tarate in considerazione delle caratteristiche produttive delle aziende agricole, le buone pratiche sono orientate alla attivazione dei processi di depurazione naturale diffusa, attraverso la conservazione della capacità autodepurante delle formazioni vegetali e dei suoli e la manutenzione ecologica del reticolo idrografico minore (sistema di fossi e scoline, inter/intra poderali), non di competenza del Consorzio di Bonifica. La messa a punto delle buone pratiche nel settore agricolo prende in considerazione anche gli esiti dell’Azione 14 di Life+ Rewetland (Progetto Pilota 4. Buone pratiche dell’azienda agricola – caso di studio della Azienda Agricola Casale del Giglio).

E. Verifica e taratura delle Linee Guida

La messa a punto dei protocolli operativi, delle schede tipologiche e delle “buone pratiche” è avvenuta tramite incontri con operatori del settore agricolo.

F. Concertazione e coinvolgimento degli stakeholder

Partecipazione agli incontri del tavolo tecnico del progetto ed ai workshop e meeting del progetto (Azione 9).

Come evidenziato dallo schema operativo, le linee guida gestionali, in grado di integrare gli aspetti idraulici con quelli ecologici e che quindi garantiscano il raggiungimento degli obiettivi di una protezione e riqualificazione delle acque incentrata sui processi autodepuranti, non potranno prescindere da specifiche valutazioni relative alle trasformazioni fisiche del territorio ed allo stato attuale dei bacini, dall’analisi degli aspetti idraulico strutturali e dalla organica valutazione degli usi agricoli. In tal senso le attività relative al punto A, opportunamente indirizzate, coordinate e sviluppate, costituiranno il presupposto conoscitivo del lavoro proposto. Le documentazioni tecniche e i manuali (nazionali e internazionali), anche fortemente operativi, nel settore della gestione naturalistica di reticoli di bonifica sono piuttosto diffusi (cfr. *Manuale per la gestione ambientale dei corsi d’acqua – a supporto dei consorzi di bonifica*- della Regione Veneto); rispetto a questi, partendo proprio dalle specificità biotiche e abiotiche dei bacini consortili dell’area pontina, le tipologie di intervento proposte con le presenti **Linee Guida**, prendono in considerazione le possibilità di attivare, ripristinare e conservare le capacità autodepuranti del reticolo idrografico, nelle diverse situazioni ambientali che contraddistinguono e condizionano il territorio pontino, anche sulla base delle caratteristiche dei suoli e delle funzioni pedologiche connesse, delle tipologie e delle modalità colturali, dell’uso delle acque, delle fonti di contaminazione attive, della tipologia e qualità dei reflui.

3. CARATTERIZZAZIONE IDRAULICO-AMBIENTALE DEI BACINI

2.1 Inquadramento

Per la necessaria caratterizzazione dell'assetto idraulico e ambientale del reticolo di bonifica, sono stati individuati i seguenti bacini idrografici di riferimento:

1. Fiume Astura
2. Canale Moscarello/Acque Alte
3. Acque Medie/Rio Martino
4. Fiume Sisto
5. Canale Linea Pio
6. Canale Selcella
7. Canale Botte
8. Fiume Ufente
9. Fiume Portatore
10. Bacini costieri Foce Verde-Rio Martino
11. Bacini costieri tra Sisto e Rio Martino

2.2 Aspetti idraulico – strutturali (con il contributo del dott. ing. Danilo Di Senso)

L'attività di caratterizzazione idraulica del bacino idrografico e del reticolo del CBAP, necessaria per la corretta individuazione delle Linee Guida, è fortemente connessa con:

- l'Azione 6 del progetto Life+ Rewetland *“Realizzazione della banca dati geografica”*, punto 6.4 *“Realizzazione del geodatabase del Consorzio di Bonifica dell'Agro Pontino”*
- l'Azione 7 *“Analisi ambientali e studi”* punto 7.2 *Analisi delle caratteristiche della rete idrografica*

che hanno entrambe il Consorzio di Bonifica come responsabile esecutivo.

Per la definizione degli aspetti idraulico-strutturali dei singoli bacini sono state condotte analisi relative ai seguenti aspetti, riassunti nelle tabelle 1.1 ÷ 1.11:

- a. Caratteristiche morfologiche e topografiche del bacino: superficie, pendenza media, quote.
- b. Modalità del deflusso della rete di canali (scolo naturale o sollevamento meccanico).
- c. Sviluppo lineare delle aste principali
- d. Densità di drenaggio
- e. Sezioni rappresentative
- f. Relazioni con il reticolo secondario (sistema affluenti e reticolo minore)
- g. Rischio idraulico

- h. Assetto della rete irrigua e relazioni con la rete di drenaggio
- i. Opere idrauliche (chiuse, sbarramenti, paratoie, sgrigliatori, derivazioni)
- j. Rivestimenti d'alveo
- k. Profilo topografico alveo (quote di fondo)

In particolare è stata approfondita la verifica di compatibilità della presenza della vegetazione d'alveo e ripariale in relazione alla funzionalità idraulica.

Nell'Allegato 1 (redatto dal dott. ing. Danilo Di Senso), è riportato il rapporto delle citate analisi idrauliche attraverso le quali è stata prodotta una modellazione degli effetti della presenza della vegetazione all'interno delle sezioni idrauliche dei corsi d'acqua.

Tabella 1

1 - Fiume Astura (AST)	
superficie bacino (m²)	86.051.670
lunghezza asta principale (m)	189.294
densità di drenaggio	0.0022
Quota bacino (m s.l.m.)	minima -2.5
	massima 80
quota talweg m s.l.m.	5÷1
pendenza media	1,6÷ 0,5
presenza di opere idrauliche	si
rivestimento alveo	no
erosione	no
interrimento	nei tratti a bassa pendenza
modalità deflusso	naturale AST_300 Valmontorio
fascia demaniale	pertinenze consortili
manutenzione - gestione	annuale CBAP
reticolo secondario	Composto prevalentemente da fossi naturali con alveo in terra e vegetazione sulle sponde. Alcune aree sono drenate da reticoli di scoline a sezione trapezoidale ed alveo in terra
regime pluviometrico	minimo nel periodo maggio-agosto e valori massimi nel periodo ottobre-dicembre
regime idraulico	Il ruscellamento totale annuo stimato è pari a 12,9 milioni di mc/anno. Agli apporti del ruscellamento si può aggiungere un valore indicativo di deflusso di base di circa 29,9 Mmc/anno (916 l/s) prendendo come riferimento la portata rilevata nell'estate 2006 nelle sezioni 55 (fiume Astura al ponte della s.p. Alta) e 55a (derivazione irrigua Canale Mastropietro)
rischio idraulico	Limitato. Sono presenti solo alcune aree puntuali di pericolosità dovute a problematiche locali (argini cedevoli, manufatti trasversali)
sezioni rappresentative	sezione 55 - (fiume Astura al ponte della s.p. Alta) sezione 55a - (derivazione irrigua Canale Mastropietro)
profondità della falda (m dal piano campagna)	6÷45

2 - Canale Moscarello/Acque Alte (MOS)		
superficie bacino (m²)		611.029.781
lunghezza asta principale (m)		1.153.290
densità di drenaggio		0.0019
quota bacino m s.l.m.	minima	0
	massima	1471
quota talweg m s.l.m.		5÷2
pendenza media		20,3÷7
presenza di opere idrauliche		sì
rivestimento alveo		cunettone e sottobanchina
erosione		no
interrimento		nei tratti a bassa pendenza
modalità deflusso		naturale
fascia demaniale		pertinenze consortili
manutenzione - gestione		annuale CBAP
reticolo secondario		Composto prevalentemente da fossi naturali con alveo in terra e vegetazione sulle sponde. Alcune aree sono drenate da reticoli di scoline a sezione trapezoidale ed alveo in terra
regime pluviometrico		minimo nel periodo maggio-agosto e valori massimi nel periodo ottobre-dicembre
regime idraulico		Il ruscellamento totale annuo, stimato per la porzione di bacino ricadente nel territorio provinciale, è pari a 69,5 milioni di m ³ /anno. Prendendo a riferimento le misure di portata eseguite nelle sezioni n. 56 e 56a che possono essere ritenute significative della chiusura del bacino verso mare, i valori misurati nelle diverse campagne, in condizioni non influenzate da apporti di ruscellamento, evidenziano un deflusso variabile dai 200 l/s nell'agosto 2003 ai circa 1445 l/s nell'aprile 2005; la media delle quattro campagne è di 810 l/s (circa 25,5 Mm ³ /anno). Tale portata è comprensiva degli scarichi concentrati presenti a monte della sezione 56 valutati in circa 180 l/s (circa 6 Mm ³ /anno)
rischio idraulico		Limitato. Sono presenti, esclusivamente nell'area a monte, presso Cisterna di Latina, alcune ridotte aree puntuali di pericolosità idraulica dovute a problematiche locali (argini cedevoli)
sezioni rappresentative		Sezione 56 - (Fosso Moscarello al ponte per Borgo Sabotino – sp Alta)
profondità della falda (m dal piano campagna)		6÷30

3 - Rio Martino/Canale Acque Medie (RMA)		
superficie bacino (m²)		195.900.088
lunghezza asta principale (m)		537.701
densità di drenaggio		0.0027
quota bacino m s.l.m.	minima	-1.5
	massima	46.5
quota talweg m s.l.m.		3÷4
pendenza media		1,2÷0,5
presenza di opere idrauliche		sì
rivestimento alveo		cunettone
erosione		no
interrimento		nei tratti a bassa pendenza
modalità deflusso		naturale
fascia demaniale		pertinenze consorili
manutenzione - gestione		annuale CBAP
reticolo secondario		Composto da fossi naturali che hanno conservato la morfologia originaria e fossi naturali per i quali è stata eseguita una riprofilatura ed adattamento al tessuto urbanizzato. Alcune aree sono drenate da reticoli di scoline
regime pluviometrico		minimo nel periodo maggio-agosto e un massimo nel periodo ottobre- dicembre
regime idraulico		Il ruscellamento totale annuo stimato è pari a 38,5 Mm ³ /anno. Agli apporti del ruscellamento si aggiunge un notevole deflusso di base, sostenuto da una frazione significativa della portata della sorgente di Ninfa. Alla sezione di misura 2c, a valle del Partitore, sono state sempre rilevate portate del deflusso di base comprese tra circa 850 e 1500 l/s
rischio idraulico		Modesto. Sono presenti, in corrispondenza delle zone urbanizzate del Comune di Latina, alcune aree a pericolosità idraulica, dovute ad argini cedevoli, basse quote del piano campagna.
sezioni rappresentative		Ponte Via Epitaffio
profondità della falda (m dal piano campagna)		3÷15

4 - Fiume Sisto (SIS)	
superficie bacino (m²)	135.072.883
lunghezza asta principale (m)	407.385
densità di drenaggio	0.003
quota bacino m s.l.m.	minima 0.3
	massima 173
quota talweg m s.l.m.	3÷6
pendenza media	1,5÷0,0
presenza di opere idrauliche	sì
rivestimento alveo	no
erosione	no
interrimento	nei tratti a bassa pendenza
modalità deflusso	naturale SIS_ 700 Olevola
fascia demaniale	pertinenze consortili
manutenzione - gestione	ARDIS
reticolo secondario	Composto prevalentemente da fossi naturali con alveo in terra e vegetazione sulle sponde. Alcune aree sono drenate da reticoli di scoline a sezione trapezoidale ed alveo in terra
regime pluviometrico	minimo nel periodo maggio-agosto e un massimo nel periodo ottobre- dicembre
regime idraulico	Il ruscellamento totale annuo stimato è pari a 50,4 Mm ³ /anno. Nell'attuale regime di gestione (derivazioni + drenaggio + scarichi) il flusso di base è variabile da 300÷400 l/s, nel tratto a monte di Latina, fino a 1000 l/s a valle della Migliara 51. Tale flusso si riduce, fino a d annullarsi, con i prelievi idrici del periodo estivo
rischio idraulico	Limitato. Nelle aree a monte, presso la confluenza con il Canale Acque Basse Ninfa sono presenti aree di attenzione idraulica dovute a basse quote del piano campagna
sezioni rappresentative	Ponte Sisto
profondità della falda (m dal piano campagna)	3÷15

5 - Canale Linea Pio (BAD-LIN)		
superficie bacino (m²)		47.176.291
lunghezza asta principale (m)		238.26
densità di drenaggio		0.005
quota bacino m s.l.m.	minima	-3
	massima	842.5
quota talweg m s.l.m.		3÷4
pendenza media		18,1÷0,1
presenza di opere idrauliche		si
rivestimento alveo		no
erosione		no
interrimento		Interrimento dell'alveo dovuto alla bassa velocità della corrente e bassa pendenza del fondo
modalità deflusso		naturale BAD-LIN_310 Striscia BAD-LIN_320 Segna BAD-LIN_330 Tabio BAD-LIN_340 Caposelce
fascia demaniale		pertinenze consortili
manutenzione - gestione		annuale CBAP
reticolo secondario		Composto prevalentemente da canali artificiali a sezione trapezoidale ed alveo rivestito o in terra
regime pluviometrico		minimo nel periodo maggio-agosto e un massimo nel periodo ottobre- dicembre
regime idraulico		Il ruscellamento totale annuo stimato è pari a 21,3 Mm ³ /anno. Il Linea Pio è alimentato dalle acque sorgive della falda basale dei monti Lepini (gruppo Cavata e Cavatella) per una portata maggiore di 5000 l/s. Il valore di 2119 l/s misurato alla sezione 28 nell'agosto 2003 risente delle derivazioni presenti a monte
rischio idraulico		Medio. Sono presenti aree a pericolosità ed attenzione idraulica determinate dalla presenza di impianti idrovori
sezioni rappresentative		sezione 28 - Ponte Migliara 41
profondità della falda (m dal piano campagna)		2÷5

6 - Canale Selcella (BAD-SEL)		
superficie bacino (m²)		102.962.596
lunghezza asta principale (m)		448934
densità di drenaggio		0.0043
quota bacino m s.l.m.	minima	-2
	massima	633
quota talweg m s.l.m.		3÷4
pendenza media		17,7÷0,1
presenza di opere idrauliche		sì
rivestimento alveo		no
erosione		no
interrimento		Interrimento dell'alveo dovuto alla bassa velocità della corrente e bassa pendenza del fondo
modalità deflusso		meccanico Mazzocchio - Forcellata
fascia demaniale		pertinenze consortili
manutenzione - gestione		annuale CBAP
reticolo secondario		Composto prevalentemente da canali artificiali a sezione trapezoidale ed alveo rivestito o in terra
regime pluviometrico		minimo nel periodo maggio-agosto e un massimo nel periodo ottobre- dicembre
regime idraulico		Il ruscellamento totale annuo stimato è pari a 41,8 Mm ³ /anno. Il deflusso medio annuo del canale è di 46 Mm ³ , comprensivi del contributo esterno da altri bacini, pari a 18,7 Mm ³ che, considerando un periodo di apertura delle paratie da maggio ad agosto, fanno valutare un incremento da apporti esterni di circa 1770 l/s. L'ordine di grandezza degli apporti esterni e dei drenaggi dalla falda sotterranea giustifica i valori di portata misurati nella sezione 25, sempre compresi tra circa 2000 e circa 2700 l/s
rischio idraulico		Medio. Sono presenti aree a pericolosità ed attenzione idraulica determinate dalla presenza di impianti idrovori
sezioni rappresentative		sezione 25 - Migliara 48
profondità della falda (m dal piano campagna)		3÷15

7 - Canale Botte (BAD-BOT)		
superficie bacino (m²)		43.024.085
lunghezza asta principale (m)		236047
densità di drenaggio		0.0055
quota m s.l.m.	minima	-3
	massima	11
quota talweg m s.l.m.		2÷4
pendenza media		0,4÷0,0
presenza di opere idrauliche		si
rivestimento alveo		si
erosione		no
interrimento		Interrimento dell'alveo dovuto alla bassa velocità della corrente e bassa pendenza del fondo
modalità deflusso		naturale BAD-BOT_110 Vetrica BAD-BOT_200 Frassete BAD-BOT_300/400 Caronte
fascia demaniale		pertinenze consortili
manutenzione - gestione		annuale CBAP
reticolo secondario		Composto prevalentemente da canali artificiali a sezione trapezoidale ed alveo rivestito o in terra
regime pluviometrico		minimo nel periodo maggio-agosto e un massimo nel periodo ottobre- dicembre
regime idraulico		Il ruscellamento totale annuo stimato è pari a 21,5 Mm3/anno. Notevole incremento di portata tra la sezione 17 e 14 anche per il contributo del canale Linea Pio (97 l/s); forte decremento, fino quasi a zero, nel tratto compreso tra la sezione 14 e la confluenza con il Portatore (estate 2006)
rischio idraulico		Medio. Sono presenti aree a pericolosità idraulica ed attenzione idraulica determinate dalla presenza di impianti idrovori. Si segnala inoltre la bassissima pendenza del fondo, che ne determina la ridotta capacità di convogliamento delle portate.
sezioni rappresentative		sezione 1a - Migliara 51
profondità della falda (m dal piano campagna)		1÷1.5

8 - Fiume Ufente (BAD-UFE)		
superficie bacino (m²)		86.234.418
lunghezza asta principale (m)		255385
densità di drenaggio		0.0029
quota bacino m s.l.m.	minima	-3
	massima	1433
quota talweg m s.l.m.		4÷5
pendenza media		18÷0,0
presenza di opere idrauliche		si
rivestimento alveo		si
erosione		no
interrimento		Interrimento dell'alveo dovuto alla bassa velocità della corrente e bassa pendenza del fondo
modalità deflusso		naturale BAD-UFE 110 Inferno BAD-UFE 200 Gricilli
fascia demaniale		pertinenze consortili
manutenzione - gestione		annuale CBAP
reticolo secondario		Composto da fossi naturali che hanno conservato la morfologia originaria e fossi naturali per i quali è stata eseguita una riprofilatura ed adattamento al tessuto urbanizzato. Alcune aree sono drenate da reticoli di scoline
regime pluviometrico		minimo nel periodo maggio-agosto e un massimo nel periodo ottobre- dicembre
regime idraulico		Il ruscellamento totale annuo stimato è pari a 21,5 Mm ³ /anno. Agli apporti del ruscellamento si associano 69 Mm ³ /anno (2,191 m ³ /s) di deflusso minimo di base proveniente dai gruppi sorgivi delle Sardellane e Gricilli. La stazione idrometrica di Ponte Ferraioli, tra settembre 2006 e ottobre 2007, ha rilevato portate del deflusso di base costantemente comprese tra 3500 l/s e oltre 4500 l/s dovuti agli apporti del gruppo sorgivo delle Sardellane. A queste portate si sommano, tra Ponte Ferraioli e Codarda, quelle emergenti nell'area dei Gricilli comprese tra circa 900 l/s e 1300 l/s (Provincia di Latina, Atlante delle sorgenti della Provincia di Latina)
rischio idraulico		Medio. Sono presenti aree a pericolosità idraulica ed attenzione idraulica determinate dalla bassa quota del piano campagna
sezioni rappresentative		sezione 32 - coincidente con la stazione di monitoraggio provinciale n.12
profondità della falda (m dal piano campagna)		5÷20

9 - Fiume Portatore (BAD)		
superficie bacino (m²)		36.614.050
lunghezza asta principale (m)		134634
densità di drenaggio		0.0036
quota bacino m s.l.m.	minima	-3
	massima	655
quota talweg m s.l.m.		3÷4
pendenza media		23,6÷0,2
presenza di opere idrauliche		sì
rivestimento alveo		parziale
erosione		no
interrimento		Interrimento dell'alveo dovuto alla bassa velocità della corrente e bassa pendenza del fondo
modalità deflusso		naturale BAD_300/310 Cannete-Ceccaccio; BAD_410 Caronte; BAD_420 Caronte-Calambra; BAD_500 Pantani da Basso
fascia demaniale		pertinenze consortili
manutenzione - gestione		annuale CBAP
reticolo secondario		Composto prevalentemente da canali artificiali a sezione trapezoidale ed alveo rivestito o in terra
regime pluviometrico		minimo nel periodo maggio-agosto e un massimo nel periodo ottobre- dicembre
regime idraulico		Il ruscellamento totale annuo stimato è pari a 17 Mm3/anno. A questi si aggiungono almeno 2900 l/s di flusso sorgivo proveniente dalla falda regionale dei monti Ausoni e dalle sorgenti pedemontane tra Capocroce e Feronia
rischio idraulico		Medio. Sono presenti aree a pericolosità idraulica ed attenzione idraulica determinate dalla bassa quota del piano campagna.
sezioni rappresentative		
profondità della falda (m dal piano campagna)		2÷5

10 - Bacini costieri Foce Verde - Rio Martino (MOS-RMA)		
superficie bacino (m²)		17.966.498
lunghezza asta principale (m)		66307
densità di drenaggio		0.0037
quota m s.l.m.	minima	-1.5
	massima	13
quota talweg m s.l.m.		3÷4
pendenza media		1,7÷0,5
presenza di opere idrauliche		sì
rivestimento alveo		no
erosione		no
interrimento		Interrimento dell'alveo dovuto alla bassa velocità della corrente e bassa pendenza del fondo
modalità deflusso		naturale MOS-RMA_100/110 Capoportiere
fascia demaniale		pertinenze consortili
manutenzione - gestione		annuale CBAP
reticolo secondario		Composto prevalentemente da fossi naturali con alveo in terra e vegetazione sulle sponde. Alcune aree sono drenate da reticoli di scoline a sezione trapezoidale ed alveo in terra
regime pluviometrico		minimo nel periodo maggio-agosto e un massimo nel periodo ottobre- dicembre
regime idraulico		Il ruscellamento totale annuo stimato è pari a 3.9 Mm ³ /anno. Non risulta un flusso di base continuo e le portate sono fortemente condizionate dalle oscillazioni di marea
rischio idraulico		Medio. Sono presenti aree a pericolosità idraulica ed attenzione idraulica determinate dalla presenza di impianti idrovori
sezioni rappresentative		
profondità della falda (m dal piano campagna)		10÷5

11 - Bacini costieri Sisto - Rio Martino (SIS-RMA)		
superficie bacino (m²)		54.225.923
lunghezza asta principale (m)		120343
densità di drenaggio		0.0022
quota m s.l.m.	minima	-2.5
	massima	503
quota talweg m s.l.m.		3÷4
pendenza media		27,2÷0,3
presenza di opere idrauliche		si
rivestimento alveo		no
erosione		no
interrimento		Fenomeni di interrimento nei tratti a bassa pendenza
modalità deflusso		naturale RMA-SIS_100/110/120 Lavorazione; RMA SIS_200/210/220 Caterattino; RMA-SIS_410 Vettica
fascia demaniale		pertinenze consortili
manutenzione - gestione		CBAP e PNC
reticolo secondario		Composto prevalentemente da fossi naturali con alveo in terra e vegetazione sulle sponde. Alcune aree sono drenate da reticoli di scoline a sezione trapezoidale ed alveo in terra
regime pluviometrico		minimo nel periodo maggio-agosto e un massimo nel periodo ottobre- dicembre
regime idraulico		Il ruscellamento totale annuo stimato è pari a 9.9 Mm ³ /anno. Non risulta un flusso di base continuo e le portate sono fortemente condizionate dalle oscillazioni di marea
rischio idraulico		Medio. Sono presenti aree a pericolosità idraulica ed attenzione idraulica determinate dalla presenza di impianti idrovori
sezioni rappresentative		
profondità della falda (m dal piano campagna)		10÷5

L'applicazione del modello Hec-Ras 4.1 (vedi relazione idraulica - strutturale), ha consentito di verificare gli effetti idraulici prodotti dalla presenza di formazioni vegetali pluristrato (erbacea, arbustiva e arborea), in grado di attivare meccanismi di depurazione naturale (fitodepurazione) nel corso d'acqua.

2.3 Aspetti agronomici e agronomico-forestali (a cura del dott. Andrea Bosco)

Riguardano la definizione degli aspetti agronomici e zootecnici connessi alla gestione qualitativa delle acque sulla base dei rapporti tra il bacino idrografico, il reticolo di drenaggio e le caratteristiche delle aziende agricole e zootecniche.

Attraverso indagini bibliografiche, analisi cartografiche, ricognizioni di campo, interviste, consultazione data base dedicati, per ciascun bacino idrografico, si stanno definendo i seguenti aspetti:

- a. uso suolo
- b. analisi delle attività agricole e zootecniche prevalenti e caratterizzanti:

- b.1 individuazione delle attività agricole prevalenti (approfondimento dell'uso del suolo)
- b.2 valutazione dei carichi trofici e uso di fitofarmaci per tipologia produttiva
- b.3 individuazione di casi di studio rappresentativi delle differenti tipologie aziendali (cfr. capitolo 4.
- c. stima dei carichi trofici da attività agricole e zootecniche (T/anno NO₃, T/anno PO₄, carichi trofici specifici - T/Ha NO₃, T/Ha PO₄).

Al fine di stimare i consumi idrici legati alle colture praticate nell'area pontina e verificare le possibili fonti d'inquinamento ed eutrofizzazione delle acque dei canali di bonifica, sono state collegate tra loro le informazioni e conoscenze circa l'uso agronomico dei terreni all'interno dei bacini idrografici, relazionando fra loro gli studi già eseguiti in merito, con le personali conoscenze del territorio.

Lo scopo è stato quello di caratterizzare "ambiti territoriali" dai quali sia possibile ottenere, per ogni bacino, dei modelli di stima e dei modelli previsionali di diffusione e rilascio sia delle sostanze concimanti, sia dei percolati provenienti dai terreni agricoli verso i canali di bonifica.

Nella caratterizzazione ambientale dei bacini consortili vengono affrontati ulteriori aspetti che, anche nelle attività di confronto (punti E ed F), sono risultati rilevanti temi quali:

- ✓ conservazione e destino delle fasce frangivento
- ✓ gestione delle biomasse vegetali derivanti dalla manutenzione dei canali

2.3.1 Caratteri fitoclimatici dei bacini della Pianura Pontina

La distribuzione areale e l'organizzazione idraulica dei bacini imbriferi in cui è articolata la Piana rendono sostanzialmente inutile una analisi eccessivamente localizzata dei caratteri fitoclimatici che possa essere strumentale agli scopi di riqualificazione delle acque superficiali del progetto *REWETLAND*. Al contrario, singoli interventi e azioni finalizzate alla fitodepurazione necessitano di caratterizzazioni e inquadramenti vegetazionali maggiormente sito specifici, strettamente funzionali alle differenti tipologie e articolazioni di intervento.

Secondo Blasi et alii, dal punto di vista climatico la Piana Pontina è compresa in due termotipi qui di seguito presentati:

1. UNITA' FITOCLIMATICA 12

TERMOTIPO MESOMEDITERRANEO INFERIORE – OMBROTIPO SUBUMIDO
SUPERIORE - REGIONE XEROTERICA (sottoregione mesomediterranea).

E' contraddistinta dai seguenti parametri termopluviometrici:

- Temperatura media annua compresa fra 14.5 e 16.1 °C

- Temperatura media mensile < 10 °C
- Precipitazione annuale da 842 a 966 mm

Vegetazione forestale prevalente: cerreti, boschi di sughera, querceti misti, boschi meso-igrofilo, macchia mediterranea, lecceti con alloro e corbezzolo. La distribuzione delle fitocenosi risente del livello della falda e della capacità drenante del substrato.

Alberi guida (bosco): *Quercus cerris*, *Quercus frainetto*, *Quercus suber*, *Quercus ilex*, *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Laurus nobilis*, *Sorbus torminalis*, *Mespilus germanica*, *Ulmus minor*, *Fraxinus oxycarpa*, *Salix alba*.

Comprende tutto l'Agro Pontino e i versanti esposti ad ovest e sud ovest dei Monti Lepini.

Secondo la classificazione di Pavari l'intero tratto della Pontina ricade nell'ambito del "Lauretum – sottozona media".

2. UNITA' FITOSOCIOLOGICA 14 E 14b

TERMOTIPO TERMOMEDITERRANEO SUPERIORE OMBROTIPO UMIDO
INFERIORE/SUBUMIDO SUPERIORE REGIONE XEROTERICA (sottoregione termomediterranea).

E' contraddistinta dai seguenti parametri termopluviometrici:

- Temperatura media annua compresa fra da 17 a 17.2 °C
- Temperatura media mensile <10 °C
- Precipitazione annuale da 727 a 1133 mm

Vegetazione forestale prevalente: boschi di leccio e sughera, macchia mediterranea e querceti misti con roverella, carpino nero e carpino orientale.

Alberi guida (bosco): *Quercus ilex*, *Q. suber*, *Q. pubescens s.l.*, *Arbutus unedo*, *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus ornus*, *Ceratonia siliqua*, *Carpinus orientalis*, *Laurus nobilis*, *Sorbus domestica*, *Cercis siliquastrum*.

Interessa le zone comprese fra Terracina fino a tutta la Piana di Fondi.

Secondo la classificazione del Pavari a partire dalla città di Terracina, comincia a manifestarsi la zona fitoclimatica del "Lauretum – sottozona calda".

La distribuzione reale della vegetazione risente del livello di falda e del tipo di substrato geopedologico di riferimento. A partire dal mare verso l'entroterra montano la fisionomia e composizione della vegetazione cambia in modo drastico, ma comunque si può riconoscere (in modo approssimato) una distribuzione a fasce parallele dalla costa verso l'entroterra.

In particolare in prossimità del mare, sulle dune sabbiose ed in prossimità della linea di battigia si trova una caratteristica vegetazione sempreverde, tomentosa, succulenta, spinescente e con apparati radicali molto sviluppati.

Essa è composta da un primo cordone di piante alonitrofile (caliketo) e rappresentato tipicamente da: ravastrello (*Cakile maritima*), salsola (*Salsola kali*), nappola (*Xanthium italicum*).

Segue un secondo cordone di piante rizomatoze striscianti (agropireto) che contribuisce in maniera decisiva alla stabilizzazione della sabbia composto da: gramigna delle spiagge (*Agropyron junceum*), *Eryngium maritimum* (calcatreppola delle sabbie), vilucchio marittimo (*Calystegia soldanella*).

Segue un terzo cordone occupato da graminacee cespitose (ammofileto) che completa il consolidamento delle dune composto da: sparto pungente (*Ammophila arenaria*), carota di mare (*Echinophora spinosa*), erba medica marina (*Medicago marina*).

Dietro questa prima barriera di piante erbacee seguono piante con habitus arbustivo ed arboreo, come lo ginepro coccolone (*Juniperus oxycedrus*) in stato di purezza o misto a specie della macchia e al pino marittimo (*Pinus pinaster*).

Quest'ultima specie, in molte aree, tende a prevalere sino alla fascia retro dunale vera e propria, dove talvolta si riconoscono le specie più tipiche di questa area come pioppi (*Populus alba*), querce caducifoglie igrofile (*Quercus robur*) e frassino meridionale (*Fraxinus angustifolia*).

La distribuzione e la composizione della vegetazione dunale è stata nel tempo alterata e modificata dalle operazioni di bonifica, da opere di rimboschimento (con le quali è stato introdotto il pino), consolidamento delle dune, da infrastrutture, ecc.

Oltre le dune insiste una seconda fascia più o meno profonda, oggi rappresentata dalla foresta del Parco Nazionale del Circeo, che comprende boschi con prevalenza di querce caducifoglie la cui composizione specifica dipende strettamente dalla disponibilità di acqua nel terreno. La composizione più comune è relativa alla dominanza del cerro (*Quercus cerris*) e secondariamente da farnetto (*Quercus frainetto*), con presenza di numerose specie accessorie come orniello (*Fraxinus ornus*), acero campestre (*Acer campestre*) e olmo (*Ulmus minor*).

Speciale menzione meritano i boschi igrofilo per i quali si possono distinguere tre tipi di soprassuolo in relazione al livello di falda freatica:

1. Boschi inondati: sono collocati nei “terrazzi alluvionali”, nelle golene e nelle depressioni retrodunali e sono dominati prevalentemente da frassino meridionale (*Fraxinus oxycarpa*) con olmo (*Ulmus minor*) e ontano nero (*Alnus glutinosa*) e saltuariamente pioppo bianco (*Populus alba*) e farnia (*Quercus robur*);
2. Boschi planiziali: si sviluppano nelle pianure alluvionali a ristagno di acqua e sono composti in prevalenza da farnia (*Quercus robur*) e carpino bianco (*Carpinus betulus*);

3. Boschi ripariali: sono boschi concentrati in strette fasce lungo le sponde dei fossi, canali e corsi d'acqua e sono contraddistinti dalla dominanza di ontano nero (*Alnus glutinosa*) con presenza di un fitto strato arbustivo.

Nelle zone più aride per ragioni edafiche i boschi di querce possono essere sostituiti da soprassuoli a macchia e da boschi di sclerofille sempreverdi.

Una terza fascia in posizione centrale rispetto all'Agro Pontino su suoli derivanti dalle terre rosse, è occupata o meglio potrebbe essere occupata, da soprassuoli a sughera (*Quercus suber*) con il relativo mantello di arbusti sempreverdi composto prevalentemente da corbezzolo (*Arbutus unedo*) ed erica (*Erica arborea* ed *Erica scoparia*), *Carpinus orientalis*, ecc.

Sui Monti Lepini sui versanti prospicienti il mare, il substrato calcareo e la relativa aridità edafica impongono la presenza di specie resistenti a tali limitazioni e così sugherete e querceti mesofili lasciano il posto a macchia, boschi di roverella e leccio. Solo in vallecole o aree poco acclivi dove riesce ad accumularsi uno strato di suolo adeguato possono riconoscersi ancora il cerro (*Quercus cerris*) ed altre latifoglie correlate, talvolta le stesse sughere (Itri e Monte San Biagio) in contraddizione di quanto indicato in bibliografia.

I boschi sopramediterranei di roverella (*Quercus pubescens*) sono in mescolanza con orniello (*Fraxinus ornus*), carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) e leccio (*Quercus ilex*), che in seguito a disturbo antropico o su suoli a forte caratterizzazione litoide possono prevalere sulla stessa roverella o sostituirla.

La potenza e stratificazione del suolo influenzano non solo la distribuzione dei soprassuoli forestali, ma anche della stessa composizione della macchia che nei casi peggiori degrada a gariga con olivastro (*Olea europaea* L. var. *sylvestris*), carrubo (*Ceratonia siliqua*), albero di giuda (*Cercis siliquastrum*) o a steppa arida dominata dall'ampelodesma (*Ampelodesmos mauritanicus*).

Estesi rimboschimenti di conifere eseguiti nel passato sono in fase di regressione a causa degli incendi.

La distribuzione e stratificazione della vegetazione può cambiare notevolmente e spesso compenetrarsi o confondersi in seguito a locali condizioni geopedologiche o microclimatiche, alla pressione antropica esercitata col fuoco, col pascolo e soprattutto con la urbanizzazione ed impermeabilizzazione del territorio.

Tutti i soprassuoli risultano frammentati in stazioni più o meno grandi e sparsi in maniera disgiunta sul territorio e spesso senza connessioni ecologiche fra loro.

2.3.1.1 Lineamenti vegetazionali generali e degli ambiti ripariali

La distribuzione della vegetazione forestale nelle pianure italiane, per ragioni legate all'elevato

livello di falda o per ragioni di tipo pedologico, pur appartenendo all'ambito della fascia altitudinale mediterranea, mantiene una fisionomia forestale di ambiti sopramediterranei contraddistinti da specie caducifoglie, con ingressioni e mescolanze di specie medioeuropee e con alcune sostituzioni di specie (ad es. nel centro-sud il frassino meridionale sostituisce il frassino maggiore).

Dal punto di vista eminentemente forestale le pianure alluvionali dovrebbero essere ricoperte da boschi di ontano nero e salici lungo le aree ripariali, per poi passare progressivamente, nell'entroterra, a boschi comprendenti farnia, frassino e carpino bianco spesso in associazione con olmo, mentre le zone golenali dovrebbero essere occupate da Pioppo bianco (*Populus alba*).

La vegetazione che dalla terraferma si spinge sino alle aree ripariali (separate dai cosiddetti ecotoni ripari) segue una sequenza tipica, condizionata fortemente dal livello, velocità, qualità e profondità delle acque, molto variabile durante l'anno, ma anche dalle perturbazioni esogene indotte sul sistema.

In condizioni normali le associazioni vegetali sono contraddistinte da una o poche specie dominanti, o viceversa da popolamenti molto frammentati a mosaico e compenetrati fra loro, con specie adattate alla parziale o totale sommersione delle radici. Sintomi chiari di una vegetazione fluviale perturbata si riferiscono alla presenza di un elevato numero di specie cosmopolite, ubiquitarie o aliene.

Approssimativamente la successione spaziale "normale" a partire dalle pertinenze fluviali verso l'entroterra prevede:

1. cenosi di specie idrofite, rizofite, pleustofite natanti nell'acqua o ancorate sul fondo;
2. una prima fascia di erbe perenni o annuali senza alberi legate al livello di magra del corso d'acqua;
3. una seconda fascia a canneto;
4. una terza fascia di arbusteti a dominanza di salice sin dove arriva il livello medio estivo dell'acqua;
5. una quarta fascia ad ontaneto;
6. una quinta fascia dominata dal quercu-carpineto (a farnia) più o meno compenetrata con altre associazioni di specie latifoglie, in corrispondenza dei livelli di piena massima delle acque.

Tutte le comunità vegetali legate alle zone umide, in condizioni di elevata naturalità, sono molto produttive e variabili nel tempo per il forte dinamismo dall'ambiente fluviale impresso dalla consistenza ed andamento delle acque e dalla disponibilità di nutrienti.

In riferimento alla suddivisione precedentemente presentata e considerando la reale costituzione

della vegetazione ripariale della realtà pontina, si deve ammettere la sua distribuzione poco uniforme e poco stratificata a causa della artificializzazione dei canali. E' anche nota l'esiguità della larghezza di terreno lasciata all'evoluzione naturale che determina una forte frammentazione o completa assenza della vegetazione.

Le successioni sono così composte:

- la vegetazione di cui al punto 1 è composta principalmente da *Vallisneria spiralis*, *Potamogeton crispus*, *Lemna minor*, *Callitriche spp.*;
- la prima fascia è molto poco diffusa per la compressione degli spazi dovuta alle manutenzioni delle sponde e alle alte scarpate dei canali: fra le specie di questo gruppo possono riconoscersi solo poche specie fra cui la *Apium nodiflorum*, *Nasturtium officinale*;
- la seconda fascia è composta principalmente da *Thypha latifolia*, *Phragmites australis*, *Cyperus longus*, *Schoenoplectus lacustris*;
- la terza fascia è composta principalmente da *Salix alba*, *Populus alba*, *Cornus sanguinea* e *Solidago gigantea* (specie ali iena);
- la quarta fascia ad ontano e la quinta con le specie caducifoglie a farnia (*Quercus robur*), carpino bianco (*Carpinus betulus*) e con frassino meridionale (*Fraxinus angustifolia*) è sostanzialmente inesistente lungo i canali di bonifica o è molto limitata e la si ritrova sporadicamente in aree molto circoscritte salvatesi dalla bonifica o entro alcuni soprassuoli appartenenti a Siti di Interesse Comunitario o Zone a Protezione Speciale.

In alcuni tratti sono presenti fasce di vegetazione composte da specie esotiche come la robinia e l'eucalipto, anche se in totale la lista delle specie esotiche invasive è piuttosto lunga.

2.3.2 Analisi delle attività agricole e zootecniche prevalenti e caratterizzanti: aspetti metodologici

L'analisi dell'individuazione delle attività agricole prevalenti in ogni bacino imbrifero, indagato all'interno del presente progetto LIFE, è stata svolta (insieme al gruppo di lavoro dell'Azione 8.1 del presente) previa acquisizione di informazioni sull'impiego agricolo dei terreni da parte di A.G.E.A. (Agenzia per le Erogazioni in Agricoltura) e dal M.P.A.A.F. (Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali).

I dati A.G.E.A. si basano sull'incrocio dei dati derivanti dal S.I.A.N. (Sistema Informatizzato Agricolo Nazionale) con le istanze di finanziamento inoltrate dagli imprenditori agricoli e coltivatori diretti tramite il cosiddetto Modello Unico, il quale, a sua volta, attinge i dati dal Fascicolo Aziendale.

Quest'ultimo contiene, su base G.I.S., tutte le informazioni delle aziende agricole, dalla consistenza catastale delle pertinenze agricole con le relative colture praticate, alla eventuale consistenza del

patrimonio zootecnico (anagrafe zootecnica), alle informazioni di natura tributaria.

Le informazioni sono state fornite su base catastale e comprendono alcuni anni di uso del suolo per ogni particella catastale, ma senza la specifica degli anni di riferimento.

I dati del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali si basano invece sul Programma Statistico AGRIT 2010-2011, che realizza previsioni di superficie e di rese delle principali colture agrarie italiane, combinando i dati provenienti dalla rilevazione diretta in campo (su base catastale) con quelli ottenuti dalle immagini telerilevate.

I dati statistici acquisiti sono stati rielaborati e resi omogenei per anno di riferimento ed infine inseriti in ambiente G.I.S. in modo che fossero relazionati con i perimetri dei bacini e sottobacini.

Con l'analisi della sovrapposizione delle informazioni cartografiche e statistiche è stato possibile studiare e identificare, con il metodo di classificazione CORINE LAND COVER, il tipo di uso del suolo in ambito agricolo (classi 1 e 2) e per singolo bacino.

In molti casi il dettaglio delle informazioni ottenute ha permesso di entrare nel dettaglio della coltura in atto nel 2011 ed approfondire l'analisi sino al quarto livello COVER (vedi tabelle 2 e 3).

2.3.2.1. L'uso del suolo prevalente in relazione ai bacini idrografici indagati

Per la caratterizzazione agricola del territorio dei bacini idrologici riguardanti il progetto LIFE – Rewetland – è stato impiegato il metodo di classificazione del territorio Corine Land Cover con i relativi codici e sono state considerate le seguenti classi di rappresentazione:

- 212 – Seminativi
- 2121 - Foraggiere annuali
- 2122 - Foraggiere poliannuali
- 2123 - Seminativi con prevalenza di girasole
- 2124 – Incolti
- 2125 - Seminativi con prevalenza di mais: si tratta di coltivazioni promiscue composte da mais in mescolanza con altri seminativi
- 2126 - Seminativi con prevalenza di ortive: si tratta di coltivazioni prevalentemente orticole in cui tuttavia parte della superficie catastale era destinata anche a seminativo
- 2221 – Actinidia
- 2222 – Frutteti
- 223 – Oliveti
- 2223 – Vigneti
- 2241 - Colture permanenti: sotto questa definizione sono raccolti gli impianti e le colture arboree di incerta attribuzione

- 2242 - Eucalipteti (*Eucalyptus* spp.): si tratta di impianti arborei a corta rotazione per la produzione di frasche per addobbi floreali
- 2243 - Eucalipteti da barriere frangivento
- 225 - Colture protette e vivai.

Tale classificazione è stata condizionata dalla precipua modalità di conseguimento dei dati colturali e delle informazioni di base in termini di superficie, le quali riportavano in molti casi, sulle stesse particelle catastali, anche più di una coltura in atto, cosicché è stato necessario aggregarle e definirle secondo un unico “tipo colturale”.

Per questo scopo è stato adattato il sistema Corine Land Cover alle definizioni delle occupazioni di suolo impiegate da A.G.E.A.

I diversi usi del suolo sono stati associati alle superfici di occupazione nei singoli bacini ed infine sono stati riferiti alla totalità dei bacini (tabella 2).

Tale prima elaborazione è stata poi successivamente impiegata come base del lavoro per la stima dei carichi di sostanze trofiche, che vengono riversate nell’ambiente pedologico, e conseguentemente alle acque dalle attività agricole (cfr. paragrafo successivo).

1 – fiume Astura Codice bacino: AST/MOS		
Codici Corine Land Cover	Qualificazioni uso del suolo Corine III° e IV° livello	Superficie (ha)
212	Seminativi	589,99
2121	Foraggiere annuali	2.409,55
2122	Foraggiere poliannuali	464,37
2123	Seminativi con prevalenza di girasole	112,94
2124	Incolti	470,91
2125	Seminativi con prevalenza di mais	455,64
2126	Seminativi con prevalenza di ortive	665,38
2221	Actinidia	552,55
2222	Frutteti	1,69
223	Oliveti	8,55
2223	Vigneti	1.197,37
2241	Colture permanenti	16,95
2242	Eucalipteti (<i>Eucalyptus</i> spp.)	11,31
2243	Eucalipteti da barriere frangivento	12,73
225	Colture protette e vivai	204,17

2 – Canale Moscarello/Acque Alte Codice bacino: MOS		
Codici Corine Land Cover	Qualificazioni uso del suolo Corine III° e IV° livello	Superficie (ha)
212	Seminativi	9.450,31
2121	Foraggiere annuali	3.930,00
2122	Foraggiere poliannuali	2.127,39
2123	Seminativi con prevalenza di girasole	10,007
2124	Incolti	949,89
2125	Seminativi con prevalenza di mais	1.248,17
2126	Seminativi con prevalenza di ortive	1.259,18
2221	Actinidia	4.702,16
2222	Frutteti	183,04
223	Oliveti	4.697,82
2223	Vigneti	4.777,32
2241	Colture permanenti	736,35
2242	Eucalipteti (<i>Eucalyptus</i> spp.)	28,52
2243	Eucalipteti da barriere frangivento	72,66
225	Colture protette e vivai	265,88
241	Colture annuali associate a colture permanenti	0,35

3- Rio Martino/Canale Acque Medie Codice bacino: RMA		
Codici Corine Land Cover	Qualificazioni uso del suolo Corine III° e IV° livello	Superficie (ha)
212	Seminativi	2.467,19
2121	Foraggiere annuali	2.533,71
2122	Foraggiere poliannuali	2.455,39
2123	Seminativi con prevalenza di girasole	9,97
2124	Incolti	278,70
2125	Seminativi con prevalenza di mais	2.350,84
2126	Seminativi con prevalenza di ortive	2.112,24
2221	Actinidia	529,82
2222	Frutteti	44,23
2223	Vigneti	400,54
223	Oliveti	54,69
241	Colture annuali associate a colture permanenti	0,0015
2242	Eucalipteti (<i>Eucalyptus</i> spp.)	62,50
2243	Eucalipteti da barriere frangivento	179,67
225	Colture protette e vivai	303,10

4 - Fiume Sisto Codice bacino: SIS		
Codici Corine Land Cover	Qualificazioni uso del suolo Corine III° e IV° livello	Superficie (ha)
212	Seminativi	1.797,65
2121	Foraggiere annuali	1.031,90
2122	Foraggiere poliannuali	2.382,45
2123	Seminativi con prevalenza di girasole	84,74
2124	Incolti	362,84
2125	Seminativi con prevalenza di mais	1.839,33
2126	Seminativi con prevalenza di ortive	1.984,33
2221	Actinidia	214,85
2222	Frutteti	15,96
2223	Vigneti	36,77
223	Oliveti	170,57
2241	Colture permanenti	0,26
241	Colture annuali associate a colture permanenti	0,40
2242	Eucalipteti (<i>Eucalyptus</i> spp.)	73,33
2243	Eucalipteti da barriere frangivento	57,49
225	Colture protette e vivai	812,30

5 - Canale Linea Pio Codice bacino: BAD-LIN		
Codici Corine Land Cover	Qualificazioni uso del suolo Corine III° e IV° livello	Superficie (ha)
212	Seminativi	2.161,18
2121	Foraggiere annuali	649,06
2122	Foraggiere poliannuali	1.145,08
2123	Seminativi con prevalenza di girasole	66,49
2124	Incolti	138,83
2125	Seminativi con prevalenza di mais	644,29
2126	Seminativi con prevalenza di ortive	775,67
2221	Actinidia	36,21
2222	Frutteti	15,59
2223	Vigneti	6,48
223	Oliveti	118,61
2241	Colture permanenti	0
241	Colture annuali associate a colture permanenti	0
2242	Eucalipteti (<i>Eucalyptus</i> spp.)	3,10
2243	Eucalipteti da barriere frangivento	29,78
225	Colture protette e vivai	24,35

6 - Canale Selcella Codice bacino: BAD - SEL		
Codici Corine Land Cover	Qualificazioni uso del suolo Corine III° e IV° livello	Superficie (ha)
212	Seminativi	2.567,54
2121	Foraggiere annuali	584,40
2122	Foraggiere poliannuali	1.131,32
2123	Seminativi con prevalenza di girasole	73,36
2124	Incolti	0
2125	Seminativi con prevalenza di mais	2.157,57
2126	Seminativi con prevalenza di ortive	2.529,74
2221	Actinidia	8,35
2222	Frutteti	4,77
2223	Vigneti	1,33
223	Oliveti	94,79
2241	Colture permanenti	0
241	Colture annuali associate a colture permanenti	0
2242	Eucalipteti (<i>Eucalyptus</i> spp.)	1,86
2243	Eucalipteti da barriere frangivento	0
225	Colture protette e vivai	98,71

7 - Canale Botte Codice bacino: BAD - BOT		
Codici Corine Land Cover	Qualificazioni uso del suolo Corine III° e IV° livello	Superficie (ha)
212	Seminativi	1.106,09
2121	Foraggiere annuali	721,01
2122	Foraggiere poliannuali	803,88
2123	Seminativi con prevalenza di girasole	0,329
2124	Incolti	0
2125	Seminativi con prevalenza di mais	891,08
2126	Seminativi con prevalenza di ortive	292,27
2221	Actinidia	0
2222	Frutteti	4,64
2223	Vigneti	1,07
223	Oliveti	0
2241	Colture permanenti	0
241	Colture annuali associate a colture permanenti	0
2242	Eucalipteti (<i>Eucalyptus</i> spp.)	3,10
2243	Eucalipteti da barriere frangivento	52,67
225	Colture protette e vivai	78,41

8 - Fiume Ufente Codice bacino: BAD - UFE		
Codici Corine Land Cover	Qualificazioni uso del suolo Corine III° e IV° livello	Superficie (ha)
212	Seminativi	2.305,68
2121	Foraggiere annuali	1.179,38
2122	Foraggiere poliannuali	320,53
2123	Seminativi con prevalenza di girasole	0
2124	Incolti	604,39
2125	Seminativi con prevalenza di mais	333,49
2126	Seminativi con prevalenza di ortive	1.600,82
2221	Actinidia	0
2222	Frutteti	46,68
2223	Vigneti	5,08
223	Oliveti	819,95
2241	Colture permanenti	0
241	Colture annuali associate a colture permanenti	0,030
2242	Eucalipteti (<i>Eucalyptus</i> spp.)	0
2243	Eucalipteti da barriere frangivento	0
225	Colture protette e vivai	26,30

9 - Fiume Portatore Codice bacino: BAD		
Codici Corine Land Cover	Qualificazioni uso del suolo Corine III° e IV° livello	Superficie (ha)
212	Seminativi	241,34
2121	Foraggiere annuali	956,75
2122	Foraggiere poliannuali	33,43
2123	Seminativi con prevalenza di girasole	0
2124	Incolti	274,32
2125	Seminativi con prevalenza di mais	490,02
2126	Seminativi con prevalenza di ortive	502,06
2221	Actinidia	0
2222	Frutteti	26,17
2223	Vigneti	4,59
223	Oliveti	228,92
2241	Colture permanenti	0
241	Colture annuali associate a colture permanenti	0
2242	Eucalipteti (<i>Eucalyptus</i> spp.)	0
2243	Eucalipteti da barriere frangivento	35,85
225	Colture protette e vivai	142,48

10 - Bacini costieri Foce Verde - Rio Martino Codice bacino: MOS - RMA		
Codici Corine Land Cover	Qualificazioni uso del suolo Corine III° e IV° livello	Superficie (ha)
212	Seminativi	284,57
2121	Foraggiere annuali	1,13
2122	Foraggiere poliannuali	48,45
2123	Seminativi con prevalenza di girasole	0
2124	Incolti	157,10
2125	Seminativi con prevalenza di mais	310,78
2126	Seminativi con prevalenza di ortive	148,62
2221	Actinidia	0
2222	Frutteti	0
2223	Vigneti	4,75
223	Oliveti	0
2241	Colture permanenti	2,51
241	Colture annuali associate a colture permanenti	0
2242	Eucalipteti (<i>Eucalyptus</i> spp.)	28,86
2243	Eucalipteti da barriere frangivento	24,00
225	Colture protette e vivai	5,37

11 - Bacini costieri Sisto - Rio Martino Codice bacino: RMA - SIS		
Codici Corine Land Cover	Qualificazioni uso del suolo Corine III° e IV° livello	Superficie (ha)
212	Seminativi	106,84
2121	Foraggiere annuali	812,14
2122	Foraggiere poliannuali	196,48
2123	Seminativi con prevalenza di girasole	0
2124	Incolti	0,617
2125	Seminativi con prevalenza di mais	140,71
2126	Seminativi con prevalenza di ortive	1.071,81
2221	Actinidia	0
2222	Frutteti	5,48
2223	Vigneti	0
223	Oliveti	23,79
2241	Colture permanenti	0
241	Colture annuali associate a colture permanenti	0,33
2242	Eucalipteti (<i>Eucalyptus</i> spp.)	53,82
2243	Eucalipteti da barriere frangivento	8,79
225	Colture protette e vivai	146,56

Tabella 2

Dal confronto con la figura 3, in cui sono stati graficizzati i dati aggregati sull'uso del suolo dei bacini indagati, si possono ricavare alcune informazioni sulla consistenza e destinazione colturale del territorio dell'Agro Pontino:

1. su 89.382,73 ettari totali di superficie agricola i seminativi occupano 21.809,85 ettari cioè il 24,40% del territorio e rappresentano l'uso agricolo del suolo più esteso. Il bacino del Canale

Moscarello contribuisce con ben 9.450,31 ettari, ma in termini percentuali il bacino con maggiore presenza di seminativi rispetto la sua superficie totale risulta essere quello del Canale Linea Pio con il 37,13%;

2. 12.953,95 ettari, corrispondenti al 14,49%, riguardano colture foraggere annuali e 9.877,21 ettari, cioè l'11,05%, è investito da foraggere poliannuali. In totale 22.831,16 ettari, cioè il 25,5%, riguardano i due usi del suolo e questo dato aggregato è superiore al valore accertato per i seminativi. Nei singoli bacini le foraggere annuali sono maggiormente coltivate, in termini assoluti, nel Bacino del Canale Moscarello per circa 3.930 ettari (pari al 11,35%), ma il Bacino del Fiume Astura è investito maggiormente in termini percentuali raggiungendo il 34,07% del totale;
3. nel complesso la presenza di coltivazioni con presenza di mais è rilevante ed arrivano ad occupare 9.891,44 ettari, cioè l'11,07% del territorio. Il Bacino del Canale Selcella è quello maggiormente interessato a questo uso del suolo contribuendo con 2.157,43 ettari. In termini percentuali sono i piccoli Bacini Costieri Sisto – Rio Martino, con il 42,83%, ad essere più investiti dalle colture anzidette;
4. anche i seminativi con prevalenza di ortive sono molto rappresentati, poiché riguardano 9.921,84 ettari pari all'11,10%. Il Bacino Selcella è il più interessato da queste colture che coinvolgono 2.529,75 ettari con il 27,36% dell'intero bacino;
5. del tutto marginale è l'incidenza dei seminativi con presenza di girasole, sia in termini assoluti (358 ettari circa) che percentuali (0,40%). Il Bacino più interessato a questa coltura promiscua è l'Astura con 112,94 ettari e l'1,63% di superficie coinvolta;
6. benché coprano 6.338,13 ettari, i vigneti sono una coltura marginale per quasi tutti i bacini tranne che per il Bacino del Canale Moscarello, dove sono coltivati 4.777,32 ettari (pari al 13,80% del bacino) e per il Bacino del Fiume Astura che contribuisce per 1.197,38 ettari con ben il 17,28% della sua superficie;
7. il dato riguardante l'actinidia (che occupa 6.188,56 ettari pari al 6,92%) non è rilevante in termini assoluti, ma per il fatto che ben 4.876,31 ettari, pari al 78% circa dell'intera superficie così coltivata, siano concentrati nel solo Bacino del Canale Moscarello – Acque Alte, su cui dunque si concentrano tutti i problemi relativi al forte consumo idrico;
8. i frutteti coprono 306,54 ettari di territorio pari allo 0,34% del totale considerato, di cui il Canale Moscarello ne detiene la maggior superficie con 183,05 ettari, pari al 59,7% circa.
9. anche gli oliveti sono ben rappresentati e sono coltivati su 5.960,11 ettari (pari al 6,67% del totale della superficie dei bacini). Il 79% circa di essi sono ubicati nelle bacino del Canale Moscarello;

10. le colture permanenti occupano un territorio abbastanza esiguo sia in termini di superficie (756 ettari) che in termini percentuali (0,85%), ma il 97% circa del totale, corrispondente a 736,36 ettari sono concentrati nel solo Canale Moscarello;
11. nell'Agro Pontino insistono anche ben 1.405,18 ettari di "Colture Protette e Vivai" pari all'1,57% del totale. Tale dato è rilevante dal punto di vista economico, perché dimostra la presenza di un cospicuo "tessuto" di aziende che producono colture con un elevato grado di impegno tecnologico e finanziario. E' altresì significativo il fatto che ben 482,74 ettari cioè circa il 34% del totale è concentrato nel Bacino del Fiume Sisto dove possono determinarsi le criticità generalmente connesse agli impianti terricoli (impermeabilizzazione dei suoli e alterazione del bilancio idrogeologico, erosione accelerata, sovrasfruttamento degli acquiferi, ecc);
12. gli impianti di *Eucalyptus* spp. sono vegetanti su una superficie di circa 202 ettari totali corrispondenti allo 0,23%. Il bacino con più superficie occupata è il Fiume Sisto con 73,33 ettari, ma i Bacini Costieri Sisto – Rio Martino ne detengono una superiore quantità in termini percentuali (4,99%).
13. le colture annuali associate alle colture permanenti coprono una irrisoria quantità di territorio pari a 0,79 ettari e sono concentrate nel Bacino del Fiume Ufente e del Bacino Fiume Sisto.
14. il dato relativo agli incolti (che coprono una superficie di ben 3.014,03 ettari pari allo 3,37% del totale) è per alcuni versi sorprendentemente elevato, poiché le informazioni elaborate provengono in massima parte da portatori di interesse del settore agricolo e non tengono dunque conto delle innumerevoli aziende ormai inattive o dei lotti di terreno su cui non vi sono più, per diverse cause, vere e proprie attività agricole.
15. tranne che in prossimità del Fiume Ufente e del Canale Selcella le fasce frangivento sono presenti in tutti gli altri bacini e occupano una superficie stimata di ben 398,25 ettari, confermandosi come elemento strutturale in grado svolgere un'azione filtro sistemica a favore della "fitodepurazione diffusa";

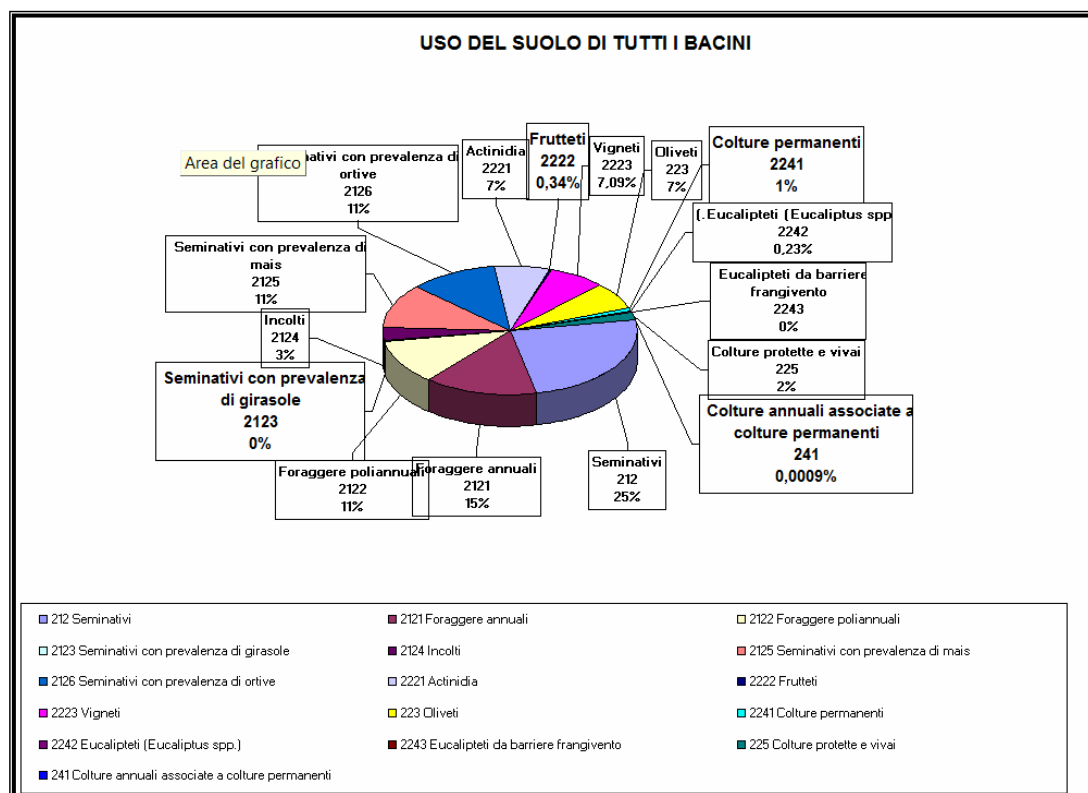


Figura 3

2.3.3 Valutazione dei carichi trofici per tipologia di uso del suolo

La stima dei carichi trofici distribuiti sul terreno (relativamente all'azoto, al fosforo e al potassio) dal settore agricolo di ogni bacino, è stata compiuta integrando lo studio dell'uso del suolo di cui al precedente paragrafo, con le nozioni sulle somministrazioni degli stessi elementi chimici per ogni coltura e per mese e derivanti dalla usuale pratica agronomica.

Le indicazioni provenienti dalla letteratura sono state poste al vaglio e confrontate con le esperienze di alcuni imprenditori agricoli locali (scelti uno per ogni tipologia colturale) e riportata nelle "Schede per agricoltori" (cfr. cap. 4), cui sono state proposte delle domande sull'assetto aziendale, idraulico, agronomico e colturale adottato in azienda. La sintesi fra teoria agronomica e pratica esercitata dagli operatori del settore ha permesso di adeguare la base conoscitiva teorica alla realtà operativa. In alcuni casi le somministrazioni impiegate dagli agricoltori superavano di molto le quantità consigliate dai canoni di "buona pratica agricola" e non seguivano metodi scientifici quali ad esempio la somministrazione di nutrienti in base alla stima delle perdite e dei fabbisogni colturali, ma bensì provenivano dalla personale esperienza maturata da ciascun agricoltore. E' altresì certo che in alcuni casi le somministrazioni effettivamente praticate, in particolare di P e K, erano minori di quanto solitamente accettato perché alcuni terreni dell'Agro Pontino sono ben dotati di questi due elementi.

Il risultato per singola coltura è stato poi riferito alla superficie occupata da ciascuna di esse così come proveniva dalle indicazioni AG.E.A. e AGRIT, ed infine esteso ad ogni bacino di studio. I risultati di ogni singolo bacino sono stati sommati per fornire dei valori di carico totali aggregati per ogni principio attivo (N, P, K) e per tutti i bacini indagati.

La distinzione fra i diversi usi del suolo ha dovuto tenere conto della necessità di creare un modello di stima sintetica dei carichi di N, P, K somministrati ai bacini e dunque di associare insieme in “classi di uso del suolo” più colture assimilabili. Inoltre ha dovuto tenere in conto del fatto che i dati forniti da AG.E.A., in molti casi, riportavano per ogni particella catastale diverse attività agricole praticate contemporaneamente sulla stessa superficie, cosicché è risultato utile aggregare in un’unica definizione alcune colture agronomicamente distanti fra loro (ad esempio seminativi con prevalenza di ortive, ecc.).

Non è stato possibile stimare i carichi provenienti dall’attività vivaistica e serricola perché è risultato inattuabile mettere insieme le informazioni relative alle somministrazioni dell’amplessima gamma di piante coltivate dentro di esse spesso con esigenze di concimazione antitetiche fra loro.

BACINI	CARICHI (Ton/ha/anno)		
	N	P	K
Astura	1.397,65	1.063,49	1.350,46
Canale Moscarello/Acque Alte	5.373,69	4.688,44	7.022,06
Rio Martino/Canale Acque Medie	3.158,01	2.670,01	3.520,98
Fiume Sisto	2.404,30	2.107,85	2.879,64
Canale Linea Pio	1.296,30	1.249,67	1.664,57
Canale Selcella	2.526,90	2.439,28	3.319,90
Canale Botte	855,08	701,15	854,06
Fiume Ufente	1.739,78	1.782,89	2.390,41
Fiume Portatore	684,14	563,24	669,51
Bacini costieri Foce Verde - Rio Martino	199,22	184,22	241,94
Bacini costieri Sisto - Rio Martino	829,01	794,09	1.063,99

Tabella 3 - Stima dei carichi trofici di origine agricola nei bacini idrologici della Pianura Pontina

Per ciò che attiene le somministrazioni di N, P, K bisogna considerare che l’azoto è l’elemento chimico che contribuisce di più ai fenomeni di eutrofizzazione delle acque perché è più mobile di fosforo e potassio e viene più facilmente lisciviato e dilavato, mentre al contrario fosforo e potassio si legano più facilmente al terreno e ne rimangono bloccati più a lungo.

Del resto i terreni della Pianura Pontina sono ben dotati di fosforo e soprattutto di potassio tanto più quanto siamo in presenza di terreni pesanti tanto che in alcuni casi questi due elementi vengono distribuiti nelle colture in modeste quantità, in alcuni casi anche minori delle indicazioni proposte dai protocolli sulle “buone pratiche agricole”.

Pertanto il problema della connessione fra qualità delle acque e carichi trofici provenienti dalla agricoltura riguarda principalmente il trasporto dell'azoto verso i canali di bonifica e fossi e solo in minor misura il fosforo e il potassio.

2.3.3.1 Analisi dei carichi

Azoto (N)

Il bacino che contribuisce maggiormente, in termini percentuali, al carico di N nel territorio agricolo è il Canale Moscarello / Acque Alte (MOS) con un valore pari al 26,26%. Il risultato è coerente con il fatto che, oltre ad essere il bacino più grande di quelli indagati, in esso persiste la più alta quantità di seminativi in termini di superficie e dunque di utilizzazione di azoto.

Se consideriamo il carico unitario (ton ha^{-1}) il Bacino Sisto - Rio Martino (RMA – SIS) risulta avere una distribuzione di N pari a $2,94 \text{ ton ha}^{-1}$ a fronte delle $0,34 \text{ ton ha}^{-1}$ del piccolo Bacino Rio Martino/Canale Acque Medie (RMA) e delle $0,27 \text{ ton ha}^{-1}$ del Bacino del Fiume Sisto.

La distribuzione mensile dei carichi di N riferita a tutti i bacini, indica una distribuzione massima nei mesi primaverili con un due picchi, di cui il primo nel mese di marzo (4.798 ton) e un secondo in maggio, mentre risulta minima in inverno.

L'andamento dei picchi di carico dipende dal tipo di contributo offerto dalle colture poiché il picco di marzo (4.798 ton) e di maggio (4.107 ton) si giustificano con la concimazione dei seminativi e del mais, mentre le ortive determinano una distribuzione del carico di N diffusa durante quasi tutto l'anno.

All'interno dei diversi bacini il picco nel carico di N può variare a seconda delle colture prevalenti, ma comunque rimane costante il dato che vede il periodo fra marzo e maggio quello con maggior incidenza dei carichi di N.

Fosforo (P)

La quantità di fosforo da distribuirsi sul terreno dipende solamente dalla capacità di assorbimento delle colture e dalla dotazione nel suolo, poiché è un elemento poco mobile e scarsi sono gli apporti naturali.

L'alta capacità di adsorbimento del terreno per il fosforo ne contrasta la lisciviazione e la percolazione verso le acque dei canali, tuttavia le esigenze nutrizionali delle colture (mais in particolare) nella fase di pre-semina ne impongono comunque una somministrazione superiore all'asportazione operata dalle piante.

Nella fattispecie il bacino del Canale Moscarello (MOS) contribuisce con la maggior percentuale di apporti (25,70%), seguito dal Bacino Rio Martino/Acque Medie (RMA) con il 14,63%, e dal Bacino del Fiume Sisto (SIS) con l' 11,55%.

Il carico unitario più elevato, pari a $0,29 \text{ ton ha}^{-1}$, è detenuto dal Bacino rio Martino / Acque Medie (RMA), seguito dal Bacino del Fiume Sisto con $0,24 \text{ ton ha}^{-1}$ e dal Bacino del Canale Moscarello (MOS) con $0,14 \text{ ton ha}^{-1}$.

Per ciò che attiene la periodicità annuale dei carichi si notano due picchi ambedue molto pronunciati, uno primaverile (in aprile con 5.983 ton) dovuto al contributo delle concimazioni dei seminativi e particolarmente del mais e l'altro in ottobre (3.570 ton) per l'influenza esercitata dalla concimazione delle colture orticole e foraggiere.

Potassio (K)

Considerando che il potassio è poco mobile nel suolo e che i terreni dell'Agro Pontino, particolarmente se pesanti, ne sono ben dotati, in alcune aree e nei casi di coltivazione del frumento, non viene somministrato. Tuttavia la coltivazione del mais e delle ortive, particolarmente nei terreni sabbiosi, ne richiedono sensibili quantità.

In termini percentuali il bacino con il maggior apporto di potassio è risultato essere il Bacino Moscarello (MOS) con un valore del 28,11%, seguito dal Bacino Rio Martino / Acque Medie (RMA) con il 14,10% e dal Bacino del Fiume Sisto con l'11,53%.

Il carico unitario è massimo nel Bacino Rio Martino/Acque Medie (RMA) con $0,38 \text{ ton ha}^{-1}$, poi dal Bacino del Fiume Sisto (SIS) con $0,32 \text{ ton ha}^{-1}$ ed infine dal Bacino del Canale Moscarello (MOS) con $0,20 \text{ ton ha}^{-1}$.

Il picco massimo di carico si manifesta in modo pronunciato in primavera e soprattutto in aprile (8.748 ton) per l'incidenza della coltivazione del mais e della coltivazione di ortaggi con una certa ripresa autunnale e particolarmente in settembre (2.741,47 ton) in concomitanza con le semina delle foraggiere e con la concimazione degli ortaggi e dei vigneti dopo la vendemmia.

Per l'approfondimento dei temi introdotti si rimanda alla relazione agronomica.

3. CRITERI TECNICO OPERATIVI PER LA GESTIONE E LA MANUTENZIONE DEL RETICOLO IDROGRAFICO DI COMPETENZA DEL CONSORZIO DI BONIFICA DELL'AGRO PONTINO

Riferimento PA/PRA Misura 2.3 (Realizzazione di fasce tampone e sistemi di fitodepurazione applicati alla rete idrologica principale)

3.1 Depurazione naturale e fitodepurazione: generalità e applicazione nell'ambito della piana pontina

La premessa metodologica indispensabile per **Linee Guida** che siano finalizzate all'applicazione funzionale - ed efficacemente distribuita - delle tecniche di fitodepurazione nel sistema idrografico del CBAP, è costituita dall'analisi della reale applicabilità dei principi della depurazione naturale al contesto locale. In questo approfondimento metodologico è dunque strategico indicare da subito quali siano le potenzialità della depurazione naturale e come queste si possano declinare alle peculiarità ambientale del territorio in oggetto.

E' quindi utile ricordare come il più importante processo di depurazione naturale sia quello che avviene spontaneamente nei corsi d'acqua dove la sostanza organica trasportata, sia essa di origine naturale o antropica, viene demolita da microrganismi (batteri, funghi) e i prodotti della mineralizzazione vengono riciclati dai vegetali (principalmente microalghe). "Le comunità microscopiche, *perifiton*, rappresentano il primo sistema depurante dei corsi d'acqua. Questo supporta fisicamente e biologicamente un secondo sistema depurante rappresentato dai macroinvertebrati che funge da acceleratore e regolatore del processo. Le specializzazioni alimentari dei macroinvertebrati sono innumerevoli: macro e microfiltratori, trituratori di materiale grossolano o minuto, sedimentato o sospeso, erbivori brucatori e succhiatori, raschiatori di *perifiton*, microspazzolatori della superficie dell'acqua, predatori di ogni tipo, parassiti, detritivori, limivori. Un ulteriore contributo alla rimozione di biomassa è fornito dai vertebrati, compresi quelli terrestri, che si nutrono dei macroinvertebrati acquatici: pesci, anfibi, rettili, uccelli, mammiferi. Questi organismi, nel loro insieme, possono essere considerati il terzo grande sistema depurante dell'ambiente fluviale".

L'efficienza dei tre sistemi depuranti è, a sua volta, condizionata dall'integrità dell'ambiente terrestre circostante, in particolare delle fasce di vegetazione riparia. Questo quarto sistema, oltre a creare un ambiente favorevole agli organismi microscopici, ai macroinvertebrati e ai vertebrati, svolge una duplice funzione depurante diretta, agendo da filtro meccanico e da filtro biologico. La vegetazione riparia, infatti, intercetta le acque di dilavamento dei versanti e ne rallenta la velocità, inducendo la sedimentazione del carico solido e degli inquinanti ad esso legati. A questa azione di

chiarificazione delle acque – che contribuisce alla limpidezza dei fiumi – si accompagna un ruolo protettivo nei confronti dell'eutrofizzazione fluviale per la rimozione del fosforo, legato alle particelle argillose sedimentate, e dell'azoto che viene assorbito dalle piante e denitrificato dai batteri associati allo strato radicale (*IFF 2007 Manuale APAT*). E' in questo ambito che si colloca la fitodepurazione s.s..

Un aspetto essenziale da mettere in rilievo, per la comprensione dei processi di autodepurazione, è il bilancio di massa di ogni livello trofico; per ognuno di essi *viene conservato circa il 10% della biomassa, mentre il restante 90% viene consumato con produzione di anidride carbonica e calore. L'autodepurazione è quindi un processo attivo, da non confondere assolutamente con la diluizione passiva degli inquinanti (La riqualificazione fluviale in Italia. Manuale CIRF- 2006).*

Le **tecniche di depurazione naturale**, ed in particolare le zone umide artificiali (*constructed wetland*, ovvero gli impianti di fitodepurazione), rappresentano soluzioni perfettamente appropriate per i problemi dell'infrastrutturazione igienico-sanitaria riscontrati diffusamente nel territorio pontino, in quanto rispondono bene alle esigenze di rispetto dell'ambiente e quindi di adeguati e affidabili abbattimenti dei carichi inquinanti e di contenimento e ottimizzazione sia dei costi di investimento che, soprattutto, di quelli di gestione, assai semplificata, non specializzata e a basso consumo energetico (consentendo peraltro il semplificato ricorso ad energie alternative).

Le zone umide artificiali offrono un elevato grado di controllo del processo depurativo naturale, permettendo uno specifico controllo della loro efficacia basato sulla natura del substrato, delle fitocenosi utilizzate, e delle condizioni idrauliche (permeabilità, velocità di scorrimento, tempi di ritenzione, ecc.).

Le tipologie di impianto vanno dai sistemi con vasche e canalizzazioni, tappezzati di vegetazione igrofila acquatica, a flusso superficiale, sub-superficiale, verticale, a vasche paranaturali di lagunaggio a veri e propri stagni e ambienti palustri.

A queste si aggiungono altre soluzioni quali le **fasce tampone**, costituite da formazioni vegetali lineari, di tipo arboreo o arboreo-arbustivo, particolarmente efficaci nell'abbattimento dei carichi diffusi di origine agricola. Le fasce di vegetazione riparia vengono spesso definite fasce tampone, in riferimento all'azione filtro che esse svolgono nei confronti degli inquinanti contenuti nelle acque che le attraversano: percentuali elevate di azoto, fosforo, pesticidi, tossine inorganiche, destinate ai corsi d'acqua vengono trattenute, intrappolate e nel migliore dei casi eliminate nell'attraversamento di fasce riparie dislocate e strutturate in modo adeguato.

In materia di depurazione naturale, pur applicata ad un contesto sensibilmente artificializzato quale quello della Piana Pontina, anche la rinaturazione dei corsi d'acqua, delle zone umide e la creazione di ecosistemi paranaturali negli ambiti riparali (o limitrofi ad essi) rappresentano un indirizzo di

grande portata. Oltre le metodologie tipologiche della **rinaturazione di alvei e ambienti ripari** (basate ad esempio sulla rimozione degli elementi di artificialità e sostituzione con opere naturalistiche, sulla **meandrizazione** e **rimodellamento delle sezioni**, sulla **manutenzione ecologica**), si ricordano anche le **casce di espansione**, il **ripristino delle aree golenali** e, come descritto, la realizzazione di fasce tampone ripariali. A fronte della molteplicità degli inquinanti (batteri, sostanze trofiche, metalli e composti vari, organici e inorganici), e dei loro meccanismi di diffusione, è opportuno sfruttare al meglio il potere autodepurante del terreno naturale, ottimizzando l'interazione acqua - suolo.

Nella taratura di azioni e interventi per la fitodepurazione, quali quelli oggetto delle presenti Linee Guida, viene così ricercata la massima integrazione dei processi di depurazione naturale operati dagli ambienti acquatici, dalla vegetazione e dal suolo. E' in questa prospettiva che viene posta una specifica attenzione alla conservazione della funzionalità dei suoli in relazione ai processi di **autodepurazione nel "non saturo"**: filtrazione, dispersione, reattività chimica (scambio cationico, reazioni acido-base, complessazione, adsorbimento/desorbimento), biodegradazione, volatilizzazione.

Considerando le specificità storiche ed ecologiche del territorio pontino è opportuno mettere in evidenza la presenza delle **fasce frangivento** come un elemento strutturale della sua bonifica idraulica: elemento che ha connotato profondamente il paesaggio ma che ha avuto anche un rilevante ruolo ecologico-funzionale. Le fasce frangivento costituiscono di fatto delle fasce tampone arboree, indirizzate originariamente alla funzione principale di "filtro atmosferico" ma certamente in grado di integrare anche funzioni idriche (drenaggio e depurazione delle acque), andando di fatto a costituire la declinazione locale del ruolo di fasce tampone.

Il ricorso alle tecniche di fitodepurazione fornisce evidenti vantaggi anche nel miglioramento del paesaggio e nella riqualificazione ambientale, poiché i neoecosistemi costituiti dalle zone umide artificiali (**constructed wetland**), hanno grande rilevanza naturalistica e sono in grado di sviluppare un ruolo significativo anche per gli aspetti collegati alle reti ecologiche, svolgendo in tale ambito un ruolo multifunzione.

Anche in considerazione dell'ampia variabilità delle portate e dei carichi inquinanti che caratterizzano settori della Pianura Pontina, le *constructed wetland* sono strategiche sia come impianti autonomi, sia se posizionate a valle degli impianti tradizionali, con lo scopo di affinare il trattamento e mitigare i possibili impatti residui prodotti da processi di abbattimento parziale degli inquinanti.

Come esposto inizialmente, considerando la capacità di autodepurazione delle zone umide naturali e paranaturali, lo stesso ripristino (o incremento) di funzionalità ecologica dei corsi d'acqua

(ancorché artificiali) consente di attivare il più efficace, distribuito ed economico sistema di controllo delle pressioni, sia generate dalle fonti di carico diffuse (carichi agricoli e carichi zootecnici), che dagli scarichi civili. E' su questo principio che vengono articolate le Linee Guida oggetto della presente lavoro.

La finalità delle Linee Guida, di cui all'azione 8.2 di *REWETLAND*, è la riqualificazione delle acque attraverso il recupero o l'acquisizione di naturalità, l'attivazione di processi naturali di rimozione degli inquinanti particolarmente incentrati sulla fitodepurazione. Per i canali artificiali il recupero di naturalità corrisponde ad un incremento del contenuto naturale, al quale segue il miglioramento ambientale connesso ai "servizi ambientali", definizione forzata ma che sintetizza l'insieme di funzioni ambientali svolte da un ecosistema artificiale funzionale: capacità di autodepurazione, rete ecologica, miglioramento paesaggistico, fruizione, ecc.

Trattandosi di sistemi prevalentemente artificiali o artificializzati devono essere garantiti gli obiettivi prioritari associati alle differenti funzionalità che anche un corso d'acqua artificiale deve fornire:

- funzionalità idraulica e idrogeologica
- funzionalità ecologica e ambientale
- funzionalità socio-economica
- funzionalità fruizionale e ricreativa

Nel caso della riqualificazione di un reticolo di bonifica è evidente la priorità della funzionalità idraulica e di quella socio-economica:

- la prima si identifica nella sicurezza idraulica ed efficienza del sistema di smaltimento delle acque, *(deve essere garantita la prevenzione delle alluvioni, non sempre e del tutto coincidente con il rapido smaltimento o deflusso delle acque)*,
- la seconda nella disponibilità quantitativa, (ma anche qualitativa), di acque per uso irriguo.

Tra le due si aggiunge una funzione complessa, mai del tutto esplicitata, ma irrinunciabile, del corso d'acqua come corpo ricettore e sistema escretore dei cataboliti prodotti dalle attività umana rappresentati dagli scarichi reflui e dagli apporti inquinanti in forma diffusa.

E' proprio a questa funzione complessa che fanno riferimento gli obbiettivi di recupero/conservazione della capacità autodepurante dei corsi d'acqua oggetto delle presenti Linee Guida.

Nel considerare la funzionalità idrogeologica è importante sottolineare i meccanismi di interazione acquifero-corso d'acqua, sia in termini di scambio idrico (conservazione risorse idriche e meccanismi di depurazione nel suolo), che per l'efficienza del drenaggio operato dalla rete di canali.

Facendo riferimento a quanto esposto nel capitolo 2 (*Finalità e organizzazione del lavoro*), a fronte della complessità dello stato ambientale e delle tendenze evolutive accennate, e delle relazioni con i fattori socio-economici, le Linee Guida si articolano in più contenuti:

- interventi di carattere prevalentemente strutturale (**misura 2.3** PA/PRA)
- interventi di manutenzione e gestione della vegetazione d'alveo e ripariale e della funzionalità idraulica ed ecologica (**misura 2.3** e indirettamente **misure 2.1, 2.2 e 2.4** del PA/PRA).

Nei prossimi paragrafi, allo scopo di approfondire gli aspetti tecnico operativi delle presenti linee di indirizzo, viene fatto diretto riferimento al *Manuale per la gestione ambientale dei corsi d'acqua – a supporto dei consorzi di bonifica della Regione Veneto* - www.venetoagricoltura.org (Figura 4) ed in particolare alle schede tecniche specifiche della tipologia di intervento riassunte nella tabella 4. Di particolare utilità anche le più recenti “*Linee guida per la riqualificazione ambientale dei canali di bonifica in Emilia-Romagna*¹” approvate dalla Regione Emilia - Romagna con propria deliberazione n. 246 del 5 marzo 2012.

¹ a cura di Assessorato Sicurezza territoriale, Difesa del Suolo e della Costa, Protezione civile Assessorato Agricoltura, Economia Ittica, Attività faunistico-venatoria Direzione generale Ambiente e Difesa del Suolo e della Costa della Regione Emilia-Romagna.

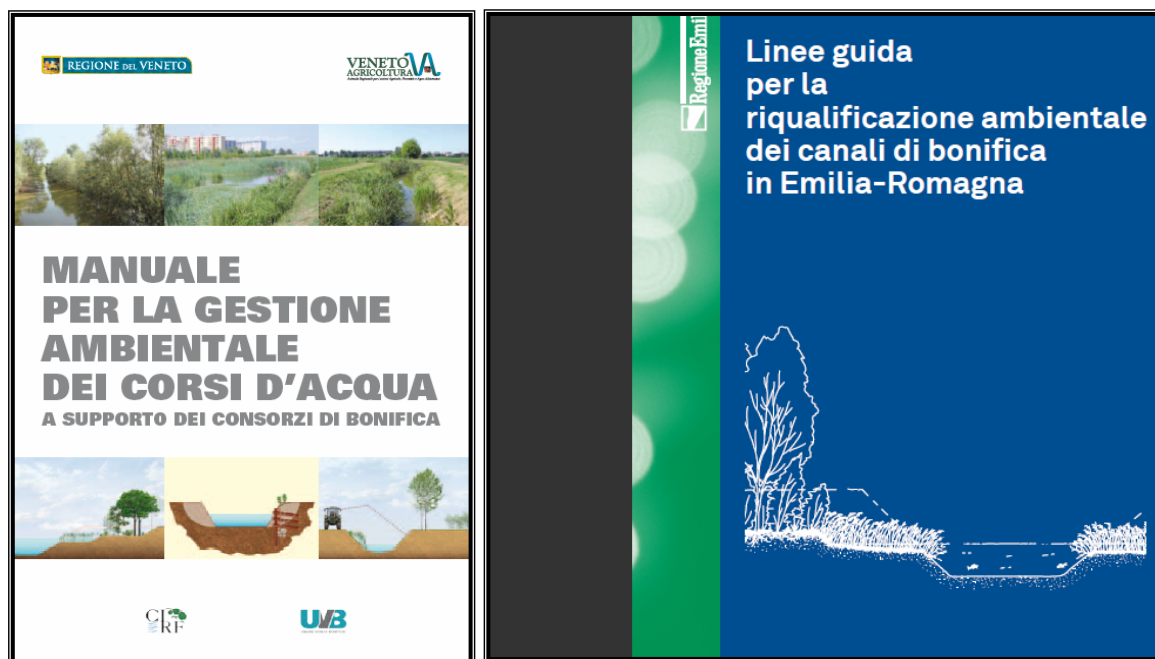


Figura 4

- **Ampliamento di tipo naturaliforme dei canali (scheda R1)**
- **Realizzazione di nuovi canali naturaliformi (scheda R2)**
- **Gestione di aree per l'esondazione controllata delle piante nel territorio rurale (scheda R3)**
- **Controllo dell'inquinamento diffuso mediante utilizzo di fasce tampone boscate (scheda Q1)**
- **Interventi di riqualificazione morfologica finalizzati all'incremento della capacità autodepurativa dei canali (scheda Q2)**
- **Creazione di zone umide in alveo (scheda Q3)**
- **Creazione di zone umide fuori alveo (scheda Q4)**
- **Creazione di trappole per sedimenti (scheda Q5)**
- **Risagomatura e rivegetazione delle sponde o definizione di una "fascia di mobilità" del canale (scheda D1)**

Tabella 4

3.2 Linee guida per interventi strutturali

In questa fase del lavoro, sulla base degli aspetti caratteristici dei principali bacini idrografici della Pianura Pontina (capitolo 2), vengono individuate tipologie di intervento, prevalentemente rappresentate da sistemazioni morfologico-topografico-batimetriche, finalizzate alla riqualificazione fluviale e miglioramento ambientale dei corsi d'acqua.

In sintesi questi riguardano:

- ✓ rimodellamenti d'alveo e ampliamenti di sezioni,
- ✓ creazione di fasce tampone ed altri ecosistemi filtro lineari
- ✓ realizzazione di ecosistemi filtro areali (stagni e ambienti palustri) e creazione di vasche di esondazione controllata.

E' utile qui evidenziare come nello Studio di fattibilità (rif. Azione 5.3 form C) del Progetto Pilota 3 del CBAP relativo a *Fasce Tampone lungo i canali dell'Agro Pontino*, proprio in merito all'articolazione dei bacini imbriferi pontini, ed alle relative diversità delle problematiche di riqualificazione delle acque, siano state proposte tre differenti aree di intervento sulle quali realizzare le differenti tipologie strutturali sopra indicate.

3.2.1 Interventi per l'incremento della funzionalità ecologica dei corsi d'acqua mediante sistemazioni morfologiche

Riguardano essenzialmente la **risagomatura dell'alveo** e la creazione/ripristino di sezioni idrauliche naturaliformi. Apparentemente si tratta di semplici movimenti di terra; un lavoro di escavazione per allargare la sezione idraulica di un canale od un fosso. Tuttavia il recupero, anche parziale, della dimensione e della forma costituisce, in condizioni di restringimento della luce idraulica o di occupazione d'alveo, l'intervento prioritario di recupero che, associato al ripristino/conservazione delle coperture erbacee ed arbustive, consente di evitare il ricorso a più impegnative opere di restauro ambientale. L'azione di risagomatura dell'alveo deve seguire un disegno quanto possibile naturale, non geometrico. Per i corpi idrici minori, interventi ottimizzati di rimodellamento possono essere realizzati con piccolo mezzo meccanico o, nei casi opportuni, a mano, avendo sempre cura di salvaguardare la vegetazione esistente di maggior pregio.

A titolo d'esempio si veda la figura 5, nella quale sono poste a confronto una sezione tradizionale con funzione solo idraulica (**sezione geometrica**) ed una che, oltre a svolgere analoga funzione idraulica (deflusso di una eguale portata liquida equivalente), svolge anche una funzione ecologico-naturalistica (**sezione naturalizzata**).

La verifica dell'equivalenza idraulica delle sezioni (figura 5) è stata condotta utilizzando la relazione di Chezy²: $V = \chi \times \sqrt{(R \times i)}$ $Q = A \times V$ dove $\chi = K \times R$ (Gaukler-Strickler)

² La relazione è stata applicata ponendosi nelle condizioni maggiormente restrittive, a favore della sicurezza, utilizzando i coefficienti di scabrezza K: per la sezione geometrica K = 60 (canalizzazioni in terra a tracciato regolare) e per la sezione naturalizzata K = 33 (corsi d'acqua naturali puliti, sinuosi con stagni e secche).

Il disegno è solo indicativo dei rapporti dimensionali tra le due sezioni, tuttavia si può facilmente dimostrare come l'ampliamento della sezione rinaturata comporti un allargamento di circa il 50% dell'alveo del profilo geometrico. In relazione ai vantaggi ottenuti, qualunque sia l'uso del suolo adiacente il corso d'acqua, la "perdita di terreno" che deriva dall'ampliamento delle sezioni è sicuramente trascurabile.

Come in parte evidenziato dalla stessa figura, nell'ambito della risagomatura dell'alveo possono prevedersi la realizzazione di particolari morfologie che tendono a diversificare le caratteristiche batimetriche dell'alveo e quelle di velocità della corrente con effetti estremamente positivi sulla qualità delle acque (ossigenazione in coincidenza di piccoli salti di fondo) per le comunità viventi (figura 7).

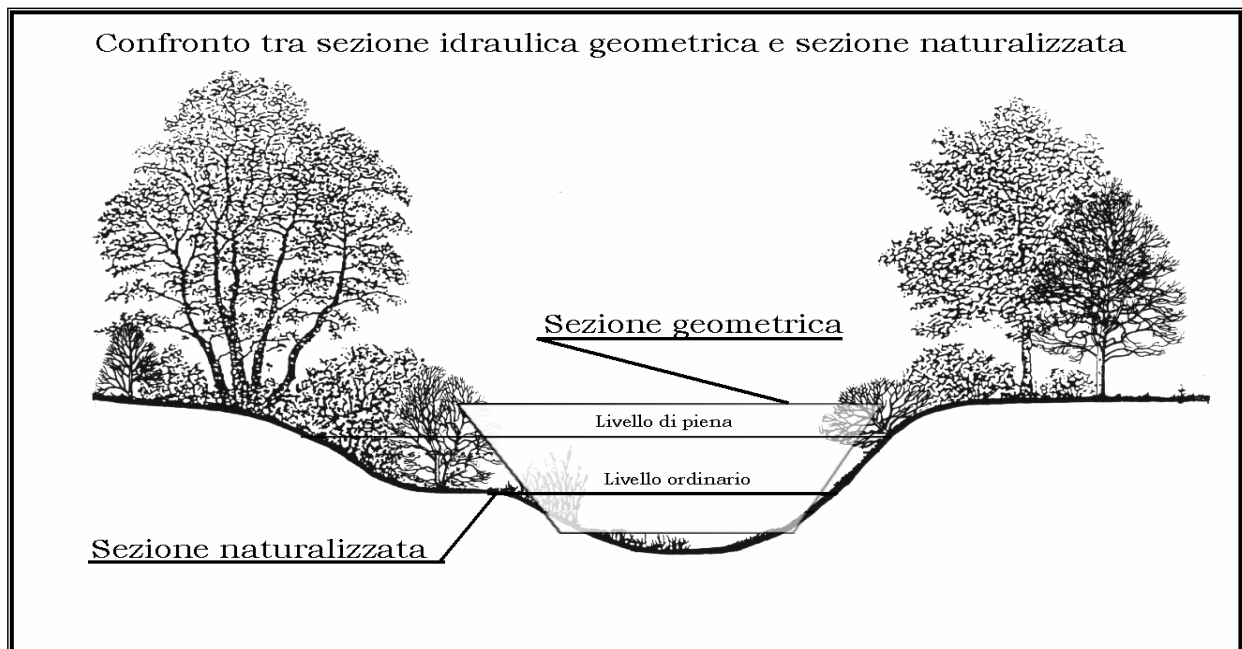


Figura 5

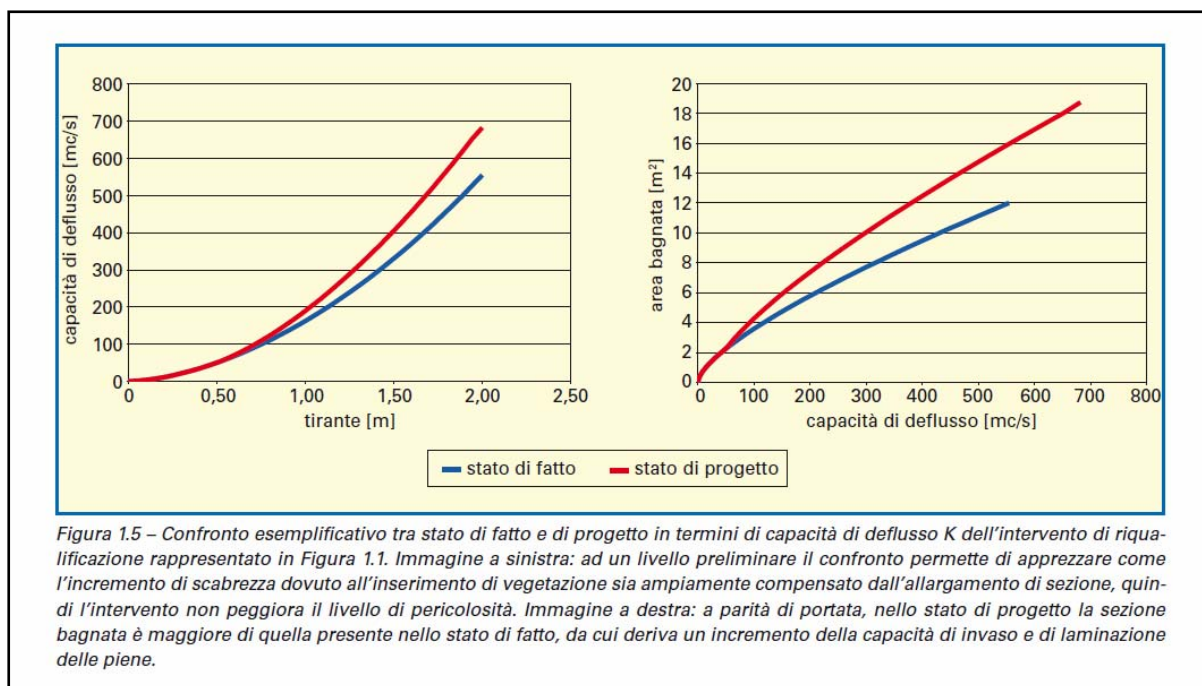


figura 6 - da Manuale per la gestione ambientale dei corsi d'acqua – a supporto dei consorzi di bonifica della Regione Veneto



Figura 7 – ricalibratura dell'alveo con andamento sinuoso del canale di corrente e realizzazione di banchine di espansione a pendenza variabile (da "Riqualificazione fluviale" Rivista del CIRF n. 4/11)

Il riferimento alle schede tecnico-operative del manuale della Regione Veneto è:

- Ampliamento di tipo naturaliforme dei canali (scheda R1)
- Realizzazione di nuovi canali naturaliformi (scheda R2)

- *Creazione di trappole per sedimenti* (scheda Q5)
- *Risagomatura e rivegetazione delle sponde o definizione di una “fascia di mobilità” del canale* (scheda D1)

Negli interventi di **diversificazione morfobatimetrica** dell'alveo dei corsi d'acqua (“naturazione delle sezioni idrauliche e dei profili longitudinali”) finalizzate all'incremento della funzionalità ecologica degli stessi, alcuni elementi morfologici sono infatti rilevanti: pozze e raschi, banchine sommerse, trappole per fango.

Formazione di pozze

Lungo l'alveo, ma in particolare alla confluenza dei fossi, possono essere scavate delle fosse più profonde che, specie in presenza di regimi di scorrimento periodico, consentono la permanenza dell'acqua anche in periodi asciutti, creando così zone rifugio per anfibi ed invertebrati.

Creazione di banchine sommerse e raschi

Movimenti d'acqua laminare o condizioni di limitata stagnazione, dipendenti anche dalla variabilità della portata, possono essere attivati mediante la creazione di gradini sommersi. Le piante che vivono sulla banchina, in larga parte rappresentate da canna palustre, possono costituire habitat per molti animali selvatici. Quando la banchina sommersa o i raschi creano accelerazione delle acque, turbolenza e piccoli salti di quota, si producono condizioni favorevoli all'ossigenazione delle acque, estremamente efficaci nel recupero della capacità autodepurante del corpo idrico.

Trappole per il fango

Si tratta di pozze nelle quali, rallentando la velocità della corrente, si favorisce la sedimentazione dei materiali argilloso-limosi. In tal modo, oltre a diversificare la morfologia dell'alveo, si riduce la necessità di dragaggi frequenti, evitando il disturbo di lunghi tratti di alveo e limitando, nel contempo, il trasporto di inquinanti. I luoghi dove creare le trappole per il fango devono essere facilmente accessibili ai mezzi di dragaggio, preferibilmente posti in vicinanza di ponti.

E' importante sottolineare, anche per la rilevanza, che quanto esposto ha in rapporto all'obiettivo di fondo di Life+ REWETLAND della riqualificazione delle acque superficiali, che le valutazioni dello **Stato di qualità dei corsi d'acqua**³ sono fortemente dipendenti dal loro stato morfologico (continuità longitudinale e laterale configurazione morfologica, variazioni di larghezza e profondità della sezione fluviale, configurazione e struttura alveo vegetazione nella fascia perifluviale) e stato idraulico (regime di portata e variabilità dei livelli). Questi influenzano evidentemente lo stesso

³ criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, DECRETO 8 novembre 2010 , n. 260 per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152,

Stato ecologico come pure le *Condizioni di habitat* (diversificazione e qualità degli habitat fluviali e ripari)

La qualità delle acque della rete di bonifica è quindi fortemente condizionata dalla stessa origine strutturale dei canali e dalla implicita artificialità, come pure dal regime di portata gestito artificialmente (sistemi di chiuse, derivazioni irrigue e sollevamento meccanico). Ove possibile quindi poter dotare il corpo idrico di opportuni elementi morfoidraulici⁴ a supporto della qualità ambientale e della funzionalità fluviale (eterogeneità di forme e geometrie, di condizioni idrodinamiche e sedimentologiche), unitamente ad un modello avanzato di manutenzione dei canali e gestione della vegetazione d'alveo e ripariale (oggetto delle azioni descritte nel paragrafo 3.3), rappresentano azioni prioritarie e indifferibili per la rivitalizzazione della rete di bonifica pontina e la conseguente riqualificazione delle acque.

Applicabilità

Per la realizzazione delle ricalibrature d'alveo e delle altre sistemazioni morfologiche dei corsi d'acqua della Piana Pontina queste tipologie di intervento devono essere organicamente pianificate ed adattate alle specificità idrauliche e geomorfologiche dello specifico ambito di applicazione.

La possibilità di realizzare le tipologie di intervento descritte (come per altri interventi di ricostruzione di zone umide o di recupero di naturalità affrontati oltre) trova infatti limitazioni in differenti fattori sia di carattere culturale e di ordine socio-economico:

- difficoltà di accettazione da parte della popolazione che vede nell'approccio naturalistico un "ritorno alle paludi" ed alla supremazia di una natura incontrollabile e dannosa,
- difficoltà legata ad una gestione idraulica tradizionale poco permeabile ad una visione più ampia del "collettore idraulico",
- difficoltà economiche per il reperimento delle risorse finanziarie necessarie per le opere e le eventuali compensazioni, specie a fronte dei due punti precedenti,
- frammentazione delle competenze e visione settoriale degli organi ed enti coinvolti negli iter autorizzativi.

che di contrasto di natura fisica:

- la richiesta di maggior disponibilità di superfici laterali,
- la frequente presenza di rivestimenti di fondo e laterali e manufatti idraulici (figure 8a e 8b).

3 La classificazione degli elementi idromorfologici (alla base della *qualità idromorfologica*) per la valutazione dello stato ecologico dei corsi d'acqua rappresenta un aspetto tra i più innovativi ed interessanti introdotti dalla Direttiva 2000/60 (allegato V).



Figura 8a

Figura 8b



In rapporto alla limitazione degli spazi ripariali è indiscutibile che l'ampiezza delle fasce demaniali non è quasi mai sufficiente a consentire ampliamenti significativi della pertinenza idraulica e la contestuale presenza di spazi di manovra per le manutenzioni (almeno per quelle condotte secondo i criteri tradizionali).

Una volta verificato, tramite consolidate procedure di calcolo (cfr. relazione idraulica), come l'ampliamento naturaliforme delle sezioni e altre modificazioni morfologiche non pregiudichino "l'officiosità idraulica", anzi vadano a vantaggio di questa, la presenza di aree a pericolosità idraulica come definite dal PAI, e l'interazione di queste con le altre tipologie di intervento (vasche di espansione, aree di esondazione pianificata e controllata, aree umide paranaturali), rappresentano un criterio importante per l'individuazione delle porzioni di reticolo dove concentrare ipotesi di attuazione. Tali ipotesi devono tenere conto di:

1. ampiezza della fascia demaniale
2. presenza di rivestimenti e di manufatti idraulici
3. condizioni di pericolosità e rischio idraulico
4. stato della qualità del corso d'acqua specie in relazione dei parametri ecologici

A questi si aggiunge un altro elemento generale, quindi non localizzabile arealmente, rappresentato dalla possibilità di impiegare attrezzature tecnologicamente avanzate per le manutenzioni (sfalci, trinciature, escavi o altri "movimenti terra"). In relazione a quest'ultimo punto è evidente, come approfondito nel paragrafo 3.3.3, che la disponibilità di mezzi dedicati - e per questo dimensionati rispetto alle mutate necessità manutentive - costituisce un momento chiave dell'intero processo di riqualificazione.

Nell'irrinunciabile processo di innovazione tecnologica delle manutenzioni, specie in relazione allo stato della vegetazione acquatica e ripariale, dovrebbe rientrare anche il ricorso a tecniche di monitoraggio dello stato dei canali condotto con piccole piattaforme di prossimità per l'acquisizione di immagini con un sistema di telerilevamento gestito dal CBAP (figura 9).

In relazione al **Modello di supporto decisionale (DSS)**⁵ associato al **Geodatabase** (Azione 6.4), una prima grossolana indicazione di potenziale applicazione è individuata dalla categoria di valutazione *tipologia del corso d'acqua*, nell'ambito della quale sono stati distinti i corsi d'acqua o i tratti d'alveo tombinati, quelli con sponde rivestite (in pietra, cls, ecc..), dai corsi d'acqua classificati nel reticolo come "a cielo aperto".

Un esempio di sistemazione morfologica d'alveo è rappresentato dall'intervento di naturazione del canale effluente della Idrovora di Forcellata (canale Selcella) previsto dal Progetto Pilota 3 (AREA 3).

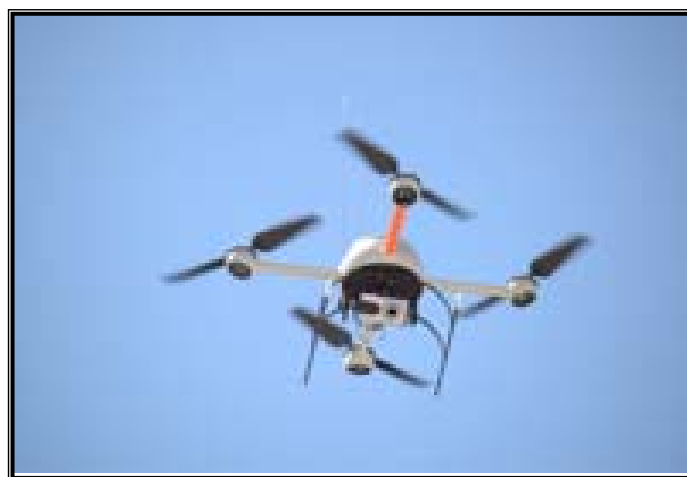


Figura 9

Nelle specificità della condizione locale (disponibilità di spazio, assetto topografico, assetto idrologico ed idraulico, uso del suolo), una volta adeguatamente approfondite, la soluzione ottimale è quella di realizzare interventi di rimodellamento minimali e funzionali, quindi rendendo questi fortemente sinergici con:

- i caratteri morfo batimetrici e idrodinamici delle sezioni
- la gestione di livelli idrici ecologicamente funzionali
- la gestione della vegetazione acquatica e ripariale.

⁵ “....che, attraverso l'individuazione di fattori/caratteristiche escludenti, di attenzione o di preferibilità, consente di classificare il reticolo sulla base di criteri di opportunità o dell'idoneità dello stesso ad ospitare una fascia tampone”
Relazione conclusiva realizzazione del geodatabase del Consorzio di Bonifica in formato open source.

3.2.3 Interventi per la fitodepurazione attraverso fasce tampone e altri ecosistemi filtro di carattere lineare

3.2.3.1 Fasce tampone

Le Fasce Tampone (FT), sono costituite da formazioni vegetali lineari, differentemente strutturate, che integrano strati arborei, arboreo-arbustivi, arbustivi ed erbacei, aventi la capacità di trattenere sedimenti fini, sostanze nutritive e inquinanti: costituendo interfaccia tra il territorio e i corsi d'acqua, depurano le acque di ruscellamento, provenienti dai campi, dalle sostanze inquinanti derivate principalmente da fertilizzanti e prodotti fitosanitari.

Per la potenzialità che le FT hanno nella rimozione di carichi trofici (principalmente NO_3) derivanti da fonti agricole diffuse, in una piana alluvionale nella quale le aree vulnerabili ai NO_3 hanno una incidenza molto elevata, già nella sua fase di impostazione il progetto REWETLAND pone molta attenzione ad una applicazione estensiva della tecnica. E' quindi necessario verificarne **concretamente** la fattibilità e la funzionalità nelle condizioni idrologico-strutturali dell'area pontina. Queste sono fortemente legate:

- alle differenti tipologie di sezioni trasversali dei corsi d'acqua, rappresentati da canali di bonifica molto geometrici e, solo subordinatamente, da corsi d'acqua naturali regolarizzati,
- alle attività agricole e zootecniche delle aree adiacenti,
- ai caratteri morfotopografici e idrogeologici dei terreni sub-superficiali.

Le fasce di vegetazione riparia vengono spesso definite **fasce tampone**, in riferimento all'azione filtro che esse svolgono nei confronti degli inquinanti contenuti nelle acque che le attraversano: percentuali elevate di azoto, fosforo, pesticidi, tossine inorganiche, destinate ai corsi d'acqua vengono trattenute, intrappolate e nel migliore dei casi eliminate nell'attraversamento di fasce riparie dislocate e strutturate in modo adeguato.

Avanzate conoscenze relative all'inquinamento da azoto, individuano questo elemento, facilmente mobilizzato nei flussi idrici superficiali e sotterranei, come principale responsabile dei fenomeni di eutrofizzazione e successiva deossigenazione delle acque, la cui presenza è garantita da input di derivazione sia antropica:

- in massima parte dovuti all'utilizzo di concimi azotati nei terreni ad uso agricolo, ma anche allo spandimento di reflui),

sia naturale:

- precipitazioni atmosferiche, azotofissazione, degradazione di organismi vegetali.

In condizioni ottimali, sono stati registrati tassi di abbattimento dell'azoto disciolto nelle acque che fluiscono attraverso gli ecotoni ripari realmente significativi, con valori superiori all'80%. Ciò è dovuto in parte all'assorbimento dell'apparato radicale (uptake), ed in parte al processo di denitrificazione, nel corso del quale i batteri denitrificanti trasformano, riducendole, le forme minerali di azoto in azoto gassoso, che finisce in atmosfera (Gumiero, 2003).

L'azione filtro operata tra l'ambiente terrestre ed il corso d'acqua, si sviluppa anche per azione meccanica, trattenendo il carico solido delle acque di ruscellamento superficiale (figura 10) e rimuovendo attivamente, per il processo dell'assorbimento, nutrienti ed inquinanti. La sedimentazione rappresenta un meccanismo importante per il miglioramento della qualità delle acque, non solo perché il sedimento stesso può contaminare le acque ma anche perché nei sedimenti si concentrano, attraverso processi di adsorbimento, nutrienti ed altre sostanze inquinanti come alcuni fitofarmaci; anche le sostanze contaminanti disciolte possono essere sottratte all'acqua ed essere adsorbite dalle particelle solide. Questo può portare ad una rimozione definitiva dei contaminanti attraverso l'accumulo ed il seppellimento nei sedimenti di fondo o attraverso la degradazione chimica e biochimica.



Figura 10 - dilavamento dei suoli a margine della fascia ripariale di Rio Martino

La denitrificazione rappresenta in ogni caso il processo in grado di rimuovere definitivamente l'azoto, mantenendo la sostenibilità della funzione tampone nel tempo (Figura 11); attraverso di esso gli ossidi di azoto vengono rimossi dal terreno e dall'acqua, con rilascio di azoto gassoso nell'atmosfera. Il processo di denitrificazione è operato da batteri anaerobi facoltativi in grado di utilizzare i nitrati NO_3^- nei loro processi respiratori quando vengono a trovarsi in carenza o assenza di ossigeno (respirazione microbica anaerobica).

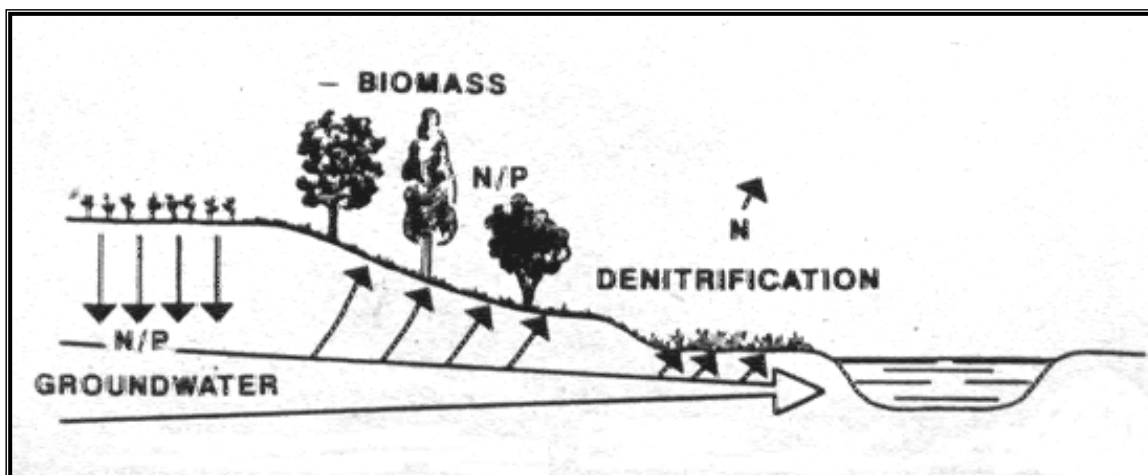


Figura 11 - Rappresentazione dei deflussi di azoto attraverso un'area riparia (da Peterjhon & Correll, 1984)

Questi periodi di anossia si verificano quando il suolo viene saturato dall'innalzamento del livello dell'acqua durante le piene. La denitrificazione è dunque largamente dipendente dalla frequenza e dalla durata dei periodi di inondazione nelle fasce riparie. Oltre alle **condizioni anaerobie**, gli altri fattori necessari per il processo di denitrificazione sono la disponibilità di **carbonio organico** e una quantità sufficiente di **nitrati**. La loro disponibilità è legata ai processi di decomposizione della lettiera (mineralizzazione della sostanza organica) e ai nutrienti trasportati dai deflussi idrici. Le zone riparie, caratterizzate dall'elevata presenza di nutrienti e disponibilità idrica, sono altamente produttive e quindi ricche di carbonio organico e di conseguenza sostengono elevati tassi di denitrificazione. Il ruolo che la vegetazione svolge nel processo di denitrificazione è indiretto, in quanto essa contribuisce a sostenere le popolazioni microbiche, tra le quali sono presenti anche i batteri denitrificanti, da un lato fornendo energia attraverso la decomposizione della lettiera e dall'altro offrendo l'habitat ottimale per tutti i microrganismi del suolo rappresentati dalla "rizosfera" ricca di essudati radicali (Haycock & Pinay, 1993). Il livello della falda acquifera rappresenta pertanto uno dei fattori di primaria importanza nel determinare l'efficacia di una fascia tampone.

A questo riguardo si richiama l'attenzione sul paradosso rappresentato dalle sistemazioni idrauliche dei terreni agricoli, finalizzate proprio ad allontanare le acque in eccesso durante il periodo autunno-invernale. Ciò spesso può portare ad un "eccessivo" abbassamento della falda acquifera, con una riduzione o addirittura un annullamento dell'effetto tampone per cui, in questo contesto, anche la gestione delle acque di drenaggio dovrebbe essere effettuata in modo tale da assicurare un adeguato "franco di coltivazione", senza per questo limitare o annullare la funzione tampone delle fasce riparie.

Per una corretta progettazione degli interventi di riqualificazione mediante FTV è più importante valutare l'interfaccia con l'ambiente terrestre piuttosto che la superficie occupata dal corpo idrico.

Uno dei problemi di difficile risoluzione è determinare l'ampiezza minima di queste fasce tampone. Dai numerosi studi effettuati si è visto che il processo di denitrificazione raggiunge i massimi valori nei primi metri di fascia a contatto con l'ambiente terrestre vero e proprio; come conseguenza l'efficacia di queste fasce tampone dipende maggiormente dalla sua estensione lineare piuttosto che dalla superficie che occupa.

Per definire le capacità di rimozione dell'azoto è importante considerare due aspetti:

- le vie attraverso le quali l'azoto entra nell'area tampone ed i tempi di permanenza (deflussi, profondità della falda, precipitazioni, tempi di permanenza in falda etc.)
- le potenzialità di trasformazione dell'azoto all'interno dell'ecotono ripario.

I numerosi dati sperimentali disponibili in letteratura fanno riferimento a larghezze variabili tra i 5 e i 30 metri; nelle zone dove le condizioni precedentemente descritte sono ideali, la larghezza minima è di 10 metri. In ogni caso nel dimensionamento deve prevalere un approccio in grado di ottimizzare gli aspetti ecologici in relazione a quelli idrologici.

L'idrologia rappresenta una variabile chiave nella gestione delle fasce tampone vegetali, in quanto l'acqua è il principale vettore degli inquinanti di origine agricola. Nell'affrontare qualsiasi progetto di recupero che preveda la creazione e/o riqualificazione di fasce tampone, si deve partire da un'accurata analisi dell'idrologia dell'area in questione. Infatti, presupponendo di avere delle coltivazioni poste a una certa distanza dal fiume, qualora si volesse attivare una funzione di filtro nei confronti delle acque provenienti da queste aree agricole, sarà indispensabile conoscere l'andamento dei flussi superficiali di tali acque, la profondità del loro flusso subsuperficiale e l'entità di eventuali fenomeni di lisciviazione (figura 12).

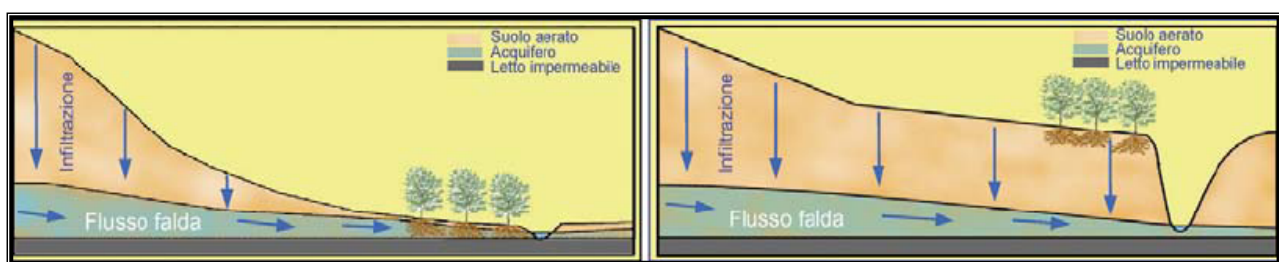


Figura 12 - Relazione tra profondità della falda e vegetazione ripariale: con falda superficiale condizioni favorevoli alla denitrificazione (Sx), con falda profonda(Dx) inefficacia della vegetazione ripariale come sistema tampone

Un altro aspetto che non va trascurato riguarda il rapporto tra la scelta degli obiettivi da perseguire e le dimensioni dei corsi d'acqua. Infatti, per migliorare la qualità dell'acqua, la creazione di buffer zones risulta molto più efficace in fiumi di dimensioni ridotte. E' chiaro che un intervento strutturale sull'intera rete di piccoli corsi d'acqua che confluiscono sullo stesso fiume, finirà per migliorare anche la qualità di quest'ultimo. Nella riqualificazione delle acque superficiali interessate da sovraccarico di nitrati è infatti opportuno realizzare FTV sulla rete minore, quella che

vascolarizza il territorio, aumentandone l'interfaccia acqua – territorio attraverso una miriade di piccoli corsi d'acqua naturali o artificiali. In queste condizioni la larghezza delle fasce vegetali può raggiungere i valori più bassi a vantaggio di uno significativo incremento dello sviluppo lineare (figura 13).

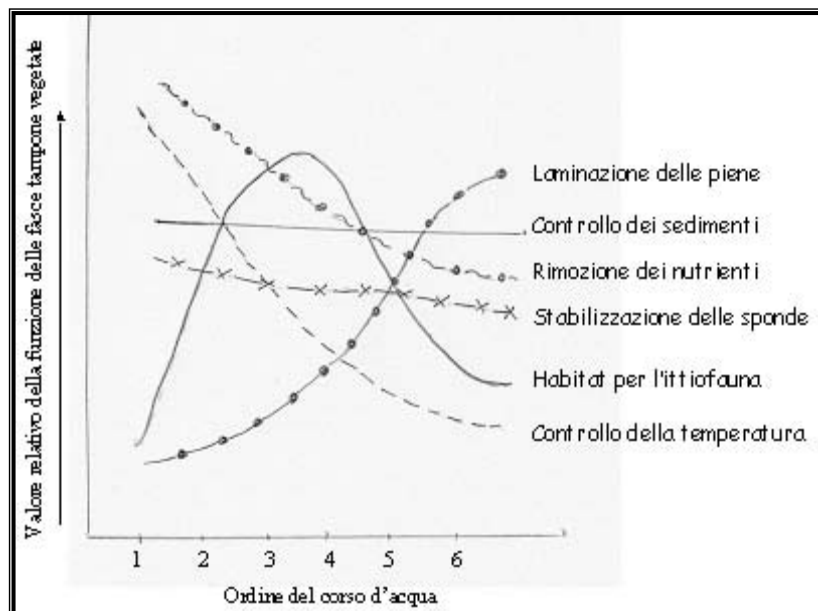


Figura 13 - effetti dell'ordine dei corsi d'acqua sulle diverse funzioni delle fasce tampone boscate (USDA, 1998)
n.b.: un numero d'ordine basso coincide con corso d'acqua di minori dimensioni

Questo è particolarmente vero nelle pianure bonificate come l'Agro pontino, dove i corsi d'acqua di piccole dimensioni costituiscono la massima parte della lunghezza totale della rete idrica e come conseguenza captano la maggior quantità dei deflussi che si originano all'interno dei bacini.

Per l'importanza di questo aspetto, nella caratterizzazione idraulica dei diversi bacini della Piana Pontina è stata affrontata la valutazione delle densità di drenaggio relativa ai corsi d'acqua di diverso ordine. In funzione dei caratteri geomorfologici ed idraulici dei bacini, sono state così scelte aree campione, individuate anche in relazione ai casi di studio delle Aziende agricole prese in esame nel Cap. 4. In aggiunta all'interrogazione del SIT del CBAP relativa ai corsi d'acqua principali e secondari (figura 14), per ciascuna area dello sviluppo indicativamente compreso tra 2 e 4 Km², è stato quantificato lo sviluppo del sistema di scoline ricavato dalla digitalizzazione della CTR del Lazio alla scala 1:5.000

L'esempio fornisce una dimensione dell'interfaccia rete idrologica/aree coltivate nell'area pontina e di quanto potrebbe essere significativo un intervento sul sistema di siepi e piccole formazioni vegetali lineari piuttosto che sulla rete dei canali principali peraltro per la maggior parte con sistemi arginali sopraelevati rispetto a piano campagna (figura 15).



Figura 14

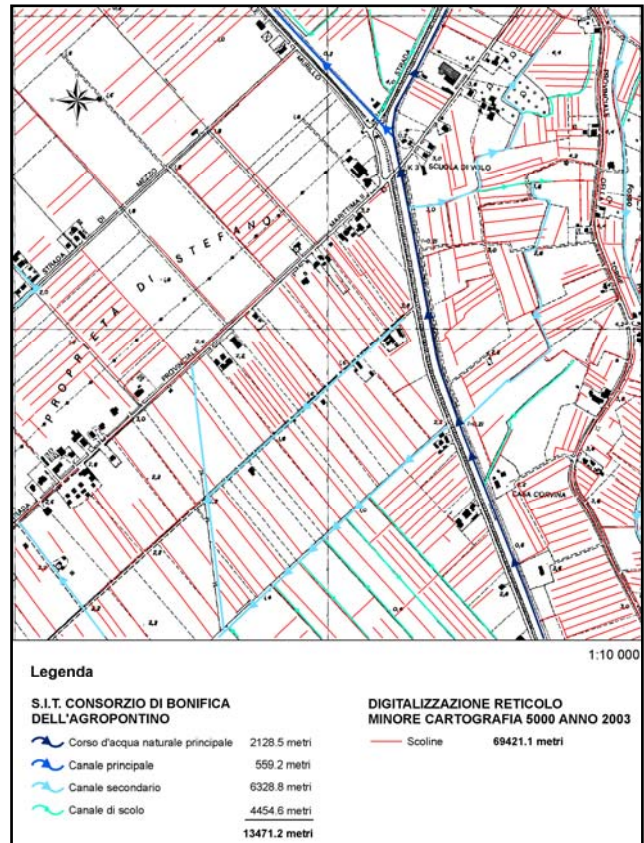


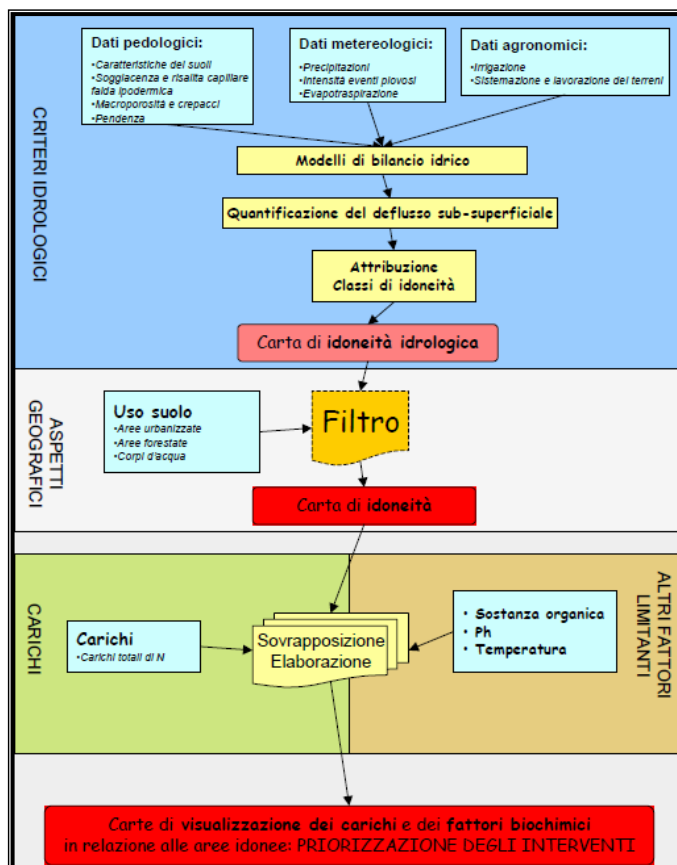
Figura 15 – Sistema arginale del Canale Acque Alte con argine superiore in elevazione dal piano campagna

Nella tabella 5 sono riassunti gli esiti dell'analisi, da cui si dimostra come nel controllo dell'inquinamento da fonti diffuse (in particolare NO_3) interventi basati su fasce ripariali filtro lungo i corsi d'acqua del reticolo principale di competenza del CBAP (misura 2.3 del PA/PRA), oltre alle

limitazioni strutturali descritte, possano risultare meno significativi rispetto a quelli sul reticolo inferiore di pertinenza privata (misura 2.2).

N.	Bacino	Lunghezza				Estensione superficie campione (km ²)	Densità				
		Scoline (km)	Canali Secondari (km)	Canali principali (km)	totale reticolo (km)		Scoline (km/km ²)	Canali Secondari (km/km ²)	Canali principali (km/km ²)	totale (km/km ²)	Incidenza scoline/totale (%)
1	Astura	13,9	1	1,7	16,6	2,214	6,28	0,45	0,77	7,5	83,7
2	Colmata	5,57	1,75	3,4	10,72	1	5,57	1,75	3,4	10,72	51,9
3	Acque Alte	38,5	4,8	0,95	44,25	3	12,83	1,6	0,32	14,75	87
4	Acque Medie	17,4	5	2,2	24,6	3,3	5,27	1,51	0,66	7,45	70,7
5	Canale Linea	46,5	0,7	2,8	50	2,85	16,31	0,24	0,98	17,54	93
6	Selcella Ufente	62	3,5	3,1	68,6	3,43	18,07	1,02	0,9	20,62	87,6
7	Foresta planiziaria	0	0	17,043	17,043	23	0,0	0,0	0,74	0,74	0
8	Fiume Sisto	83,4	3,24	7,05	93,69	3,88	21,49	0,83	1,82	24,15	89
9	Moscarello	100,5	5,05	3	108,55	5,7	17,63	0,88	0,53	19,04	92,6

Tabella 5



Per quanto esposto risulta con evidenza come la pianificazione - e soprattutto la progettazione di FTV - debba porre la massima attenzione nei confronti delle condizioni locali (figura 16). Considerando, come già rilevato, che l'efficacia dei sistemi di FTV è massima nelle aree agricole caratterizzate da sovraccarico di nitrati, tra gli aspetti rilevanti da tenere conto vi sono le concimazioni azotate, le pratiche di spandimento dei reflui zootecnici, le irrigazioni (tipologia e quantità) ed i sistemi di drenaggio.

Figura 16 - Pianificazione degli interventi con FTV Da Progetto Life FT Consorzio di Bonifica Dese Sile (Bruno Boz – Bruna Gumiero – Giuseppe Baldo - Paolo Cornelio)

Come accennato in precedenza, ancora una volta emerge una contraddizione “strutturale” che tende a rendere critico il ricorso alle FTV nell’ambito del territorio del CBAP: i sistemi di drenaggio delle coltivazioni, siano essi superficiali che sotterranei, sversano direttamente le acque nei collettori, bypassando lo strato radicale delle FTV e annullando i meccanismi di denitrificazione. Si tratta ovviamente di una condizione diffusissima sulla quale è opportuno intervenire con specifici interventi.

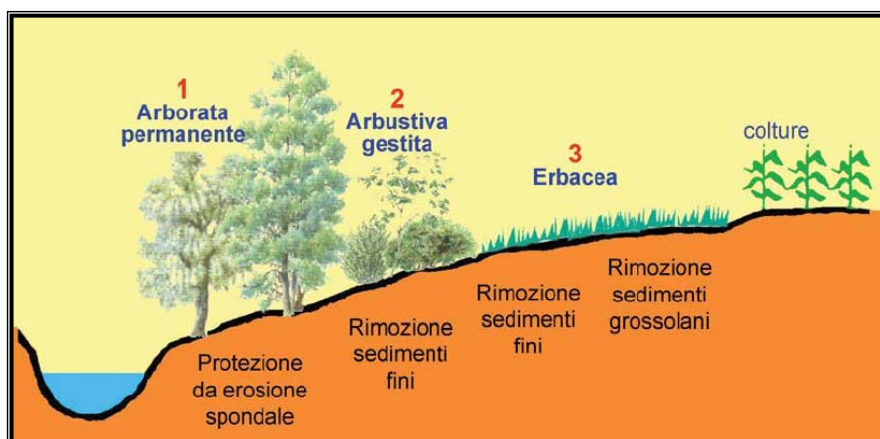


Figura 17 -Fascia tampone composta



Figura 18 - Fasce tampone in prossimità di coltivazioni di mais (Gansi, 2005)

APPLICABILITA'

Ribadita ancora una volta la necessità di una attenta caratterizzazione sito specifica della porzione di reticolo interessata dagli interventi di riqualificazione mediante “ecotoni ripariali” rappresentati da FTV, sintetizzando quanto esposto, per valutare l’applicabilità funzionale è necessario incrociare indicatori di fattibilità con i fattori alla base della funzionalità delle strutture vegetali lineari. Nei seguenti elenchi una lista minimale dei fattori da prendere in considerazione

Fattori governanti la fattibilità:

- regime di proprietà e disponibilità di spazi
- regime vincolistico e normativo

- uso del suolo
- analisi delle relazioni e degli effetti ambientali
- stima della sostenibilità finanziaria e convenienza economica sociale

Fattori governanti la funzionalità:

- Assetto topografico: pendenze e modalità di scorrimento superficiale
- Assetto idrologico: relazioni tra la regimazione idraulica dei terreni ed il corso d'acqua recettore
- Presenza di elevati carichi trofici (C, NO₃, P)
- Presenza di falda superficiale
- Tessitura dei suoli, permeabilità e infiltrazione efficace
- Erodibilità dei suoli e presenza di fenomeni di dilavamento
- Tipologia delle coltivazioni e intensità di produzione
- Pratiche agronomiche in uso (irrigazione, lavorazioni del terreno, pratiche di concimazione e trattamento fitosanitario)

La valutazione dell'applicabilità delle FTV, attraverso una analisi organica dei fattori limitanti e favorevoli al ricorso a questa tipologia di intervento, si può utilizzare una semplice lista di controllo:

1. è disponibile una fascia di terreno di almeno 5÷10 metri per l'impianto di FT?
2. è garantita la possibilità della manutenzione e gestione della biomassa vegetale prodotta?
3. la fascia individuata è libera da vincoli, restrizioni o altri condizionamenti di ordine formale?
4. rappresenta interfaccia tra acque superficiali e aree agricole?
5. si è in presenza di elevati carichi di azoto e carbonio organico?
6. è attivo un deflusso sub superficiale significativo sufficientemente stabile nel tempo?
7. è presente una falda a profondità utile per formazioni vegetali arboree?
8. sono presenti meccanismi di erosione e dilavamento dei suoli?
9. è significativa la funzione di filtro meccanico esercitata da coperture erbacee e arboreo-arbustive?

Schematizzando all'estremo le condizioni idrauliche del reticolo pontino si può fare riferimento ai due schemi riportati nella figura 19a e 19b.

L'**assetto idraulico**1 è relativo ai corsi d'acqua dei bacini impostati su terreni alluvionali a prevalente matrice limoso argillosa, prevalentemente sub pianeggianti e depressi, rappresentanti la

maggior parte dell'agro Pontino (Fiume Sisto, Fiume Ufente, Canale Selcella, parte del bacino del canale Acque Alte).

In queste situazioni tra il corso d'acqua principale ed i campi esiste sempre un argine ed un controfosso che intercettano il deflusso superficiale con una struttura che di fatto rende inapplicabile la FTV almeno nell'accezione e nella tipologia.

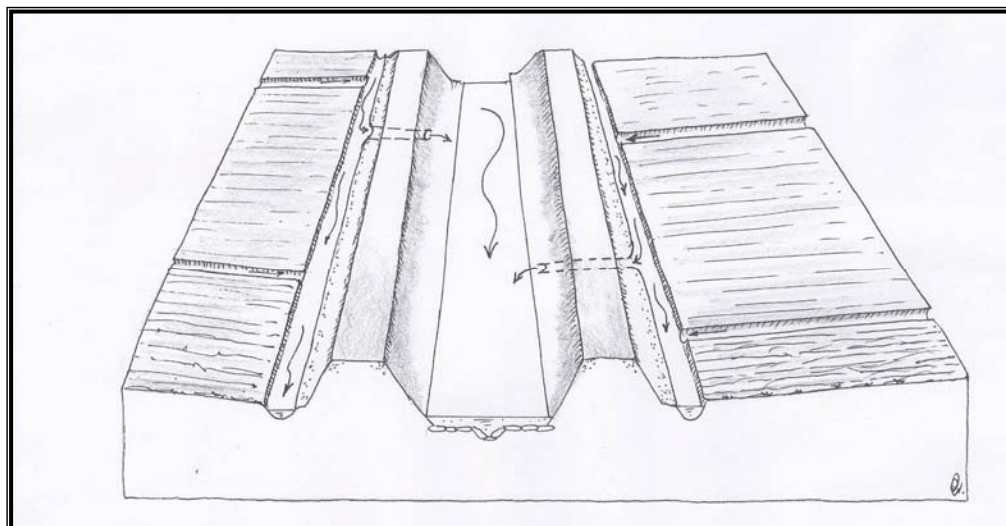


Figura 19a – Assetto idraulico 1

L'**assetto idraulico 2** è relativo ai corsi d'acqua dei bacini impostati su terreni della “duna antica” o di origine vulcanica, tendenzialmente sabbiosi o limoso sabbiosi, con quote mediamente più elevate e con pendenze, mediamente moderate, ma comunque apprezzabili (Rio Martino, Fiume Astura).

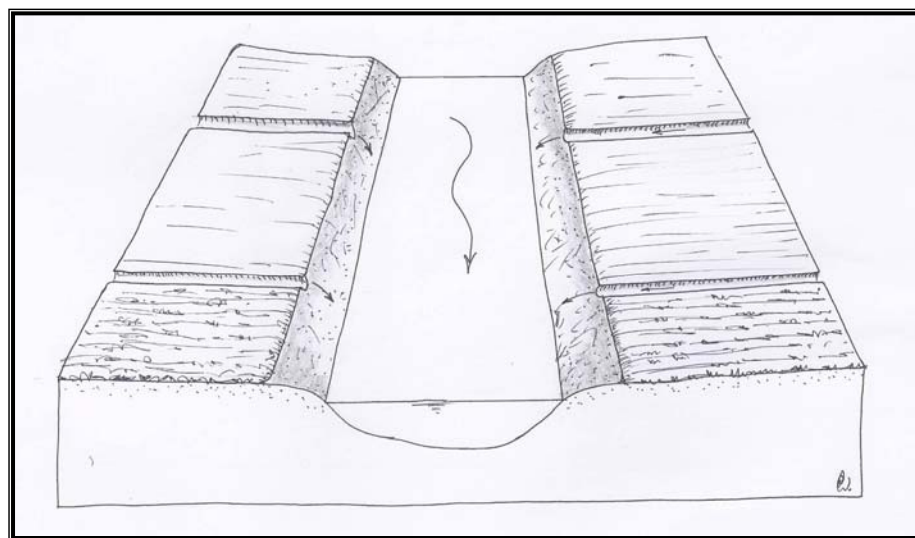


Figura 19 b – Assetto idraulico 2

L'analisi della densità di drenaggio comprendente anche lo sviluppo del reticolo di scoline, come evidenziato nella tabella 2, rappresenta un ulteriore criterio per la pianificazione di interventi relativi alla creazione di fasce

tampone; si osservi infatti come nei bacini caratterizzati dall'assetto 1 si abbia logicamente un ampio sviluppo del reticolo principale e un ancor più marcato sviluppo del reticolo di scoline e fossi minori. (bacino Ufente, Sisto). In questi casi sono più efficaci interventi sulla rete minore inter/intra poderale.

Nelle situazioni riferibili all'assetto 2, coincidenti con un minor sviluppo del reticolo principale e soprattutto di quello secondario e con un più diretto rapporto acque di ruscellamento - collettore di raccolta (bacini della duna Antica fiume Astura, Rio Martino) risultano invece tendenzialmente più efficaci interventi sugli ambiti riparali dei corsi d'acqua principali.

3.2.2.2 Fasce tampone inverse

Vengono utilizzate per trattare, con sistemi vegetali tampone, le acque di drenaggio di aree agricole quando l'assetto idraulico e topografico non consente una realizzazione della FTV tradizionale. In questi sistemi i processi di filtrazione idrica vengono sfruttati derivando le acque direttamente dai corsi d'acqua (figure 20 e 21). La derivazione può essere attivata in modo naturale (grandi aree golenali inondate nel corso delle piene) o in modo artificiale. In questi ultimi le acque vengono sollevate o comunque derivate in canali di carico che infiltrano lateralmente in strutture vegetali lineari parallele. Sono sistemi la cui efficacia dipende direttamente dalle concentrazioni di inquinanti nei corsi d'acqua.

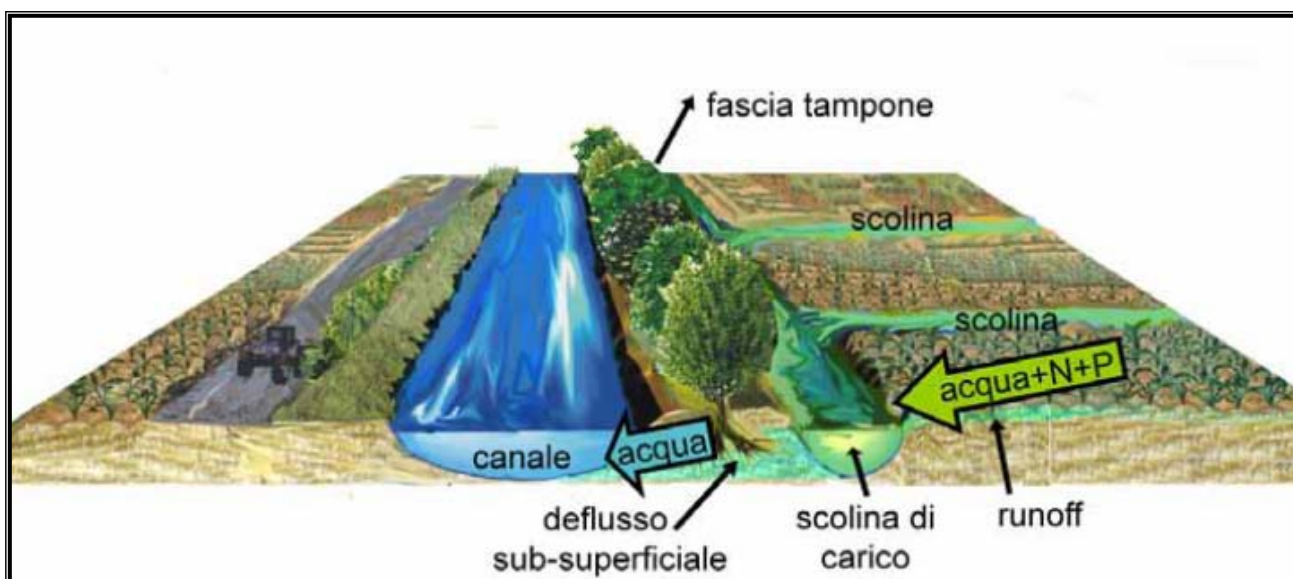


Figura 20

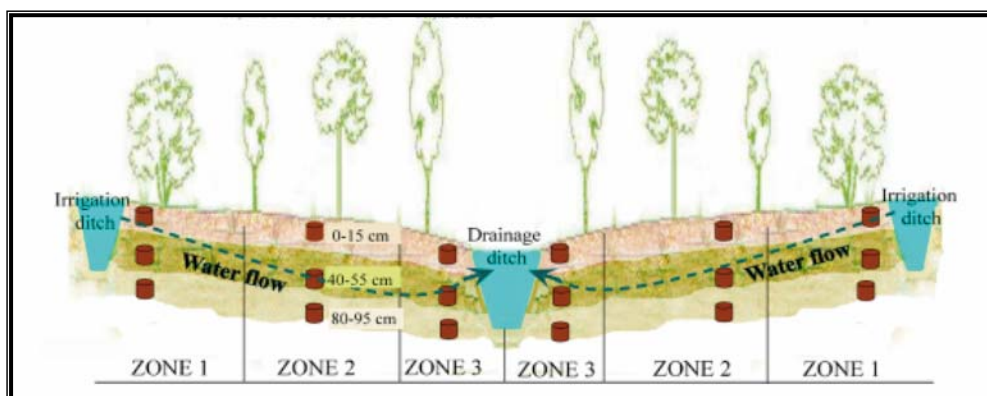


Figura 21

Un utile riferimento per la valutazione della efficacia e funzionalità delle fasce tampone con sistema di carico è il Progetto Sperimentale NICOLAS (figura 22), realizzato dal Consorzio di Bonifica Acque Risorgive (ed il collegato Progetto LIFE 99/IT/000083 WOODY BUFFER STRIPS, progetto dimostrativo sull'impiego di "Fasce Tampone Boscate" in ambiente agricolo - <http://www.acquerisorgive.it>).



Figura 22 - lo scolo Desolino prima dell'intervento di riqualificazione e dopo la realizzazione della fascia tampone (da "Riqualificazione fluviale " Rivista del CIRF n. 4/11)

APPLICABILITA'

Come accennato le **fasce tampone inverse** possono rappresentare una soluzione alternativa alle FTV tradizionali nelle situazioni di elevato sovraccarico e dilavamento di fertilizzanti quando non sussistono le condizioni topografiche ed idrauliche ottimali. Ferme restando infatti i fattori governanti la funzionalità della *buffer strip*, di carattere pedologico (tessitura, permeabilità) e di carattere agronomico (irrigazioni, lavorazioni dei terreni, pratiche di fertilizzazione e trattamento, intensità di produzione), le FTI si adattano a più ampi contesti poiché i fattori idraulici (compresa la presenza di falda epidermica) e topografici possono essere creati tramite opportune sistemazioni.

3.2.3.3 Canalette golenali



Questa tipologia di intervento, di carattere innovativo (Progetto Pilota 3), prevede la realizzazione di canaletti lungo le banchine golenali dei canali con arginatura "fuori terra" (figura 23a, 23b). La tecnica vuole trovare una soluzione alternativa alle FT lungo l'estesa rete dei canali principali di bonifica dove l'assetto idrologico ne rende

non funzionale il ricorso.



Figura 23b - Canale Allacciante Astura

Le canalizzazioni “pensili” sono alimentate da apporti laterali (scarichi, canali tributari), utilizzando parte o tutta la portata di questi, in relazione alle condizioni idrologiche. Verranno così creati habitat paranaturali assimilabili ai *reed bed*, letti di canne nei quali l’acqua, con spessori della lama dell’ordine dei 20 cm, potrà defluire lungo una formazione vegetale costituita essenzialmente da canne palustri quali *phragmites* e *typha*, in grado di utilizzare i carichi trofici e trattenere altri inquinanti, prima che questi vengano direttamente sversati nel corpo ricettore, generalmente privo di quella struttura ecologica complessiva in grado di provvedere ad una efficace azione depurativa naturale. Dopo un percorso di almeno diverse centinaia di metri, assimilabile ad un sistema di fitodepurazione, la portata idrica filtrata lungo il letto di canne, verrà riversata nel corso d’acqua, non contribuendo all’incremento dei carichi trasportati e contestualmente migliorando le acque dello stesso per effetto di meccanismi di diluizione.

APPLICABILITA’

In considerazione della ridotta possibilità di applicazione delle FT, in termini generali valgono le considerazioni esposte per le ***fasce tampone inverse***; questa tipologia di intervento, ancora in fase sperimentale (Progetto Pilota 3 Area 1), può infatti costituire una soluzione sostitutiva delle FT nelle condizioni idraulico strutturali rappresentate dall’assetto 1 (figura 18), vale a dire quando il corpo idrico da proteggere non riceve direttamente il deflusso superficiale o sub superficiale e quindi il sistema di FTV è sostanzialmente inefficace.

Sono quindi largamente impiegabili lungo le banchine inferiori (riva destra e sinistra) dei canali arginati, come il canale della Acque Alte e l’Allacciante Astura, il Canale Acque Medie, alcuni tratti del fiume Sisto, alcuni canali minori come il Cicerchia e il Nocchia.

3.2.3.4 Creazione di formazioni vegetali ripariali flottanti

Tra i sistemi di fitodepurazione sono compresi anche quelli che impiegano piante acquatiche galleggianti (figura 24 e 25); in questo contesto i sistemi flottanti di trattamento (*Floating Treatment Wetlands* - FTWs), costituiscono una variante nella quale vengono utilizzate piante radicate emergenti fatte crescere su materassi o altre strutture galleggianti.

In tal modo vengono realizzati:

- isole galleggianti (figura 24)
- canneti galleggianti (figura 25)
- zattere vegetate (figura 26)
- rulli galleggianti vegetati (figura 27)



Figura 24



Figura 25



Figura 26



Figura 27 - Barriere galleggianti (ACQUAGREEN®) realizzate con rulli vegetati

La realizzazione di questi sistemi consente quindi di utilizzare piante non galleggianti, con apparato radicale diffuso, dotate di alte potenzialità depurative e che altrimenti non potrebbero essere impiegate per la depurazione. Queste tipologie di intervento, ampiamente applicate e testate, rappresentano strutture generalmente compatibili con i caratteri del corso d'acqua artificiale e con i criteri di sicurezza idraulica, la cui effettiva applicabilità deve essere verificata in relazione ai caratteri del contesto locale. E' ipotizzabile per canali di ampia sezione, a scolo meccanico, o ad invasi artificiali in questo caso a prevalente funzione paesaggistica e naturalistica.

APPLICABILITA'

Si tratta di una soluzione che può adattarsi bene ad alcune porzioni del reticolo idrografico della Piana Pontina. La peculiarità del galleggiamento delle strutture, e quindi la possibilità di adattarsi a moderate escursioni di livello (massime dell'ordine di 1 metro), di utilizzare strutture molto sviluppate linearmente ma con sezioni trasversali ridotte fanno in modo che, anche in caso di moderata piena, queste non interferiscano con l'efficienza delle sezioni idrauliche.

Gli elementi da considerare per un corretto impiego delle FTW nei canali pontini sono:

- moderate escursioni di livello
- meccanismi di piena contenuti
- sezioni idrauliche troppo geometriche prive di gradienti batimetrici
- presenza di rivestimenti
- impraticabilità di soluzioni alternative di rimodellamento
- impraticabilità della gestione ecologico-funzionale dei livelli

Una criticità non trascurabile potrebbe rilevarsi in presenza di grandi quantità di rifiuti ingombranti Galleggianti; in tal caso sarebbero gli stessi sistemi flottanti a subire il maggior danno.

In termini generali i corsi d'acqua dell'area pontina pongono quindi evidenti limitazioni ma la principale è legata alla forte oscillazione dei livelli idrici dei canali di bonifica con variazioni anche di alcuni metri tra le magre estivi e le piene invernali.

In tal senso le porzioni di reticolo maggiormente vocate a queste opere sono:

- i tratti terminali di canali, a basso gradiente idraulico, quali il Rio Martino, Fiume Sisto e Canale Portatore. In questi tratti è tuttavia necessario trovare la compatibilità con la presenza di strutture del diportismo nautico.
- i canali asserviti a impianti idrovori nei quali le escursioni dei livelli idrici sono limitate e controllate.

Un fattore limitante l'applicazione di sistemi di FTW è certamente costituito dall'interferenza con gli attuali criteri di manutenzione. In particolare in rapporto a:

- presenza di strutture vegetate danneggiabili con gli ordinari sistemi di manutenzione
- presenza di sistemi di ancoraggio e di ormeggio lungo riva (cavi, picchetti e corpi morti).

Pena il fallimento dell'azione, è quindi necessaria l'adozione di semplici ma irrinunciabili criteri gestionali e manutentivi:

- verifica dello sviluppo vegetale e della funzionalità dell'ecosistema flottante
- taglio controllato della vegetazione e delle eventuali porzioni radicate effettuate da imbarcazione
- sfalcio controllato della sponda da terra
- rimozione della biomassa vegetale.

3.2.3.4.1 Impianti vegetali in aree ripariali

Azioni utili al miglioramento ambientale ed alla riqualificazione dei corsi d'acqua sono costituite anche da interventi di impianto di specie arboree, o arboreo-arbustive in prossimità dei bordi fluviali.

Pur considerando i limiti funzionali in termini di controllo degli inquinanti (un semplice impianto vegetale, ancorché strutturato in formazioni arboreo-arbustive, non garantisce la funzione di una effettiva fascia tampone – cfr. par. 5.1.2.1), questi impianti possono assolvere efficacemente a funzioni naturalistiche (rete ecologica e conservazione di biodiversità), di difesa del suolo (consolidamento spondale, controllo erosivo), valorizzazione paesaggistica come anche produttiva (biomasse e produzioni minori), soprattutto in una logica di integrazione e implementazione reciproca delle funzioni citate.

Per un approfondimento dei criteri progettuali e realizzativi si rimanda agli indirizzi del Manuale della Regione Veneto (*Manuale per la gestione ambientale dei corsi d'acqua – a supporto dei consorzi di bonifica*), ed in particolare:

- **Scheda F1:** *Messa a dimora di filari arboreo-arbustivi sul ciglio di sponda di canali e capofossi.*
- **Scheda F2:** *Messa a dimora di filari arboreo-arbustivi esternamente alla pista di manutenzione.*

3.2.2.4.2 *Le fasce frangivento di Eucalyptus come fasce tampone*

Uno degli elementi strutturali maggiormente significativi dell'ecomosaico del Paesaggio Pontino è dato dal sistema delle fasce frangivento. Nell'ipotesi di un loro ruolo come *fasce tampone* adattate alle condizioni del reticolo pontino, per l'incidenza che tali formazioni vegetali possono quindi avere sui temi della fitodepurazione diffusa, sono stati condotti approfondimenti su come la rete frangivento delle Pianura Pontina possa essere presa in considerazione ai fini di un programma generale di riqualificazione ambientale. Le analisi e le valutazioni hanno preso in considerazione i seguenti temi:

- origine e finalità iniziali delle fasce frangivento,
- stato di conservazione e funzionalità residue,
- capacità di phytoremediation delle specie di Eucalyptus,
- possibilità di integrazione, trasformazione ed evoluzione verso la multifunzionalità delle fasce tampone.

Gli esiti dell'approfondimento sono riportati nella relazione tecnica dell'Allegato 2; nel paragrafo 3.2.2.5 le fasce frangivento sono state prese in considerazione nell'ambito degli interventi di “impianto vegetale in ambito ripariale”.



Figura 28 - Fascia frangivento lungo il canale Mastropietro (Marina di Latina)

In relazione alle articolazioni del PA/PRA di REWETLAND gli interventi sulle fasce frangivento, in rapporto alla loro funzionalità come sistemi filtro (quindi anche come fasce tampone s.s.), devono essere attuati secondo un gradiente di azione:

manutenzione → restauro → ripristino → sostituzione

Per la rilevanza del tema, questo è stato approfondito attraverso una specifica relazione agronomica e di cui si riportano le conclusioni.

Le fasce frangivento vivono oggi un periodo di crisi che si può dire biologico per l'attacco di alcuni insetti parassiti, ma soprattutto socio-economico perché la mancata manutenzione, le trasformazioni del territorio, le richieste della società, lo sviluppo urbano, la mancanza di adeguate risorse finanziarie per la loro gestione e la mancata percezione della loro importanza ai fini della protezione dell'ambiente e dello stesso territorio e paesaggio, ne stanno decretando un rapido declino in termini di efficacia e consistenza.

Peraltro la loro tradizionale funzione protettiva nei riguardi del vento e della disponibilità idrica dei suoli è oggi più che mai ancora importante, perché gli accertati cambiamenti climatici in corso, rendono più critici i fenomeni di siccità e più concentrati gli eventi metereologici estremi.

Del resto il comprensorio di bonifica è ancora fortemente caratterizzato da un contesto agricolo e risulta indispensabile ed inderogabile la corretta gestione delle risorse idriche, che appaiono in netta diminuzione quali-quantitativa, per una serie di concause fra le quali il forte emungimento dalle falde, l'eutrofizzazione delle acque per eccesso di nutrienti percolanti nei suoli e nei canali di bonifica e la presenza di alcuni agenti inquinanti di varia provenienza veicolati dall'acqua.

Per le loro caratteristiche di rapido accrescimento gli *Eucalyptus* spp. sono specie che assorbono grandi quantità di elementi nutrienti ed in particolare di N,P,K, soprattutto in fase giovanile.

Gli *Eucalyptus* spp. dunque si prestano ad essere impiegati nelle fasce tampone perché per ottenere ottime prestazioni in termini di accrescimento, hanno bisogno e sopportano forti somministrazioni di acqua e nutrienti, potendosi adattare sia a terreni argillosi che sabbiosi.

Del resto la forte richiesta di legna da ardere e chips in continua crescita e a filiera corta e la possibilità di destinare i residui delle utilizzazioni alla produzione di compost rendono oggi potenzialmente sostenibili progetti di impiego ed utilizzazione su larga scala delle specie del genere *Eucalyptus* spp. con vantaggi in termini ambientali, ecologici e sociali di ampie proporzioni.

Quanto sinteticamente esposto impone la redazione di un nuovo Piano di Gestione, ma soprattutto la sua costante applicazione che ne permetta il recupero, il “restauro”, la valorizzazione e la diffusione, considerando che le fasce frangivento definiscono uno degli aspetti paesaggistici più caratteristici dell'Agro Pontino.

APPLICABILITA'

In termini generali, la progettazione di filari arboreo-arbustivi lungo le rive dei canali è condizionata da fattori legati:

- alla sicurezza idraulica
- ai forti vincoli della gestione della rete idrica consortile (di drenaggio e irrigazione)
- a limiti legislativi e sociali.

In termini progettuali deve anche tener conto dei caratteri naturalistici, paesaggistici e di uso del suolo, come pure di quelli climatici, geomorfologici e pedologici.

Per il forte condizionamento morfo-topografico e la conseguente organizzazione del paesaggio pontino derivata dai radicali lavori di bonifica idraulica e di sistemazione agraria (resa complessa soprattutto per le successive trasformazioni indotte dall'espansione urbanistica ed industriale), in termini generali il territorio della Pianura Pontina si presta solo parzialmente a consistenti impianti ex novo di filari lungo le rive dei corsi d'acqua.

Rimandando al capitolo 2 per la valutazione dell'applicabilità in termini idraulici si può ragionevolmente affermare che impianti di filari possono trovare sviluppo in ambiti limitati e localizzati afferenti più alle dimensioni aziendali (Capitolo 4)

3.2.4 Interventi per la fitodepurazione attraverso ecosistemi filtro areali (stagni e ambienti palustri)

In termini di autodepurazione gli ecosistemi umidi paranaturali (derivanti dalla ricostruzione di stagni, paludi, prati umidi anche collegati tra loro da sistemi di acque correnti), rappresentano sostanzialmente ambienti intermedi tra le vasche degli impianti di fitodepurazione e le zone umide naturali. Meno ingegnerizzati e normalmente meno efficienti, in termini di resa per unità di superficie (possono essere associati ai trattamenti naturali quali i lagunaggi biologici), sono formati da una articolazione di ambienti con differenti caratteri morfobatimetrici ed idrodinamici. Ecosistemi filtro di idonea estensione superficiale possono essere realizzati deviando parte del flusso di corsi d'acqua ad alto carico trofico (N e P) del tipo di quelli riportati nella figura 29.

Rispetto alle sistemazioni idraulico morfologiche per la "naturazione" di tratti del reticolo consortile (par. 5.1.1) la creazione di ecosistemi filtro areali utili alla riqualificazione diretta di corsi d'acqua inquinati necessitano di estese superfici: in termini del tutto indicativi si possono stimare necessità areali dell'ordine dei 1÷2 ettari per portate dell'ordine dei 10 l/sec (circa 900 mc/giorno).

Nel territorio pontino, nelle possibilità operative del CBAP, l'opportunità di creare zone umide funzionali alla riqualificazione delle acque è prevalentemente legata alle zone di esondazione o comunque con forte vocazione all'impaludamento.

Tra gli interventi di rinaturazione e ricostruzione di ecosistemi filtro acquatici, si ricordano le ***casse di espansione e le aree per l'esondazione controllata delle piene*** sul terreno rurale; si tratta di interventi che, pur progettati e realizzati specificatamente per integrare finalità idrauliche e ambientali, il cui ruolo prioritario resta comunque quello della protezione idraulica.

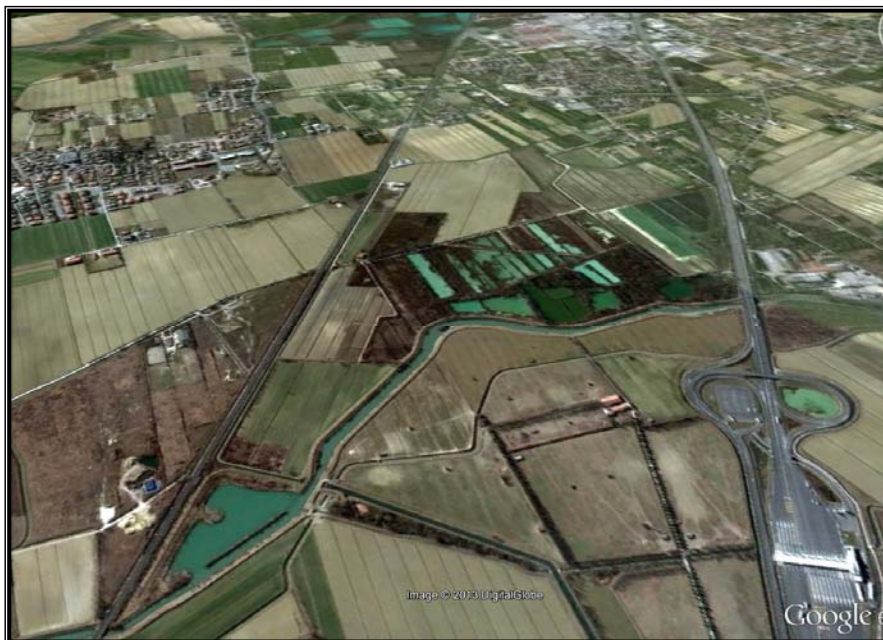


*Figura 29 - Ecosistemi filtro alimentati dal fiume Zero (Marcon VE).
Interventi del CB Acque Risorgive*

3.2.3.1 Casse di espansione

Hanno significato principalmente di sicurezza idraulica, ma possono essere associate alla costruzione di ecosistemi filtro per la riqualificazione di corsi d'acqua nei quali la propria capacità autodepurante può non essere adeguata ai carichi, puntuali e diffusi, provenienti dal bacino di alimentazione.

Le casse di espansione vengono normalmente realizzate a protezione di aree insediative situate a valle (in particolare centri densamente abitati, aree industriali o aree dove comunque le esondazioni o le inondazioni possono causare danni ingenti alle persone e alle attività umane). Contrariamente a quanto avviene nella rete di canali di bonifica, realizzati in modo tale da accelerare il deflusso verso mare, esse consentono di rallentare le acque nell'attraversamento del territorio rurale durante le piene, così da aumentare la capacità di laminazione da parte di canali e di zone poco urbanizzate, per evitare pericolose esondazioni nelle zone poste a valle.

Poco diffuse nel territorio laziale, pur a fronte della fragilità idraulica della regione, dovrebbero essere pensate in fase pianificatoria e progettuale anche con finalità depurativa e naturalistica, nonché ricreativa, considerando la limitatezza dei costi aggiuntivi. Tenendo presente che le casse di

espansione per la maggior parte dell'anno non svolgono la loro funzione idraulica è tuttavia opportuno che si eviti una loro banalizzazione ecologica e paesaggistica.



Figura 30 - Nuova area di espansione colonizzata da popolamenti di Tifa (*Typha* sp.) e canna palustre (*Phragmites australis* L.)(Scolo Desolino)

Gli indirizzi da adottare, per conseguire questa multifunzionalità, riguardano vari aspetti tesi in gran parte a garantire, nell'area occupata dalla cassa, la massima diversità ambientale:

- ✓ alternanza di zone in rilievo e di zone depresse, al fine di creare aree umide a differente profondità e fasce normalmente non allagate. Questa diversità di habitat permette la colonizzazione da parte di specie vegetali tipiche degli ambienti umidi che, oltre ad aumentare la biodiversità, hanno anche un effetto depurativo;
- ✓ presenza costante di livello minimo di acqua per garantire un equilibrio ecologico alle comunità animali e vegetali;
- ✓ creazione di argini con uno scheletro rigido ben ricoperto di terra e scarpate a dolce pendenza, piantumate a macchia su entrambi i lati;
- ✓ messa a dimora o salvaguardia di aree a copertura arborea ed arbustiva posizionate anche a protezione degli argini;
- ✓ piano di manutenzione della vegetazione per assicurare la funzionalità idraulica e la gestione dei livelli idrici.

3.2.4.2 Esondazione controllata nelle aree agricole

Rappresenta un'azione, non tanto strutturale quanto pianificatoria, che prevede l'individuazione (e la gestione idraulico-produttiva) di aree che per localizzazione e caratteristiche morfo-idrauliche, si prestano all'espansione dei picchi di portata dei corsi d'acqua sul terreno rurale.

Si tratta di una tipologia di azione ancora poco studiata in termini di effetti idraulici sulle piene e di implicazioni socioeconomiche, ma potenzialmente molto significativa (figura 31).

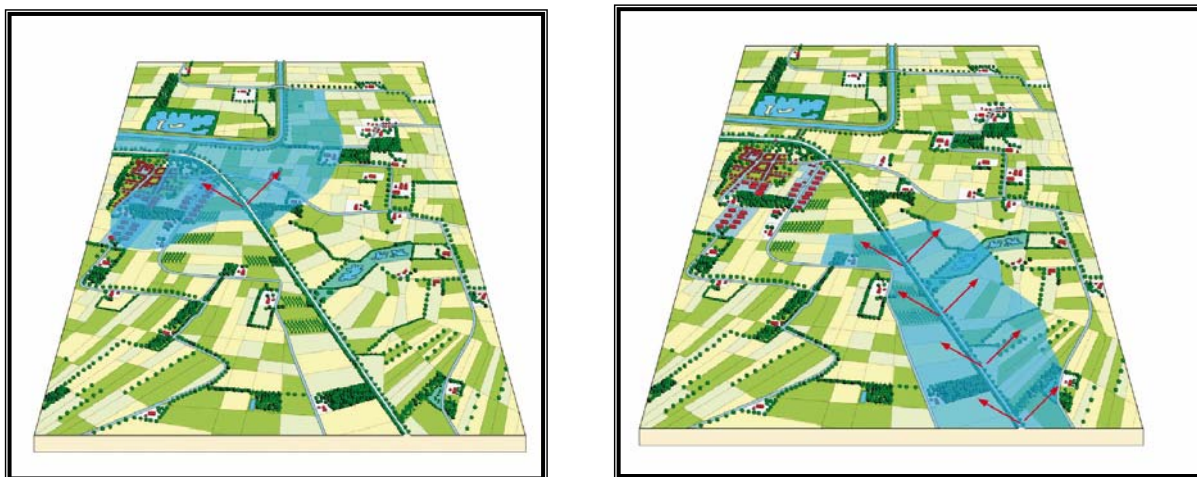


Figura 31 - Aree per l'esondazione controllata delle piene nei terreni agricoli. (Immagine rielaborata da materiale prodotto nell'ambito del progetto LIFE EConet) da Linee guida per la riqualificazione ambientale dei canali di bonifica in Emilia-Romagna

La destinazione di aree agricole alla laminazione delle piene, attivando adeguati meccanismi di compensazione (assicurativi, servitù idraulica, ecc.) nei confronti degli imprenditori agricoli che mettono a disposizione le aree di loro proprietà per tutelare aree urbanizzate con maggiori valori esposti (figura 32).



Figura 32 – Impianto arboreo a breve rotazione per la produzione di biomassa arborea in un'area agricola soggetta a saltuari periodi di sommersione (da Rivista CIRF n. 3/2010)

Tale azione risulta coerente con l'attuale approccio delle politiche di sostegno all'agricoltura tramite disaccoppiamento, che mirano a sostenere gli imprenditori agricoli per i servizi ambientali che sono in grado di offrire alla comunità. La minimizzazione delle perdite produttive può essere perseguita anche attraverso adeguate scelte colturali con il ricorso a coltivazioni che siano in grado di

sostenere l'impatto dovuto a periodi saltuari di sommersione e all'effetto meccanico delle acque (si pensi ad esempio agli impianti di produzione di biomasse arboree a fini energetici)

Rispetto alla realizzazione di casse di espansione la predisposizione di queste aree risulta meno costosa e impattanti; non sono necessarie opere idrauliche né altre infrastrutture o espropri che limitano l'uso di terreno agricolo che va invece tutelato e valorizzato per questa plurifunzionalità,

APPLICABILITA'

La richiesta di ampie superfici da destinare alla creazione di ecosistemi filtro palustri, come accennato, limita la possibilità di realizzare aree umide sufficientemente estese per la riqualificazione "diretta" delle acque dei canali pontini. Un esempio di ricostruzione di ambienti umidi di sufficiente estensione è offerto dagli interventi di rinaturazione del Pantanello dell'Oasi Naturale di Ninfa; in questo caso però, il sistema di aree umide esteso per circa 80 ettari ha avuto una finalità esclusivamente naturalistica ed ha interessato terreni appartenenti ad un'unica proprietà (Fondazione Roffredo Caetani), direttamente sottratti alla produzione agricola mediante lo start up dei sostegni *set-aside* e successivi finanziamenti regionali (figura 33).



figura 33

Per individuare aree dove realizzare vasche di espansione, come pure porzioni di bacino da destinare all'esondazione controllata nelle aree agricole, è evidentemente utile effettuare il confronto con la cartografia del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) dei Bacini Regionali del Lazio relativa alle *Aree sottoposte a tutela per pericolo di inondazione* e alle *Aree di attenzione per pericolo di inondazione*.

Un rapido confronto cartografico tra uso del suolo, corsi d'acqua e aree a pericolo di inondazione (aree con probabilità di inondazione da elevata a moderata: A e B – tempo di ritorno da trentennale a duecentennale), permette di osservare che le aree maggiormente vocate alla realizzazione di

questo tipo di interventi, in particolare quelli strutturali delle vasche di espansione, sono presenti nei pressi di Pontinia, lungo il Canale della Botte (figura 34) e nelle aree a scolo meccanico (ex aree palustri) a monte dell'edificato lungo la fascia costiera di San Felice Circeo (Canale Olevola, figura 35) e Terracina (Collettore Pantani da Basso e Cannete Sud, figura 36); nel territorio del Comune di Latina si individuano diverse zone nelle quali è di interesse valutare la possibilità di realizzare vasche di espansione a protezione, più o meno immediata, di centri urbani o aree abitate distribuite in zone rurali:

- lungo il Canale delle Acque Medie, per un lungo tratto compreso tra la Via Appia e la “Chiesuola” e alle porte di Latina alla confluenza del Fosso del Gionco
- nella zona di Santa Fecitola alla confluenza del Fosso delle Congiunte con il Fiume Sisto
- alle spalle della Marina di Latina lungo quasi l'intero corso del Canale Colmata.

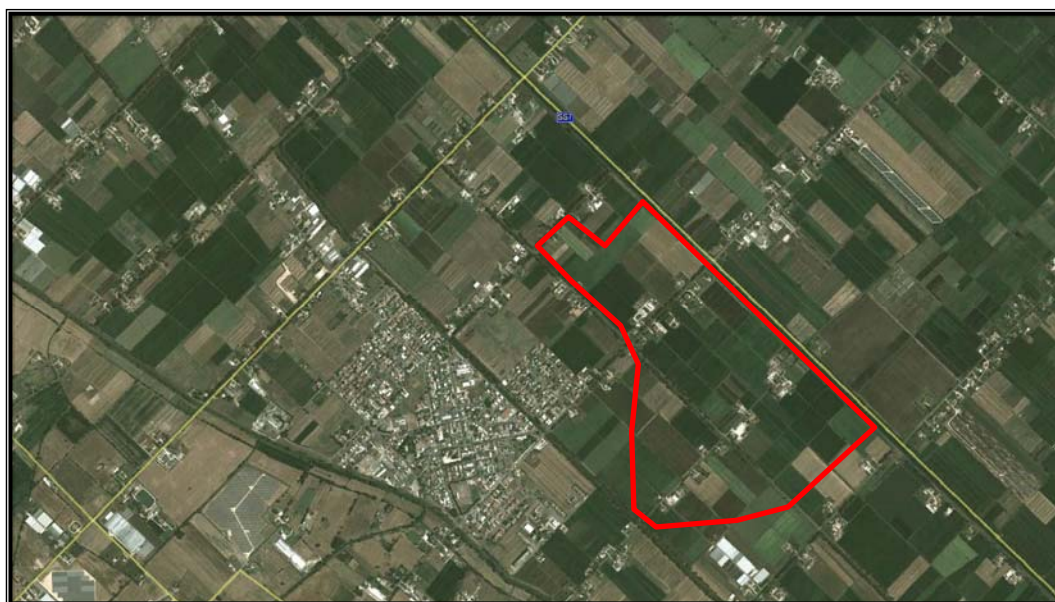


Figura 34



Figura 35



Figura 36

Se si prendono in considerazione le *Aree di attenzione*⁶ l'opportunità di realizzare allagamenti temporanei pianificati e controllati si estende a ben più vaste superfici come evidenziabile dalle Tavole del PAI (aree di attenzione idraulica, tavole 2.04, 2.05, 2.07 e 2.08 sud).



Figura 37

controllate alla luce della tendenza evolutiva climatica (rischio di innalzamento del livello del mare) e della fragilità geologica (subsidenza, erosione costiera). Tutto questo soprattutto alla luce della

In modo differente, lungo il litorale tra la foce del Fiume Astura e la foce di canale Caterattino (lago di Paola), e più in particolare la vasta estensione di terreni depressi retrodunali parzialmente occupati dai laghi costieri di Fogliano, Monaci, Caprolace e Paola, (figure 37 e 38), è opportuno valutare, la possibilità di esondazioni/inondazioni pianificate e

⁶ "... quelle porzioni del territorio in cui i dati disponibili indicano la presenza di potenziali condizioni di pericolo, la cui effettiva sussistenza e gravità potrà essere quantificata a seguito di studi, rilievi e indagini di dettaglio...". (Art. 9 N.A. PAI)

forte vocazione naturalistica di questo margine costiero (presenza del PNC, di aree della Rete Natura 2000 ZPS e zone RAMSAR).



Figura 38

3.2.4 Ingegneria Naturalistica per gli interventi di protezione e riqualificazione dei corsi d'acqua consortili

Secondo la definizione dell'AIPIN (Associazione Italiana per l'Ingegneria Naturalistica), l'Ingegneria Naturalistica (IN) è una disciplina tecnico–naturalistica che utilizza:

- tecniche di rinaturazione finalizzate alla realizzazione di ambienti idonei a specie o comunità vegetali e/o animali
- piante vive, o parti di esse, quali materiali da costruzione, da sole o in abbinamento con altri materiali

Nata per la difesa del suolo in ambito alpino, sotto l'appellativo di “bioingegneria forestale”, la IN ha ampliato nel tempo (e nello spazio) campi di applicazione e obiettivi.

Attualmente gli ambiti di applicazione e finalità sono riassunti nel seguente schema:

- Difesa del suolo: consolidamento del suolo, controllo delle acque di ruscellamento e drenaggio di quelle di infiltrazione, protezione delle sponde fluviali e degli alvei.
- Funzione ecologico- naturalistica: recupero di aree naturali degradate, rinaturazione, protezione dall'inquinamento.
- Funzione estetico-paesaggistica: sistemazione o rinaturazione di rilevati e delle infrastrutture in genere, riqualificazione estetica ed inserimento del costruito nel paesaggio, miglioramento paesaggistico con opere a verde.
- Funzione socio-economica: interventi alternativi a quelli tradizionali a costi competitivi, recupero produttivo di aree incolte o abbandonate.

Le opportunità offerte dal corretto utilizzo della IN nella realizzazione di interventi di difesa del suolo, riqualificazione fluviale e nel ripristino ambientale in generale, sono di evidente importanza e sono implicite negli obiettivi e nelle modalità attuative della disciplina stessa.

Il vantaggio di un intervento naturalistico risiede nel fatto fondamentale che qualunque opera “in grigio”, cioè realizzata in cemento e con altri materiali artificiali, comincia a degradarsi nel momento stesso in cui è completata, mentre un intervento naturalistico, che porti alla creazione di una associazione vegetale in grado di contrastare il dissesto o il degrado, a partire dal momento della creazione cresce e si sviluppa progressivamente, sino a creare condizioni paranaturali di auto-sostentamento. Ciò tuttavia non significa che l'intervento non richieda comunque attenzione, poiché nella maggior parte dei casi, e proprio nelle fasi iniziali, è opportuno il monitoraggio e la manutenzione dell'opera naturalistica.

Succede spesso che l'utilizzo delle tecniche previste dall'IN funga da alibi per la realizzazione di interventi non coerenti e basati su un approccio tradizionale; questo nonostante l'applicazione dei differenti manuali che a volte sono utilizzati come semplici “cataloghi” di opere.

Si rilevano così frequenti critiche per l'abuso che viene fatto della IN, mettendo in evidenza l'applicazione impropria della disciplina, sino al punto che essa viene relegata a “pura cosmesi ambientale”.

Per i motivi esposti occorre che anche gli interventi basati sull'utilizzo delle tecniche di IN ancorché previsti dai regolamenti regionali e sottoposti a codici deontologici siano sottoposti ad una corretta analisi di compatibilità ambientale ed ecologica.

Più che una verifica ideologica è opportuna una verifica funzionale della sostenibilità ambientale degli interventi. Nei possibili casi di fallimento delle opere di IN si osserva come non siano tanto le tecniche in se stesse ad essere errate bensì l'obiettivo progettuale, che mascherato dall'approccio naturalistico, giustifica interventi incompatibili sotto il profilo ecologico.

In estrema sintesi, **non basta utilizzare tipologie di intervento previste dai differenti manuali e non è neppure sufficiente seguire schemi metodologici o codici deontologici. Occorre che l'obiettivo progettuale sia ecologicamente coerente e sostenibile, come pure lo siano ogni fase del progetto e della realizzazione dell'opera.**

Nel contesto del reticolo idrografico pontino, gestito dal CBAP, è necessario considerare come lo stesso reticolo sia in larga parte di origine artificiale (o comunque artificializzato) con l'obiettivo originale di garantire l'efficiente e rapido deflusso delle acque e della contestuale funzionalità irrigua.

Le strutture antierosive e di consolidamento, come pure quelle idrauliche appartenenti al disegno storico della bonifica, facevano ampio ricorso all'impiego della pietra (e del legno), con opere

magistrali che tuttavia non prevedevano l'impiego combinato con la vegetazione e la funzione consolidatrice o protettiva della stessa; anzi la presenza vegetale è sempre stata considerata sostanzialmente deleteria poiché critica nei confronti della “officiosità idraulica”. Oggi, mutate condizioni ed esigenze ambientali, in accordo con l'indirizzo descritto della coerenza ecologico - ambientale degli interventi di sistemazione idraulica, esiste certamente la possibilità di mediare le diverse esigenze anche, rispettando (e ripristinando) i manufatti idraulici originali di maggior pregio e significato storico.



Figura 39

Entrando nello specifico dell'utilizzazione delle tipologie di intervento afferenti alla IN si osserva come le problematiche prevalenti siano rappresentate da fenomeni di dissesto spondale: anche per effetto delle manutenzioni non perfettamente calibrate, nel tempo i canali hanno perso i profili originali con arretramento dei cigli a



dei terreni adiacenti, non solo per erosione della superfici in terra ma anche per scalzamento dei rivestimenti in pietra o cemento (figure 39 e 40).

Figura 40

Oltre alla natura tessiturale dei terreni (da argillosi a sabbiosi) le cause dell'instabilità sono prevalentemente riconducibili a due meccanismi frequentante sinergici:

- danneggiamento del piede d'argine prodotto dall'uso improprio delle benne escavatrici utilizzate per rimuovere i canneti

- rimozione della copertura vegetale ripariale a protezione della sponda dall'erosione legate alle citate azioni manutentive
- escursione dei livelli, specie nei canali a doppia funzione (drenaggio e irrigazione – cfr. par. 3.3.4), e conseguente forte variabilità delle condizioni di saturazione dei terreni.

A questi meccanismi si può sovrapporre il dissesto indotto da specie animali esotiche, in particolare Nutria (*Myocastor coypus*) e Gambero rosso della Louisiana - *Procambarus clarkii*) (figure 41 e 42). La nutria scava gallerie negli argini del diametro sino a 30÷40 cm che provocano il crollo degli argini per effetto di sifonamenti; anche il gambero rosso crea profondi fori (sino a 2÷3 cm di diametro) lungo le sponde, in prossimità del pelo libero dell'acqua, in grado di innescare infiltrazioni che possono portare anch'esse al cedimento degli argini.



Figura 41



Figura 42

In linea generale, tenendo ben presenti le linee di indirizzo sopra esposte, le tipologie di opere di protezione e consolidamento delle sponde, funzionali anche alle finalità della conservazione/ripristino della capacità autodepurante dei corsi d'acqua sono le palificate e le palizzate realizzate in legno e pietra con talee o piante radicate di specie ripariali autoctone (figure 43 e 44). Anche le ricalibrature dell'alveo, ove possibili (cfr. par. 3.2.1), si prestano evidentemente agli scopi del controllo del dissesto spondale.



Figura 43 – protezione spondale del fosso Paoloni , Latina



Figura 44 – protezione spondale del canale Colmata, Lido di Latina

Per gli approfondimenti tecnico-operativi, relativi anche ad altre tipologie di opere, si rimanda alla manualistica tecnica di settore della Regione Lazio

http://www.regione.lazio.it/rl_ingegneria_naturalistica/:

- Manuale di Ingegneria Naturalistica applicata al settore idraulico
- “Quaderni di cantiere”:
 - Repellente vivo di ramaglia a strati - Quaderno n. 8
 - Rullo spondale in fibra di cocco - Quaderno n. 9
 - Gabbionata in rete metallica zincata rinverdata - Quaderno n. 11
 - Palificata viva spondale con palo verticale frontale - Quaderno n. 16

3.4 Linee guida per interventi di manutenzione e gestione del reticolo di bonifica (Azione 2.3 PA/PRA)

3.3.1 Attuali criteri di manutenzione dei corsi d'acqua operata dal CBAP

In tema di bonifica e di difesa del suolo le attività del Consorzio di Bonifica comprendono:

- manutenzione ordinaria e straordinaria della rete scolante (corsi d'acqua naturali e canali artificiali);
- manutenzione ordinaria e straordinaria ed esercizio degli impianti idrovori di prosciugamento;
- realizzazione e manutenzione delle opere di sistemazione idraulica.

La manutenzione ordinaria e periodica delle opere, l'esercizio delle idrovore, la manutenzione dei corsi d'acqua e dei canali artificiali, sono le azioni normalmente attuate dagli enti gestori per garantire la sicurezza idraulica e le funzioni irrigue. Gli interventi sono infatti mirati alla salvaguardia delle infrastrutture, pubbliche e private, e degli insediamenti urbani, per garantire lo sviluppo delle attività agricole, civili ed industriali.

La manutenzione dei corsi d'acqua, naturali e artificiali, di maggiore pertinenza ai temi di REWETLAND, è quindi realizzata sistematicamente al fine di ripristinare e mantenere l'efficienza idraulica dei corsi d'acqua, e consentire in tal modo sia un idoneo drenaggio dei terreni circostanti, sia il rapido deflusso delle portate di piena. Nell'inquadrare le tipologie d'intervento di manutenzione, è opportuno sottolineare come le caratteristiche dimensionali ed idrauliche dei corsi d'acqua ed i relativi soggetti gestori (Regione, Consorzio di Bonifica, Comuni, agricoltori), rappresentano aspetti fondamentali che determinano un'ampia variabilità di interventi possibili in questo ambito.

Si rammenta che sull'area pontina, oltre al CBAP, opera anche l'Agenzia Regionale per la difesa del Suolo (ARDIS) tra le cui competenze rientrano il Fiume Sisto ed il Fiume Amaseno in quanto *opere idrauliche di preminente interesse regionale*; mentre ai sensi dell'articolo 36 della L.R. 53/98, sono considerate a carico ATO (ambito Territoriale Ottimale 2), tutte le opere (canali di bonifica e impianti idrovori) che interessano le aree urbane la cui manutenzione e gestione da parte del CBAP assicura la difesa idraulica dei centri abitati.

Spesso, seguendo criteri molto diversi in base alla competenza legislativa, territoriale, amministrativa o in base al semplice diritto di proprietà, ciascun soggetto gestore tende ad attuare differenti strategie di manutenzione. L'attuale grado di antropizzazione (urbana, agricola, industriale) determina infatti approcci di gestione diversificati, in funzione delle finalità cui si deve

rispondere. L'esempio più significativo è offerto dall'ambito agricolo dove molti corsi d'acqua (dal canale fino alla scolina interpodereale), nel periodo di scarsità d'acqua (ormai frequente anche nelle stagioni autunnali e invernali), si trasformano in veri e propri collettori di irrigazione dove si interviene assicurando un sufficiente tirante idrico mediante sistemi di derivazione, paratoie e talvolta pompe di sollevamento.

L'approccio classico della gestione dei corsi d'acqua da sempre è stato giustificato dal contenimento del rischio idraulico: mantenimento del massimo deflusso idraulico in termini cinetici e di altezza idrometrica, attraverso il controllo della vegetazione e il risezionamento dell'alveo. Ancora oggi è uno degli obiettivi principali da conseguire per difendere il territorio dai rischi di esondazione (figure 45 e 46), per cui gli interventi come espurghi, dragaggi, sfalci, diserbi, trinciature, consolidamenti e ripristini spondali, ecc., rappresentano tutta una serie di azioni che comunemente (e in determinate occasioni, obbligatoriamente) vengono eseguite sui vari corsi d'acqua al fine di mantenere massima la capacità di deflusso.



Figura 45 – canale colmata



Figura 46

Nei canali che presentano un tirante idrico modesto, in cui non si procede a nessuno sfalcio, la vegetazione tenderà in poco tempo ad invadere completamente l'alveo, rallentando la velocità della corrente, favorendo l'accumulo di sedimento. In occasione delle precipitazioni, inoltre, la vegetazione determinerà resistenza al deflusso, producendo l'innalzamento del livello idrico. Il controllo dello sviluppo della vegetazione erbacea ed arbustiva in alveo e sui rilevati arginali, è senza dubbio una delle tipologie di intervento che impegna maggiormente. Il contenimento del rischio idraulico, la salvaguardia e tutela della salubrità ambientale si perseguono in *primis* con la manutenzione dei corsi d'acqua attraverso l'eliminazione della vegetazione presente in prossimità e all'interno dell'alveo.

Questo approccio monofunzionale pone tuttavia delle problematiche di carattere ambientale ed ecologico; infatti, un corso d'acqua, come ampiamente descritto, non ha solo il ruolo di collettore d'acqua (cfr. premessa presente capitolo).



Ma anche sotto il profilo più strettamente idraulico, alcuni interventi sulla vegetazione sono frequentemente condotti in modo troppo spinto, eliminando totalmente la coltre vegetale e mettendo a nudo il suolo, predisponendo le superfici arginali all'erosione accelerata e/o al dissesto (figura 47 e 48).

Figura 47 e 48

Solo in casi particolari è utile la totale eliminazione della vegetazione qualora questa possa effettivamente ridurre o compromettere l'efficienza idraulica. Per questi motivi gli interventi di manutenzione idraulica devono essere, progettati e realizzati analizzando le peculiarità del sito d'intervento, privilegiando



ove possibile e utile il miglioramento e la conservazione della vegetazione presente.

E' evidente, per quanto esposto, che il rapporto esistente tra i corsi d'acqua e la vegetazione (erbacea, arbustiva e arborea) coinvolge in modo complesso processi ecologici e idraulici, funzionali alla stessa gestione idraulica, basti pensare all'ombreggiamento, al trattenimento d'acqua nel terreno durante i periodi siccitosi, al consolidamento spondale, per comprendere solo alcuni dei benefici diretti dati dalla vegetazione, senza tener conto di tutti i vantaggi ambientali paesaggistici e non ultimi socio economici.

Il programma di riqualificazione impostato con REWETLAND, unitamente ad altri interventi ed esperienze pregresse del Consorzio di Bonifica, avviano un complesso processo di cambiamento culturale, tentando il superamento di un approccio gestionale che rischia di essere sempre più inadeguato all'attuale contesto ambientale; contesto peraltro, fortemente modificato rispetto alle impostazioni originali del secolo scorso e soprattutto rispetto alle tendenze evolutive del clima e alle necessità di un uso sostenibile del territorio.

Gli attuali criteri di manutenzione dei canali fanno ancora riferimento a lavorazioni e macchine tradizionali non sempre adeguate alle funzioni multiobiettivo dei corpi idrici.

Alla luce dei vantaggi che la vegetazione fluviale comporta se ben gestita (così come messo in evidenza dall'ampia esperienza gestionale di altri enti di bonifica), il Consorzio di Bonifica dell'Agro Pontino dovrà attuare una manutenzione finalizzata non solo al contenimento del rischio idraulico (con l'approccio classico) ma anche al ripristino delle funzionalità fluviali, cercando di trarne beneficio non solo in termini di miglioramento della qualità delle acque e di rilevanza paesaggistica-culturale, ma anche in termini di riduzione dei costi della manutenzione. In tal modo, secondo i criteri gestionali descritti nel paragrafo 3.3.2, si sfrutta la stessa vegetazione ripariale per contenere la vegetazione in alveo, a beneficio di un minor numero di interventi di sfalcio e degli interventi di sistemazione spondale, oltre a migliorare la qualità dell'acqua che giunge nella rete idrica consortile.

Le attività manutentive del CBAP sulla rete scolante le lavorazioni sono:

1. sfalcio della vegetazione acquatica (20.8%)
2. sfalcio della vegetazione erbacea e arbustiva su sponda e fascia ripariale di servizio (17.2%)
3. trinciatura delle vegetazione erbacea e arbustiva su sponda e fascia ripariale di servizio (51.2%)
4. escavo per il ripristino batimetrico e riprofilatura sezioni idrauliche (10.4%)

a cui si aggiunge la movimentazione delle biomasse vegetali (e dei materiali e rifiuti galleggianti) raccolti dagli sgrigliatori.

- **Sfalcio della vegetazione acquatica**

In termini generali lo sfalcio delle macrofite acquatiche costituisce una lavorazione poiché riguarda la vegetazione che cresce in alveo con battenti idrici spesso superiori al metro e pertanto necessita di particolari attrezzature.



Nella pratica ordinaria dei consorzi di bonifica, nei corsi d'acqua di ordine inferiore si interviene di solito con escavatore dotato di semplice benna per il movimento terra con il quale si rimuove il sedimento con tutta la vegetazione contenuta poi riversata lungo la sponda o posta sull'argine.

Figura 49

Questa metodologia dovrebbe essere usata solo nei casi in cui sia necessario ripristinare la pendenza della sezione idraulica originaria con opportune variazioni nella metodologia di impiego, suggerite dalla importanza di salvaguardare parte della flora e della fauna presente.



Quando l'argine è transitabile ed il fondo del corso d'acqua non è profondo viene spesso utilizzata una trattoria agricola con braccio telescopico cui si aggancia una barra falciante.

Figura 50



Qualora sia precluso l'accesso ai mezzi meccanici, o le sezioni sono molto ampie, si usano barche dotate di barra falciante che non necessitano di viabilità per operare.

Figura 51

Tra le attività di manutenzione del CBAP lo **sfalcio della vegetazione acquatica** viene attuato nei canali caratterizzati da maggiore stabilità dei livelli anche per effetto dell'alimentazione da sorgenti puntuali o lineari, (canale Linea e fiume Ufente) e serve al controllo delle macrofite acquatiche radicate.



Per questa attività vengono utilizzate barche falciatrici di differente dimensione; queste non sono attrezzate per la raccolta del materiale vegetale tagliato il quale viene abbandonato alla corrente e raccolto, ove presenti, dai sistemi di sgrigliatura (figura 52).

Figura 52

In ogni caso la vegetazione tagliata dovrebbe essere sempre recuperata affinché la sua decomposizione non determini la mobilitazione di nutrienti alimentando processi di eutrofizzazione delle acque.

E' importante segnalare che il taglio della vegetazione acquatica viene attuato solo in alcuni canali escludendo molti corpi idrici, come il Canale delle Acque Medie, comunque caratterizzati, nel periodo estivo, da alta produttività primaria contando sul fatto che in questi casi grande quantità di biomassa vegetale viene asportata dalle piene. Se questo può essere considerato valido per gli aspetti idraulici non lo è certamente per quelli trofici. Si osservi a tal proposito la condizione estiva del Canale Acque Medie (figure 53 e 54) unitamente ai blooms microalgali, la grande biomassa vegetale è in buona parte destinata ad accumularsi nei depositi di fondo.

Figura 53



Figura 54

- **Sfalcio delle vegetazione erbacea e arbustiva su sponda**

Riguarda prevalentemente il taglio dei canneti a phragmites e arundo donax e formazioni a rovo (quando la canna comune crea formazioni eccessivamente dense viene attuata la trinciatura).



quelle montate su bracci.

Figura 55

Nelle prassi ordinarie vengono utilizzate benne falcianti montate su bracci di escavatori o barre falcianti montate su escavatori o trattori (figura 55); quando la larghezza, la pendenza e l'accessibilità delle sponde sia adeguata vengono impiegate attrezzature molto semplici come le trinciasarmenti montate posteriormente su trattori, che risultano più veloci e capaci di eseguire lavori su larghezze maggiori rispetto a

In casi di pendenza molto elevata possono essere utilizzate anche delle barre falcianti montate su specifici mezzi cingolati o ruotati, piccoli e leggeri, che però, per particolare configurazione degli organi di taglio, determinano la rescissione molto in basso del cotico e lo strappo delle piante.

Qualunque sia il metodo o la tecnologia impiegata per la manutenzione spondale e ripariale, come già affermato in precedenza, è necessario rimuovere ed allontanare la biomassa ricavata dallo sfalcio o dal taglio della vegetazione dei canali e destinarla ad altre attività economiche: è proprio su questo fronte che sussistono delle criticità gestionali cui si può facilmente ovviare con l'impiego di alcune attrezzature già presenti sul mercato (cfr. par. 3.3.3).

Per queste attività il CBAP utilizza benne falcianti montate su escavatore cingolato; l'utilizzo di queste attrezzature interessa principalmente i canali ad uso irriguo per i quali è richiesta la massima efficienza idraulica nella stagione estiva, più favorevole allo sviluppo vegetale. La benna falciente impiegata, contestualmente al taglio, consentirebbero anche l'asportazione ed il carico del materiale vegetale non frammentato. Al contrario per la rapidità di lavorazione, la mancanza di mezzi di trasporto dei materiali e soprattutto per l'assenza di una filiera di recupero delle biomasse vegetali, il materiale tagliato viene lasciato sul suolo delle banchine riparali e costipato dalle stesse macchine operatrici

- **Trinciatura della vegetazione arbustivo/arborea**

La trinciatura della vegetazione arbustivo/arborea sulle sponde e lungo le fasce ripariali di servizio, riguarda il taglio di quelle formazioni vegetali più dense e con individui di diametro maggiore, il cui sviluppo incontrollato pone generalmente rilevanti limitazioni alla funzionalità idraulica dei corsi d'acqua (Figura 56).



Figura 56



Figura 57

Per questo tipo di lavoro si usano trinciatrici, macchine agricole trainate piuttosto pesanti, che hanno lo scopo di tritare qualunque tipo di vegetale o residuo colturale si trovi sul terreno.

Nelle operazioni di manutenzione dei canali questi attrezzi vengono usualmente trasportati da escavatori cingolati. In genere sono essere montate su bracci articolati (figura 57) quando sia necessario raggiungere luoghi non

altrimenti accessibili o addirittura le sponde opposte a quella di transito dell'unità motrice. La velocità di esecuzione del lavoro è intorno ai 4 km /ora.

La manutenzione della vegetazione che, per motivi dimensionali, non può essere tagliata con i mezzi di derivazione agricola, viene eseguita mediante una apposita organizzazione dei cantieri con

particolari attrezzature. Il taglio degli arbusti prevede l'impiego di *motoseghe* o *decespugliatori* o *troncarami* montati su trattori, mentre gli alberi vengono abbattuti mediante stroncamento con *benna*, o con *trinciatrici* o tagliati con *motosega* nel caso di grossi alberi. Il legname ricavato viene poi successivamente rimosso con apposite gru.

Per queste operazioni il CBAP utilizza decespugliatrici idrauliche per escavatori; lo strumento viene collegato al braccio telescopico con la quale viene recisa molto in basso la vegetazione spondale erbacea (canneti), arbustiva ed arborea sino a circa 10 cm di diametro.

Il materiale triturato non viene mai recuperato, ma è abbandonato sul posto frammisto al suolo e costipato con funzione pacciamante (figura 58). Anche in questo caso quindi, in termini trofici i nutrienti assorbiti dalla vegetazione ripariale (C, N, P) non escono definitivamente dal sistema acquatico ma restano disponibili attraverso i meccanismi di lisciviazione dai tessuti organici in decomposizione.



Figura 58 - esiti della trinciatura della vegetazione lungo la pista di servizio del canale Mastropietro

- **Lavori di riescavo**

L'escavo per il ripristino batimetrico e la riprofilatura delle sezioni idrauliche, azione necessaria per il mantenimento della funzionalità idraulica, utilizza normali escavatori con benna dentata. L'obiettivo primario è evidentemente il recupero delle quote di fondo e la risagomatura delle sponde (secondo l'originaria sezione trapezia) per garantire la massima efficienza delle sezioni idrauliche nel lasciar defluire le portate; in queste operazioni viene tuttavia coinvolta anche tutta la vegetazione spondale e ripariale spesso ottenendo superfici totalmente denudate, private in tal modo della protezione esercitata dal cotico erboso.

L'utilizzo degli escavatori con benna, permette di distribuire poi tutto il materiale di risulta sulle sponde o sugli argini con funzione pacciamante. Questa azione se da un lato consente velocità di

esecuzione del lavoro, dall'altra produce accumuli di biomassa, che durante la fase di decomposizione riversano nutrienti nelle acque e contribuiscono alla eutrofizzazione, quando addirittura non vengono riversate dalle piene direttamente sul fondo dei canali.

L'accumulo su argine dei sedimenti e della biomassa vegetale, interessati in tal modo da processi di naturale essiccamento e "stabulazione", costituisce una pratica storicamente accettata che non solo consente una lavorazione più veloce ma ha sinora offerto la possibilità di non procedere allo smaltimento dei materiali.

In aggiunta alle criticità legate al rilascio di elementi trofici la movimentazione dei depositi di fondo crea la possibilità della messa in circolo delle sostanze inquinanti eventualmente presenti nelle acque e potenzialmente accumulate sedimenti. Per questo in base alle indicazioni in materia provenienti dalla normativa europea (Water Framework Directive, 60/2000/CE) e al loro recepimento a livello nazionale (D.Lgs 152/06, D.M. 471/99) vengono individuati limiti sempre più restrittivi alla pratica dello spandimento e al riutilizzo dei fanghi provenienti dall'espurgo dei canali nei terreni adiacenti.

Oltre agli aspetti di tutela delle acque e dei sedimenti la gestione dei materiali provenienti dal riescavo delle sezioni idrauliche deve adeguarsi all'affinamento tecnico-normativo relativo alle *terre da scavo* (DECRETO 10 agosto 2012, n. 161 in attuazione direttiva 2008/98/CE in materia di rifiuti ed ai conseguenti protocolli operativi).

E' utile che osservare il riescavo è più frequente sui corsi d'acqua privi di argine in elevazione o comunque riferibili all'assetto idraulico 2 (par. 3.2.2.1); interessa quindi principalmente i bacini morfologicamente e topograficamente più articolati, come si è detto maggiormente vocati, per caratteristiche morfotopografiche e di assetto idrologico, alla realizzazione di fasce tampone, dove infatti la presenza di filtri vegetali riparali potrebbe avere buon effetto anche nel controllo della perdita di suolo per erosione. A conferma di questo si osservi nella tabella 7, la maggior incidenza di questa lavorazione nei bacini interessati dai caratteri geomorfologici e sedimentologici prevalentemente sabbiosi genericamente riferiti alla *duna antica* (bacini Rio Martino, Fiume Sisto e fiume Astura).

<i>bacino</i>	Tipo Lavoro				<i>Totale complessivo (m)</i>
	<i>diserbo fondo (m)</i>	<i>Riscavo (m)</i>	<i>Sfalcio (m)</i>	<i>Trinciatura (m)</i>	
Fiume Astura (AST)		1750		2000	3750
BAD	46700	14300	17064	93261	175395
BAD-AMA		324	9638	21913	31875
BAD-BOT	2000	6950	23272	57664	89886
BAD-FON	5823		3000	21450	30273
BAD-LIN	120600	10840	43336	106356	281132
BAD-PED	7000		5990	5550	18540
BAD-SEL	1000	21942	137930	222262	383134
BAD-UFE	161856	8178	41392	72055	283481
MOS		15860		90598	106458
MOS-RMA		750		10450	11200
RMA		40780		61570	102350
RMA-SIS		7690	676	27455	35821
SIS		42715	4766	56875	104356
Totale complessivo	344979	172079	285006	849459	1657651
%	20,8	10,4	17,2	51,2	

Tabella 7

3.3.2 Indirizzi generali della manutenzione ecologica

Sono riferite a tecniche di manutenzione ecologica (o manutenzione gentile) dei corsi d'acqua come strumento di riqualificazione fluviale: si tratta di protocolli tecnico-operativi per la manutenzione multiobiettivo dei canali (es. taglio selettivo e/o integrazione della vegetazione in alveo e spondale, gestione idraulica ecologico-funzionale, ecc).

Le tecniche della “manutenzione gentile”, rappresentano l'opportunità di una gestione ecologica finalizzata a ricreare e/o mantenere le condizioni di naturalità dei corsi d'acqua, senza ricorrere ad interventi radicali o comunque più spinti ed onerosi, per il recupero della geomorfologia fluviale (come ad esempio la meandrizazione di tratti rettificati), come quelli precedentemente descritti. Ovviamente le opzioni di intervento sono più contenute e gli effetti più modesti, ma rappresentano la possibilità di riqualificare in maniera più che soddisfacente canali di bonifica, fossi, piccoli corsi d'acqua, agendo sulla vegetazione fluviale. L'intento della manutenzione ecologica mira a ricreare i processi di erosione, trasporto e sedimentazione all'interno dei corsi d'acqua, in virtù del fatto che tale dinamismo morfologico porta alla diversità ambientale in grado di ripristinare e mantenere le funzionalità ecologiche e anche idrauliche a livello di sistema fluviale (manutenzione che riattiva i processi fluviali di autoregolazione, ripristinando una certa naturalità del corso d'acqua). In questo senso l'approccio necessita di punto di svolta culturale nella gestione del reticolo di bonifica storicamente e funzionalmente incentrato sulle necessità prioritarie (e comunque indifferibili), del drenaggio e dell'irrigazione (Migliorini 2008).

La manutenzione naturalistica dei canali è sempre parte determinante nella riqualificazione e gestione sostenibile delle acque e degli ambienti idrici; è strategica sia nelle zone rurali che negli agglomerati residenziali, largamente diffusi sul territorio. La vegetazione acquatica presente nei canali trasforma, immagazzina e utilizza le sostanze inquinanti veicolate dalle acque e favorisce nel complesso una riduzione della loro concentrazione, tramite un'azione diretta (assorbimento) e indiretta (sostegno alle comunità batteriche che attuano processi di degradazione degli inquinanti). Un aumento di questa azione depurativa naturale può quindi essere ottenuta utilizzando modalità di manutenzione della vegetazione in alveo quanto più conservative possibili. La gestione della vegetazione acquatica non dovrebbe quindi prevedere lo sfalcio completo sull'intera larghezza del fondo alveo, quanto piuttosto un taglio eseguito generalmente nella parte centrale dello stesso, così da creare un canale di corrente preferenziale e sinuoso, di ampiezza variabile nelle diverse situazioni. La gestione conservativa della vegetazione acquatica, oltre a migliorare la qualità delle acque, permette la creazione di habitat in alveo, il miglioramento dello stato delle comunità faunistiche (macroinvertebrati, fauna ittica, fauna terrestre, avifauna, anfibi) e l'incremento della connessione ecologica.

Il “Manuale per la gestione ambientale dei corsi d'acqua” della Regione Veneto, individua specifici criteri tecnico metodologici di manutenzione dei canali di bonifica, e della rete secondaria, con azioni gestionali dell'alveo, a bassa intensità:

- sfalciare le piante palustri in alveo a frequenza minore rispetto alla situazione preallargamento;
- creare un canale di corrente centrale nell'alveo di magra, bordato da macchie di vegetazione acquatica (canneto);
- eseguire uno o due sfalci annuali delle piante palustri presenti nelle aree golenali: nel periodo invernale (febbraio) ed eventualmente alla fine dell'estate (settembre), ma non nel periodo vegetativo, al fine di potenziare gli effetti depurativi senza pregiudicare la conservazione degli habitat creatisi.

Nel manuale, le indicazioni manutentive descritte fanno riferimento alle seguenti tipologie di intervento riportate nell'Allegato 3 :

- *Controllo a basso impatto della vegetazione in alveo* (scheda G1)
- *Ombreggiamento per il controllo della vegetazione acquatica e spondale* (scheda G2)
- *Gestione conservativa della vegetazione acquatica* (scheda Q6)

Per quel che riguarda gli aspetti della rimozione/gestione delle biomasse vegetali derivanti dalle attività di manutenzione si rimanda al cap. 2 (2.3.2 *Gestione delle biomasse vegetali*) e all'Allegato 2 (Approfondimento degli aspetti agronomico-forestali).

Nell'ambito della rete idrografica pontina l'indirizzo descritto porta alla definizione delle tipologie di intervento esposte nei seguenti paragrafi.

3.3.2.3 Canale di corrente sinuoso

Per ottenere una diversificazione della velocità di corrente, ed un assetto generale del canale molto più simile a quello di un corso d'acqua in condizioni naturali, è possibile creare un canale di corrente sinuoso. La meandricazione crea infatti zone a differenti velocità di corrente e quindi vari microhabitat e maggiore biodiversità. La continuità della comunità vegetale permette una stabile affermazione della comunità animale (vertebrati e invertebrati) ad essa associata. Consente inoltre lo sviluppo di una comunità vegetale strutturata e diversificata, favorendo una più ampia gamma di flora e fauna selvatica (figura 59a e b). Per ottenere un canale di corrente sinuoso è necessario attuare un taglio parziale della vegetazione in alveo (1/3 o 2/3 del totale) procedendo con un andamento sinuoso a mezzelune sfalsate tra le due sponde. È importante lasciare una fascia anche ridotta di vegetazione lungo tutto il piede di sponda per evitare fenomeni erosivi che si possono manifestare con maggiore incidenza in presenza di sinuosità e in uscita di curva. Lasciando poi agire le forze naturali si ricrea la diversità ambientale con la formazione di buche, raschi e barre di meandro.



Figura 59a e 59b - Consorzio di Bonifica Acque Sorgive (VE)

3.3.2.4 Gestione della vegetazione in alveo e su sponda

In materia di implementazione del potere autodepurante dei corsi d'acqua, il *canale di corrente sinuoso* è solo una delle possibili soluzioni adottabili nell'ambito delle tecniche di manutenzione

della vegetazione in alveo. Sono possibili varianti di taglio di vegetazione in alveo per ottenere dei benefici in chiave di rete ecologica.

Il taglio della vegetazione a chiazze o a festoni porta alla formazione del canale sinuoso: questo accorgimento preserva specie vegetali acquatiche ed emerse, incrementando nel contempo la diversità nella composizione in specie e nella struttura della comunità. Questi effetti sono raggiunti grazie alle variazioni della velocità della corrente indotte dal percorso sinuoso e ne beneficiano anche pesci e macroinvertebrati acquatici. Nelle chiazze di vegetazione non tagliata possono inoltre preservarsi importantissimi siti di nidificazione per l'avifauna. La presenza della vegetazione ha un benefico effetto protettivo sulle sponde dall'erosione.

Nel caso in cui non sia applicabile il taglio della vegetazione a chiazze si può operare con un taglio su un solo lato, avendo cura di lasciare anche in questo caso pochi centimetri di vegetazione sul piede di sponda opposto, per proteggerlo dall'erosione (è importante che vengano lasciate le radici). Questo tipo di taglio porterà enormi benefici in termini di continuità ecologica.

Nei casi in cui la vegetazione in alveo crei problemi idraulici si può ricorrere alla risagomatura come illustrato in precedenza. In alternativa, in aree agricole, la vegetazione in alveo può essere lasciata, accettando l'aumento di rischio idraulico e tutelandosi prendendo in considerazione la possibilità di destinare aree, dal relativamente basso valore economico intrinseco, ad essere inondate, contribuendo alla laminazione diffusa delle piene. E' necessario però che questa nuova destinazione d'uso delle aree private sia riconosciuta.

Per quel che riguarda la vegetazione sulle rive è stato ampiamente dimostrato come l'ombreggiamento derivante dall'effetto schermo creato dalle chiome di piante arboree ed arbustive piantumate ai bordi dei canali limiti lo sviluppo abnorme della vegetazione erbacea e delle alghe sulle sponde e nell'alveo del canale. Questo fattore può essere quindi sfruttato per ridurre la necessità di interventi di manutenzione meccanica, con notevoli vantaggi per gli Enti preposti. È evidente che l'ombreggiamento in chiave ecologica può essere considerato di ostacolo alla crescita di altri organismi e quindi utile nei casi in cui riduca l'eccesso di eutrofizzazione o limiti lo sviluppo di infestanti, dannoso nei casi in cui riduca completamente lo sviluppo della vegetazione spondale o acquatica laddove essa possa essere lasciata.

L'impiego di tecniche innovative deve considerare il corso d'acqua come un sistema naturale o semi-naturale in evoluzione continua, ma mentre la rimozione della vegetazione non può essere evitata lungo l'alveo costantemente inondato, lo sfalcio delle sponde può essere eseguito secondo nuovi criteri di manutenzione:

1. il taglio della vegetazione non deve essere necessariamente eseguito su tutta la sezione idraulica, poiché il rilascio della vegetazione posta al piede di sponda serve a consolidare e

proteggere questa parte dall'erosione;

2. cercare di rendere più lenta la corrente mediante la creazione di piccoli vortici, meandri, ecc. tramite una diversa intensità di taglio della vegetazione ed in modo da creare delle zone a diversa resistenza al passaggio dell'acqua, soprattutto lungo tratti rettilinei.
3. il taglio della vegetazione deve avvenire attraverso l'impiego di barre falcianti senza eradicare le piante, ma tagliando al piede le stesse con barra falciante e recupero delle biomasse prodotte mediante apposite macchine, ranghinatore, che consente di non danneggiare l'accestimento delle specie erbacee presenti, permettendo loro di riprendere la crescita senza perdere la loro azione di consolidamento;
4. regolazione dell'altezza di taglio del trinciasarmenti per evitare il contatto degli organi rotanti con il terreno, in caso di oscillazioni del mezzo d'opera o errate inclinazioni dell'attrezzatura;
5. sospensione dello sfalcio in zone soggette a erosione al fine di consentire il maggior sviluppo possibile della vegetazione. Ciò massimizza l'effetto protettivo e di consolidamento della sponda erosa consentendo all'ente gestore di scegliere il momento più opportuno d'intervento e in taluni casi (erosioni di lieve entità e presenza di vegetazione rigogliosa) di non intervenire affatto.
6. eliminazione della vegetazione trinciata dall'alveo: la biomassa sfalciata e lasciata sulle sponde, durante le fasi di piena, viene reintrodotta nell'ambiente fluviale e contribuisce all'eutrofizzazione delle acque. Invece con la rimozione dello sfalcio delle sponde, vengono asportati anche i nutrienti catturati dalle piante, fenomeno che si manifesta soprattutto in prossimità di ambiti coltivati a causa delle concimazioni che tramite il dilavamento, contribuiscono all'arricchimento di N,P,K del corpo idrico.

Per la manutenzione della vegetazione del fondo il criterio più idoneo è un canale di corrente centrale con andamento non necessariamente rettilineo.

Tale pratica permette di conservare il potere autodepurante delle piante, mantenere i rifugi per i pesci e gli habitat per gli insetti e favorire una diversificazione del letto, con limo, sabbia, ghiaia e ciottoli.

La realizzazione di un canale di corrente all'interno dell'alveo consiste nel limitare lo sfalcio a una fascia centrale della vegetazione, pari a uno o due terzi della larghezza del corso d'acqua, conferendogli un andamento sinusoidale, così da riprodurre le condizioni che si presentano in un corso d'acqua naturale.

Diversi studi hanno dimostrato che non sempre l'eliminazione totale della vegetazione è necessaria

per raggiungere la sicurezza idraulica di un corso d'acqua, ma che la stessa può essere ottenuta anche con alcune porzioni di vegetazione rilasciate nell'alveo, soddisfacendo, quindi, la richiesta di multifunzionalità.

Lo sviluppo e l'innovazione nel settore della manutenzione dei corsi d'acqua ha riguardato principalmente le attrezzature da applicare ai mezzi d'opera già esistenti in altri settori come quello agricolo e del movimento terra, al fine di adattarli il più possibile alle esigenze lavorative peculiari. In altre parole, ad eccezione della motobarca, fino a pochi anni fa, non sono mai stati sviluppati mezzi d'opera specifici per la manutenzione dei corsi d'acqua al fine di aumentare la produttività e la sicurezza.

Questa tendenza sembra oggi cambiata, in quanto l'importanza degli ambiti fluviali, in un territorio come un sistema ecologico la cui vitalità è urbanizzata e sfruttata, sta portando a considerare questo settore come sempre più importante e peculiare.

APPLICABILITA'

Il ricorso a nuovi criteri manutentivi che vedano il corso d'acqua non solo come **canale di scolo** ma condiziona la qualità stessa delle acque e garantisce una pluralità di funzioni, necessita di un radicale mutamento del rapporto tra le attività antropiche e la rete idrologica. In questo è prioritario superare l'obiezione di fondo che considera la presenza della vegetazione (ma anche una maggiore naturalità morfologica e idrodinamica) un ostacolo assoluto al regolare deflusso delle acque.

La possibilità di simulare i fenomeni di piena attraverso modellazioni in grado di prevedere con grande attendibilità gli effetti della presenza della vegetazione d'alveo e ripariale (di differente struttura e densità) sulla capacità di deflusso delle diverse sezioni idrauliche, consente di razionalizzare il tema e di gestire la copertura vegetale ripariali anche sulla base della innovazione tecnologica rappresentata dalla informatizzazione e georeferenziazione del reticolo e delle stesse attività di gestione idraulica e manutenzione.

Un giudizio complessivo di applicabilità dei differenti criteri su cui si basa la manutenzione ecologica (o manutenzione gentile) viene quindi formulato sulla base delle verifiche idrauliche riportate nell'ALLEGATO 1 relativo alla caratterizzazione idraulico-strutturale dei bacini.

3.3.3 Innovazione tecnologica per la manutenzione gentile (a cura di A. Bosco)

L'innovazione delle operazioni connesse alla manutenzione della vegetazione dei canali di bonifica si realizza considerando nuove modalità di esecuzione dei lavori di sfalcio e taglio e con l'uso di nuove attrezzature e mezzi progettati per ottimizzare i lavori lungo le sponde o all'interno dell'alveo dei canali stessi.

Al momento i mezzi utilizzati sono mutuati dal mondo agricolo o dal "movimento terra" e sono dotati di attrezzature, che non sono progettate né adatte specificatamente a lavorare lungo i canali,

dove invece esistono alcune peculiarità come pendenze accentuate, spazi di manovra limitati e magari scarsa o nulla accessibilità.

Peculiarità morfologiche, territoriali, idrografiche e attività antropiche determinano condizioni operative molto differenti fra loro, cui devono corrispondere organizzazioni di attività di cantiere molto diverse e peraltro disperse sul territorio.

Ciononostante nel caso delle attrezzature per lo sfalcio e raccolta della vegetazione erbacea spondale, le soluzioni sono diverse e non sono sempre riconducibili alla semplice innovazione tecnica, ma si tratta in molti casi di applicare nuove prassi e buone pratiche agricole in riferimento a nuove e diverse finalità di impiego o spesso semplicemente utilizzando mezzi diversi da quelli usualmente impiegati.

3.3.3.1 Mezzi ed attrezzature innovative per la raccolta delle biomasse derivanti dalla manutenzione dei canali

Negli ultimi tempi si è riconosciuta la peculiarità delle condizioni operative dei lavori riguardanti la manutenzione della vegetazione nell'ambito fluviale e sono state sviluppate tecniche, e tecnologie specifiche per questo scopo.

Lo sforzo si è concentrato verso la costruzione di mezzi ed attrezzature che potessero rispondere alle nuove istanze di “manutenzione gentile”, perché si è riconosciuta l'importanza ecologica dei corsi d'acqua (anche se parzialmente o totalmente artificializzati) e della vegetazione ad essi associata e di realizzare mezzi che risolvessero le problematiche emerse con l'adattamento di macchine ed attrezzature per il movimento terra o usate in agricoltura.

Anche fra queste ultime comunque possono riconoscersi delle attrezzature molto utili per specifici compiti di manutenzione della vegetazione dei canali.

Alcune macchine ed attrezzature sono conosciute e già utilizzate in agricoltura, ma trovano poco riscontro nel settore della manutenzione della vegetazione dei canali, perché alcuni interventi ed azioni, benché siano in grado di soddisfare alcuni requisiti di salvaguardia ecologica della flora e fauna e di esaltazione della funzione di fitodepurazione, non sono per niente previste dai protocolli ordinari di intervento e non sono in dotazione agli addetti ai lavori.

Per rispondere alle esigenze di nuove e più complesse modalità di gestione e manutenzione della vegetazione dei canali è necessario prima di tutto valutare e verificare l'efficacia di nuove soluzioni tecniche, che possono essere così riassunte:

- a) impiego di mezzi già esistenti ma attualmente non utilizzati;
- b) utilizzazione di mezzi esistenti secondo nuove linee guida e nuove finalità di impiego;
- c) impiego di mezzi di nuova progettazione.

Vegetazione spondale

Una valida alternativa alle barre falcianti e alle trinciasarmenti, per i lavori di sfalcio, può essere fornita dalle seguenti macchine agricole:

Le **falciatrici a dischi** sono più veloci e richiedono meno potenza di trazione delle trinciatrici. Sono attrezzature usate nelle aziende agricole per la fienaggione e a tale scopo possono essere destinate qualora gli argini stessi siano sufficientemente larghi ed accessibili e si voglia utilizzare la biomassa ricavata direttamente sul posto destinandola all'alimentazione del bestiame.

Rispetto alle barre falcianti le falciatrici a dischi non sfibrano le piante, ma le tagliano di netto e producono un sviluppo del cotico erboso di buona qualità.

Sono costituite da una barra cui sono attaccati dei dischi paralleli al terreno e attorno ai quali sono poste delle lame che sono il vero organo falciante.

Nelle **falciacondizionatrici** l'erba dopo il taglio viene costretta tra due rulli che schiacciando gli steli ne estraggono l'acqua libera, favorendo in questo modo l'affienamento del prodotto. A differenza delle falciatrici a dischi, il braccio portante è completato da un carter e da un telo di plastica che permette di "accompagnare" all'esterno l'erba e di accumularla.

Tutte e due le macchine sono collegate alla presa di forza del trattore tramite un albero cardanico.

Il vantaggio dell'uso di queste macchine consiste nella produzione di foraggio di buona qualità ed il rilascio di un buon cotico erboso dopo il taglio. Fra gli svantaggi si annovera la minore versatilità di impiego perché, al contrario delle trinciatrici, non sono indicate per tagliare arbusti legnosi.

Ranghinatore



Figura 60

più file per tutta la sua larghezza passandovi sopra. E' costituito da uno o più girelli, azionati dalla presa di forza del motore, sui quali sono collocati dei denti simili ad una forca che, per effetto della forza centrifuga, sbatte l'erba contro una porzione di telo o un carter di metallo che lo fa cadere a terra formando una andana.

Quando non sia possibile utilizzare il fieno ottenuto dal materiale di risulta dello sfalcio e dopo la sua essiccazione, questi può essere raccolto in andane per poi essere successivamente pressato ed infine trasportato in altri siti.

L'andanatura è realizzata con il ranghinatore o andanatore che è un attrezzo che accumula e allinea l'erba su

Prima del trasporto è necessario che il fieno venga pressato e trasformato in rotoballe o in balle quadre con apposite “presse”.

Rotoimballatrici e presse quadre

Sono macchine destinate a raccogliere il fieno e a trasformarlo in balle tonde o quadre per il successivo trasporto con automezzi.

Le rotoimballatrici sono formate da un raccoglitore che spinge il fieno in una camera di compressione che poi lo fa girare su se stesso in maniera centrifuga, sino a quando sia stato raggiunto un certo peso (di solito compreso fra i 400 e i 500 kg) e una grandezza stabilita.

Un terminale installato nella trattrice sovrintende alle operazioni di formazione delle balle e ad informare l'operatore, che poi provvederà ad aprire il portellone posteriore per lasciare uscire la rotoballa.

La pressa quadra è formata da un pistone che spinge il fieno in una camera dove viene compresso ed espulso dalla parte posteriore del mezzo.

Le presse quadre producono due tipi di balle di forma parallelepipedica: il primo tipo, di circa 30÷40 kg, chiamato comunemente “ballette”, ed un secondo tipo del peso di 500 kg circa.

Per l'impiego su vasta scala e per grandi produzioni è preferibile usare le presse più grandi che però possono raggiungere un peso di circa 5000 Kg.

Nel caso di taglio della vegetazione arbustiva o di specie legnose in generale (comprese le canne) si sottolinea la necessità dell'allontanamento dei residui dalle sponde perché la loro decomposizione ed il trasporto in acqua durante le piene autunno-invernali può incrementare i fenomeni di eutrofizzazione delle acque. Il loro riutilizzo e rivendita come biomassa combustibile può invece determinare l'abbattimento parziale o totale dei costi delle operazioni di trinciatura.

A questo scopo i mezzi e metodi di taglio e raccolta dei residui vegetali risultanti dalla trinciatura dipendono strettamente dal tipo di materiale su cui si deve operare, ma anche dall'accessibilità del sito e dallo spazio a disposizione.

Vegetazione arborea ed arbustiva

Le attrezzature ed i mezzi impiegabili per il taglio dipendono in larga misura dalla grandezza e quantità delle piante che devono essere recise.

La vegetazione arbustiva viene tagliata mediante impiego di:

Troncarami - Si tratta di motoseghe di piccole dimensioni montate su braccio telescopico. Riesce a tagliare rami e tronchi di piccolo diametro o interi arbusti.

Decespugliatori forestali - Sono decespugliatori spalleggiabili più grandi di quelli da giardinaggio con motori a scoppio di 50 cm³, con potenza di solito superiore a 2 kw e dotati di lame che servono a recidere alla base gli arbusti da rimuovere. Sono attrezzature molto manovrabili da impiegarsi in

caso di scarsa accessibilità a mezzi più complessi o quando siano in atto interventi non molto estensivi.

Decespugliatrici - Sono montate su braccio decespugliatore: un braccio estensibile porta in posizione terminale un decespugliatore di solito idraulico (la forma è assimilabile a quella delle trinciasarmenti) dotato di rotore a martelli o coltelli che consente di tritare siepi, ma anche arbusti. E' utile per la manutenzione di bordi stradali, fiumi o canali e possono essere montati su qualsiasi tipo di trattore con dispositivo di sollevamento e attacco a tre punti con la possibilità di fissare il montaggio con coppia di tenditori di irrigidimento. Alcune sono fornite di dispositivo oleodinamico di sicurezza con rotazione dei bracci di 90° sino dietro la sagoma del trattore per evitare il danneggiamento della macchina in caso di urti con ostacoli fissi.

Tagliano piante legnose con fusti di diametro sino a 8 cm.

Trinciatrici forestali - Sono grosse macchine montate posteriormente a trattori di potenza compresa fra 70÷80 Hp dotate di rotore con mazze o altri utensili che possono sminuzzare tronchi sino a 40 cm di diametro.

Testate trincianti idrauliche forestali - Sono macchine innestate su bracci telescopici di solito portati da escavatori. Sono dotate di rotore con utensili di taglio a mazze capaci di trinciare tronchi da 10 sino a 40 cm di diametro.

Pinze per tronchi - Sono attrezzi montati su un braccio meccanico e dotati di una pinza che attanaglia l'albero e di due cesoie che recidono il tronco. La pinza depone a terra il tronco dopo il taglio. Sono capaci di tagliare alberi sino a circa oltre i 30÷40 cm di diametro.

Teste harvester - Sono macchine costituite da teste combinate abbattitrici-sramatrici-sezionatrici, montate sulle gru di unità mobili (di solito articolate) a più ruote motrici e non necessariamente specializzate, che nel loro insieme costituiscono l'harvester. Un operatore agisce da una cabina girevole con un braccio idraulico dal quale manovra la testata. Il vantaggio del loro uso consiste nel poter eseguire le operazioni di abbattimento e allestimento delle piante con un unico mezzo.

La testa è composta da una pinza, che aggancia la pianta, composta da 4 bracci (fauci) a coltello che usualmente eseguono anche la sramatura. Due ruote o cingoli di trascinamento, in gomma o in metallo, comandate dall'operatore, stringono la pianta e ne permettono il suo scorrimento contro i coltelli. La sezionatura avviene tramite barra a catena o circolare. Nel primo caso la testa abbattitrice è dotata anche di organi che permettono la sramatura e sezionatura della pianta. Il taglio alla misura voluta è comandato da sistemi elettro-meccanici che inviano i dati ad un computer di bordo. Le unità motrici devono avere potenze minime di almeno 80 kw, ma sono più indicate macchine di 130 kw e portate idrauliche maggiori di 200 l/min; il peso delle testate è compreso fra 1 e 2,5 t. Con questo tipo di attrezzature si possono abbattere piante sino a 80 cm di diametro.

Forche a pinza e pinza tronchi - Sono pinze idrauliche montate su trattori, o altri mezzi analoghi, mossi da sollevatori idraulici o su bracci telescopici che servono all'esbosco o al trasporto fuori campo di biomasse legnose in singoli fusti, fasci di tronchi, fascine di potatura, ecc. Possono trasportare da 1000 a 5000 kg di carico massimo.

Imballatrice per residui di potatura - Sono macchine adatte al recupero delle biomasse derivanti dalla operazioni di potatura o da operazioni affini (taglio di arbusti e piccoli alberi) al fine di destinarle alla produzione di energia o di compost di qualità ed in entrambi i casi si possono utilizzare delle macchine adattate o progettate per questo scopo.

Una volta raccolte in fascine le ramaglie vengono compattate al fine di creare delle balle di diversa forma e dimensione e la loro successiva movimentazione.

Questa lavorazione facilita le operazioni di raccolta della materia prima, ma determina problemi di incremento dei costi di trasporto e di successiva trasformazione delle ramaglie in cippati di legno.

Le macchine per la valorizzazione del residuo di potatura sono sostanzialmente delle imballatrici da foraggio modificate allo scopo, che producono balle o rotoballe di varia dimensione e peso. Di solito si usano macchine che producono balle dal peso inferiore a 30 kg. In qualunque caso devono essere prodotte balle che poi devono essere o bruciate tal quali in caldaia o, se si destinano alle centrali elettriche, devono essere cippate con macchine apposite.

Le rotoimballatrici hanno il vantaggio di essere azionate da un solo operatore e possiedono un ridotto ingombro laterale.

Cippatrici e biotrituratori - Sono macchine che producono lo sminuzzamento immediato del legno con organi ad ingranaggio o lame, con produzione e successiva movimentazione di cippato di legno. Possono essere usate in campo per utilizzare tronchi interi o residui legnosi delle potature ottenute con il taglio della vegetazione spondale e i chips prodotti possono essere direttamente soffiati in cassoni per il successivo trasporto in deposito o direttamente in centrale.

Questa soluzione sarebbe contigua con le attuali modalità operative e con le attrezzature impiegate dal C.B.A.P.

Mietitrebbiatrici - In alternativa alle trinciatrici per il taglio ed utilizzazione della vegetazione legnosa spondale, come canne e cannuce di palude, nei casi in cui le condizioni orografiche e di accessibilità lo consentano, possono essere impiegate delle macchine mietitrebbiatrici modificate come quelle che si usano per la raccolta del mais, che producono direttamente dei chips di legno che poi vengono soffiati in cassoni per il successivo trasporto.

Mezzi di nuova concezione

Sono mezzi che permettono di eseguire le operazioni colturali in particolari condizioni operative quali pendenze eccessive, difficoltà di accesso e di percorribilità, o per rendere più efficiente il

lavoro.

Fra questi possiamo annoverare mezzi quali:

1. semoventi idrostatici;
2. mezzi anfibi;
3. mezzi radiocomandati.

I **semoventi idrostatici** sono macchine progettate per essere molto versatili e presentano soluzioni tecniche e costruttive tali da renderle più efficienti dei mezzi solitamente impiegati per le stesse funzioni.

Le caratteristiche che le diversificano dalle altre macchine consistono in:

- baricentro basso;
- ampia capacità di sbraccio;
- elevata pressione al suolo;
- versatilità dei movimenti.

I **mezzi anfibi** (figura 61) sono dotati sia di cingoli che di sistemi di galleggiamento e spinta in acqua e sono progettati per lavorare in tratti di canale inaccessibili o poco accessibili da terra o viceversa dall'acqua. Sono in grado di operare come natanti, ma anche poggiati sul fondo dei canali.

I mezzi anfibi possono supportare molti o tutti gli attrezzi utili alla manutenzione della vegetazione, poiché possono montare il braccio idraulico e conseguentemente trinciatrici, trinciasarmenti, barre e benne falcianti, forche, ecc. Possono anche essere impiegate per interventi specializzati di manutenzione del fondo o per lo scavo o il pompaggio del



figura 61

I **mezzi radiocomandati** (figura 62) sono ruotati o cingolati e si usano quando le particolari

condizioni operative esponcano il personale che esegue la manutenzione ad un rischio inaccettabile, cioè ad esempio quando la pendenza della sponda sia troppo elevata (anche del 100%), ma possono esistere anche in configurazione tradizionale cioè manovrati da un operatore. Di solito sono mezzi con un baricentro molto basso, impiegati per lo sfalcio delle sponde e possiedono alcune caratteristiche costruttive che li rendono molto stabili anche in situazioni in cui il piano di appoggio sia minimo, variabile ed irregolare.



figura 62

Il ragno - E' un mezzo dotato di braccio articolato installato su un telaio (figura 63) dotato di 4 stabilizzatori regolabili sia in altezza che in larghezza, in modo che possa "aggrapparsi" a qualunque tipo di terreno anche in presenza di forti pendenze o elevata accidentalità. La stabilità viene assicurata da sistemi a ramponi e/o a ruote. Gli stabilizzatori sono di diverso tipo a seconda delle condizioni operative e del terreno e degli ostacoli presenti. Sono mezzi usualmente impiegati nelle sistemazioni idrauliche dei torrenti montani anche in condizioni morfologicamente estreme e per questo sono facilmente adattabili al lavoro di scavo nei canali di bonifica.



figura 63

3.3.4 Gestione delle biomasse vegetali

La gestione delle biomasse vegetali derivanti dalle manutenzioni (sfalcio, trinciature abbattimenti arborei), va inquadrata tenendo in primo piano la sicurezza idraulica ma tenendo anche in considerazione, per quanto possibile, aspetti di funzionalità ecologica (conservazione della biodiversità e della rete ecologica) e di sostenibilità ambientale (recupero materie utili ed energia).

Oltre a questo è opportuno considerare poi due aspetti rilevanti e apparentemente contrapposti:

- da un lato la necessità della rimozione della biomassa, e quindi la sottrazione di sostanze trofiche, per rendere più efficiente i processi di depurazione naturale
- dall'altro la funzione pacciamante del materiale vegetale lasciato sul suolo e quindi di limitazione della ricrescita vegetale utile nel conservare più a lungo la funzionalità idraulica e “l'ordine” delle sezioni idrauliche.

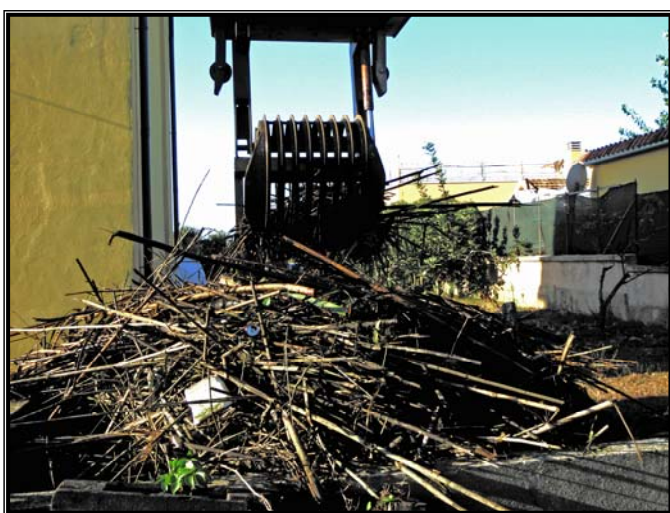
Nella manutenzione dei corsi d'acqua, e soprattutto nell'impostazione naturalistica qui affrontata, è opportuno ricordare come il taglio della vegetazione stimoli la ricrescita rapida e conseguentemente incrementi l'utilizzo degli elementi trofici (C, N, P); il semplice taglio delle piante infatti, impone ai popolamenti coinvolti di mantenersi sul tratto esponenziale della curva di accrescimento e “costringe” la vegetazione ad uno sviluppo molto elevato e a riprodursi continuamente per via agamica, cioè con piante nate da gemme o radici con caratteristiche giovanili a rapido accrescimento. La rapidità di crescita deve necessariamente essere supportata da un forte assorbimento di sostanze nutrienti e acqua e tale operazione esalta la funzione fitodepurante della vegetazione. Il fattore decisivo nel bilancio trofico del “sistema depurante” ripariale è quindi costituito dalla rimozione della biomassa sfalciata.

La rimozione deve riguardare, oltre alla vegetazione sulle sponde, anche quella in alveo rappresentata dalle macrofite emergenti; la rimozione dei detriti vegetali rende infatti efficaci i meccanismi di depurazione naturale, sottraendo (effettivamente) il carico trofico assorbito dall'insieme pianta-suolo. Si consideri infatti che per evitare il rilascio nel corso d'acqua dei nutrienti immagazzinati nei tessuti vegetali (*leaching*), la vegetazione sfalciata dovrebbe essere raccolta entro breve tempo dal taglio, (indicativamente non oltre le 12 ore).

L'abbandono sul suolo di uno strato di materiale triturato, derivante dallo sfalcio degli argini e degli alvei, costituisce una pratica coincidente nella sostanza con il *mulching*. In agricoltura e arboricoltura questa tecnica, mutuata da quello che avviene in natura nei boschi e nelle foreste, in conseguenza della caduta autunnale delle foglie che costituisce uno spesso strato coprente il terreno, è utilizzata a scopo protettivo o fertilizzante. La funzione del *mulching* è infatti molteplice; da un lato la fermentazione delle sostanze organiche fa rialzare la temperatura, garantendo così la vita per tutti gli organismi del suolo, fondamentali per la formazione dell'humus, dall'altro, decomponendosi

lentamente, provvede anche a fornire un costante, regolato apporto di humus e con il suo spessore impedisce la proliferazione e la crescita di vegetazione infestante. Applicato alla manutenzione dei canali l'effetto pacciamante da un lato rallenta la crescita della vegetazione, tendendo anche a prevenire meccanismi di erosione delle sponde, dall'altro non impedisce la ricrescita di specie fortemente invasive come *Arundo donax*. Oltre a questo, l'assenza di raccolta di ingenti quantità di biomassa può creare problemi alla stessa funzionalità idraulica dei canali.

In definitiva un *mulching* vero e proprio, quindi una trinciatura con forte sminuzzamento dei detriti vegetali, in opportuni contesti morfo-idraulici, può avere una sua utilità; in particolare quando, nella effettiva difficoltà di attivare la rimozione programmata dei materiali, l'abbandono dei detriti vegetali avviene sui tratti più acclivi delle sezioni dei canali, comunque lontano dalle rive e da un più diretto contatto con le acque superficiali.



La rimozione programmata della biomassa vegetale comporta la necessità di una sua corretta destinazione finale. Attualmente la rimozione dei resti vegetali derivanti dagli sfalci non viene di fatto attuata; i detriti vegetali o si trasformano lungo gli argini (contribuendo alla eutrofizzazione delle acque) o vengono rimossi attraverso il dilavamento e il trascinamento in sospensione nella corrente idrica, con la possibilità di

Figura 64

accumulo nei restringimenti d'alveo; ove presenti, il materiale vegetale viene intercettato dagli sgrigliatori (figura 64).

Le soluzioni alternative per il reimpiego dei materiali provenienti dal taglio dei canneti sono:

- produzione di compost
- produzione di materiale pacciamante
- produzione di energia
- uso in bioedilizia come materiale isolante
- lavorazioni artigianali

A questo proposito si consideri che valutazioni sperimentali (CNR - IREA, 2009) individuano una produzione di biomassa dell'ordine di $1.5 \div 2.0 \text{ Kg/m}^2$, mentre il potere calorifico dell'*Arundo donax* è dell'ordine di $16.000 \text{ KJ/Kg} \approx 4000 \text{ Kcal/Kg}$.



figura 65 (fonte CBAP)



Figura 66

Il recupero delle biomasse in seguito alla manutenzione della vegetazione dei canali risponderebbe al triplice scopo di esaltare la funzione di fitodepurazione, di recuperare materia prima, destinabile al compostaggio o alla produzione di energia termica e/o elettrica, ed infine di contenere i costi di manutenzione (vedi tabella 8).

La destinazione finale dipende dal tipo di biomassa ricavata, cioè le piante erbacee e le parti verdi devono destinarsi al compostaggio, mentre le piante arbustive, le canne e le altre piante legnose possono essere destinate all'industria del pannello e del combustibile.

I letami e i liquami che eccedono i quantitativi utili a mantenere la fertilità dei terreni con lo spandimento, possono invece essere destinati alla produzione di biogas all'interno di centrali elettriche o cogenerative che già esistono in Provincia di Latina.

Si consideri che la Canna comune (*Arundo donax*) possiede un potere calorifico inferiore vicino a 16,96 MJ/kg, nonostante il contenuto idrico sia del 55% alla raccolta; valore molto vicino a quello

dei combustibili legnosi più impiegati (Tabella 8) e a contenuto idrico inferiore.

Tipo di combustibile	Potere calorifico inferiore MJ / kg
Canna comune	16,96
Faggio	18,40
Pioppo	18,50
Salice	18,40
Pellet (Contenuto idrico = 10%)	16,90

Tabella 8 - comparazione del potere calorifico inferiore di alcuni tipi di biomasse per uso combustibile

In particolari condizioni operative cioè quando in adiacenza agli argini siano presenti aziende agricole ad indirizzo zootecnico, la biomassa di tipo erbaceo ricavata col taglio di manutenzione della vegetazione dei canali, può essere destinata alla produzione di foraggio impiegando particolari mezzi meccanici ed attrezzature, realizzando così un congiungimento di interessi fra necessità di reperimento a basso costo di alimenti ad uso foraggero per gli agricoltori e impiego di sistemi di “manutenzione gentile” dei canali con recupero di biomassa da parte del Consorzio di bonifica dell’Agro Pontino.

3.3.5 Gestione ecologico-funzionale dei livelli idrici dei canali

Si è detto come l’assetto morfobatimentrico e l’idrodinamismo delle acque influenzino fortemente lo stato ecologico e di qualità ambientale dei corpi idrici del sistema idrologico pontino (cfr. par. 3.2.1). Le modalità di scorrimento delle acque costituiscono quindi un fattore rilevante nei meccanismi autodepurativi, soprattutto in termini di ossigenazione, condizionando anche marcatamente, in funzione dei battenti idrici, la presenza della vegetazione d’alveo e ripariale, come pure la funzione che questa svolge nell’assorbimento dei nutrienti dalle acque dei canali e soprattutto dai contributi iporreici.

Nell’intero reticolo di bonifica, livelli idrici, velocità di deflusso, meccanismi di ricambio della massa d’acqua (e di conseguenza le interazioni acqua/sedimento), costituiscono fattori direttamente influenzati dalla priorità dell’azione “scolante” ma anche dalle complessità idrauliche generate dalla gestione promiscua del reticolo (drenaggio e irrigazione).

Per effetto del regime pluviometrico, mentre nelle condizioni invernali di maggiore afflusso i livelli idrici vengono tenuti alle quote minime, nella fasi stagionali caratterizzate da aridità, per sopperire alle necessità irrigue, vengono mantenuti livelli molto elevati, in alcuni casi sino a quote di poco inferiori al piano campagna, ottimizzando al massimo la risorsa idrica (figura 67a e 67b).



Figura 67a



Figura 67b

Peraltro questa variabilità dei livelli determina effetti critici anche sulla stabilità delle sponde (figura 68 e 69).



figura 68



figura 69

L'influenza che le quote idriche esercitano sulla funzionalità ecologica e sullo stato qualitativo dei canali assume particolare rilevanza nella stagione estiva coincidente con la maggiore esposizione ai fenomeni di eutrofizzazione. E' in questa fase stagionale che si determina il forte rallentamento dei deflussi, con stagnazione delle acque dei canali esposte a fattori energetici favorevoli alla distrofia delle acque (alte temperature, forte insolazione, minore solubilità dell'ossigeno, maggiore mobilità del fosforo all'interfaccia acqua/sedimento) e conseguenti blooms microalgali e forte produzione di biomassa vegetale legata alle macrofite (figura 53 e 54).

Nella stagione invernale le sezioni idrauliche assumono l'assetto mostrato dalla figura 70, con esposizione di una riva più ampia e meno acclive, favorevole allo sviluppo di vegetazione ripariale; nelle condizioni di invaso estivo questa fascia viene sommersa e cancellate le condizioni batimetriche favorevoli alla presenza della vegetazione.



Figura 70 – Canale Colmata con livello idrico fortemente abbassato. Si noti il drenaggio laterale fortemente organico

L'evoluzione climatica in atto rende ancora più complessa la gestione dei livelli idrici dei canali; infatti anche durante le fasi stagionali normalmente umide si cominciano ad osservare condizioni di relativo deficit idrico (con conseguente necessità disporre di alti battenti idrici utili all'irrigazione) mentre durante fasi stagionali meno piovose si possono determinare eventi meteorici estremamente consistenti per i quali i principi di sicurezza idraulica richiederebbero livelli più bassi e quindi maggior capacità di invaso dei canali.

Sulla base di quanto esposto si delinea la necessità di una gestione dei livelli idrici e delle conseguenti modalità di scorrimento che sia consapevole, oltre che delle effettive esigenze idrauliche, anche degli effetti ecologici indotti e che offra l'opportunità di integrare i differenti aspetti.

L'assetto idraulico del Canale Colmata sintetizza al meglio il quadro esposto: fatte ovviamente salve le priorità più strettamente idrauliche (drenaggio e irrigazione) una attenzione agli effetti che i battenti idrici, impostati artificialmente attraverso i sistemi di regolazione paratoie e delle quote di sollevamento delle idrovore, determinano nelle condizioni ecologiche degli ambienti acquatici è di estrema utilità ai fini del miglioramento qualitativo del corpo idrico. In linea di principio, quando possibile, è quindi utile tenere le quote d'acqua tendenzialmente più basse; questo consentirebbe di sfruttare al meglio la capacità di invaso dei canali, utilizzando peraltro il canale stesso come bacino di laminazione delle piene.

Una riduzione della lama d'acqua del canale, anche dell'ordine dei 50÷60 cm, è in grado di determinare, poi, evidenti ripercussioni positive sulla qualità delle acque e sulle condizioni ecologiche (figure 71a e 71b), in particolare:

- migliori condizioni di ossigenazione delle acque,
- ossidazione dei sedimenti di fondo e blocco del carico trofico interno con tamponamento del flusso di sostanze nutritive dai sedimenti alle acque,
- significativa riduzione della produzione di biomassa fitoplanctonica,
- possibilità di sviluppo di vegetazione acquatica, non critica sotto il profilo idraulico se gestita e monitorata, in grado di assorbire, attraverso i processi naturali autodepurativi, i carichi inquinanti gravanti sul corso d'acqua.



Figura 71a



Figura 71b

4. SCHEDE TECNICO-OPERATIVE PER INTERVENTI A FAVORE DELLA FITODEPURAZIONE ALL'INTERNO DELLE AZIENDE AGRICOLE (con il contributo di A. Bosco)

Riferimento PA/PRA: Misure 2.2 2.3 2.4.1

L'obiettivo di questa parte del lavoro è l'individuazione di interventi realizzabili all'interno delle aziende agricole e zootecniche, ma anche sulla rete idrologica minore interpodereale (non di diretta competenza del CBAP), in grado di favorire i processi di depurazione naturale delle acque mediante fitodepurazione, per il controllo dell'inquinamento diffuso.

Gli interventi individuati sono stati organizzati e descritti in schede tecnico operative (schede di intervento per agricoltori citate nel dettaglio tecnico del Form C di *REWETLAND* per l'azione 8.2), tarati su specifici casi di studio, localizzati in relazione all'articolazione geopedologica, idrologico-idrogeologica e morfologico-edafrica, dei principali bacini imbriferi della Pianura Pontina.

Le *schede di intervento per gli agricoltori* hanno tenuto conto delle problematiche di gestione delle acque e dei suoli all'interno delle aziende agricole, delle specifiche caratteristiche strutturali e le possibilità di intervento nelle diverse situazioni (tipi di colture, acque di dilavamento, produzione di reflui, ecc.) finalizzate alla attivazione dei processi di depurazione naturale diffusa attraverso la manutenzione ecologica del reticolo minore, costituito da un sistema diffuso di fossi e scoline principali, potenzialmente molto efficace nei processi di autodepurazione all'interno delle matrici acqua - suolo.

Le schede di intervento, e le linee di indirizzo su cui sono fondate, sono direttamente collegate alla individuazione di buone pratiche, destinate agli operatori agricoli e zootecnici, per il controllo delle fonti diffuse di sostanze trofiche (azoto e fosforo) e per l'uso sostenibile dell'acqua e del suolo. Per questo, nella individuazione dei casi di studio e nella predisposizione delle schede sono stati presi in considerazione anche gli esiti dell'Azione 14 di Life+ *REWETLAND* (Progetto Pilota 4. Buone pratiche dell'azienda agricola).

Identificati gli ambiti di bacino e le tipologie colturali di interesse, i casi di studio sono stati affrontati tramite interviste dirette e sopralluoghi, nel corso dei quali sono state impiegate schede e check list di confronto sintetizzati nelle seguenti tabelle.

SCHEDI PER AGRICOLTORI

RIFERIMENTO AZIENDA AGRICOLA

1. Tipologia delle colture e/o delle attività zootecniche
2. Assetto idrologico dell'azienda (relazioni azienda/acqua)
3. Usi e consumi idrici
4. Impiego fertilizzanti
5. Necessità depurative
6. Informazioni su bilancio ambientale e gestione sostenibile dei suoli
7. Gestione delle biomasse

CHECK LIST DI CONTROLLO PER L'APPLICAZIONE DELLA FITODEPURAZIONE

- A) Sono realizzabili interventi per la riduzione degli apporti trofici alle acque mediante tecniche di fitodepurazione?
- B) Sono sperimentabili impianti vegetali funzionali alla fitodepurazione?
- quali specie impiegare per realizzare fasce tampone?
 - sono utilizzabili varietà colturali di interesse produttivo utili anche alla rimozione di nutrienti (NO₃ in particolare)?
- C) Quale è l'eventuale funzionalità applicativa (punti A e B)?
- D) E' possibile applicare la "manutenzione gentile" nell'ambito aziendale ?
- è significativo?
 - c'è disponibilità?
 - quali sono gli eventuali fattori di contrasto all'applicazione?
- E) Come può essere applicato il modello di "fascia tampone" previsto dallo **Standard 5.2** DM 30125/09⁷?
- F) C'è necessità di depurazione di reflui civili? Come può essere applicata la normativa regionale sugli scarichi reflui civili⁸ ?
- G) Sono applicabili buone pratiche per:
- il risparmio idrico
 - il contenimento del dilavamento di fertilizzanti
 - la protezione del suolo e la conservazione della funzionalità (erosione, fertilità, bilancio idrico)

7

D.M. 22 dicembre 2011 (1). Modifica al *decreto ministeriale n. 30125 del 22 dicembre 2009*, recante «Disciplina del regime di condizionalità ai sensi del *regolamento (CE) n. 73/2009* e delle riduzioni ed esclusioni per inadempienze dei beneficiari dei pagamenti diretti e dei programmi di sviluppo rurale», come modificato dal decreto ministeriale n. 10346 del 13 maggio 2011. (2)

⁸ Caratteristiche tecniche degli impianti di fitodepurazione, degli impianti a servizio di installazioni, di insediamenti ed edifici isolati minori di 50 abitanti equivalenti e degli impianti per il trattamento dei reflui di agglomerati minori di 2.000 a.e.

Facendo riferimento al bacino idrografico di appartenenza sono stati affrontati i seguenti casi di studio:

1. AZIENDA “FATTORIA DELLE FAVOLE”

Azienda multifunzionale

Bacino: UFENTE

Corso d’acqua: Fosso Secondario Procoio

Tipologia di intervento: Fitodepurazione delle acque reflue prodotte dalle attività agrituristiche di una azienda agricola multifunzionale

2. AZIENDA “CAVATA”

Seminativi e orticole

Bacino: UFENTE

Corso d’acqua: canale secondario Casaletti

Tipologia di intervento: Fascia tampone lungo canale aziendale realizzata con specie vegetali da reddito

3. AZIENDA ZOOTECNICA “ PRATO VERDE”

Allevamento bufalino

Bacino: BADINO-SELCELLA

Corso d’acqua: canale secondario Pagliano Medio

Tipologia di intervento: Sistema di evapotraspirazione delle acque reflue derivanti dalla sala mungitura

4. AZIENDA “ACQUE ALTE”

Produzione Kiwi

Bacino: Acque Alte

Corso d’acqua:

Tipologia di intervento: Agricoltura di precisione mediante fertirrigazione controllata da sistema di monitoraggio pedoclimatico. Sistemi irrigui ad alta efficienza e con acqua di recupero per produzioni agricole fortemente idroesigenti

5. AZIENDA “RIO MARTINO”

Florovivaismo in serra

Bacino: Canale Acque Medie - Rio Martino

Corso d’acqua: canale secondario II Affluente Sx

Tipologia di intervento: raccolta delle acque meteoriche in stagni di fitodepurazione e riutilizzo irriguo trincee drenanti per l’alimentazione della falda

6. AZIENDA “LA QUERCIA”

Mais e orticole

Bacino: Ninfa - Sisto

Corso d’acqua: Canale Striscia

Tipologia di intervento: lavorazioni favorevoli alla conservazione della fertilità dei suoli. Realizzazione di siepi e filari lungo le scoline

7. FATTORIA “IL GABBIANO”

Vigneto e incolti

Bacino: Acque Alte

Corso d’acqua: Canale Acque Alte

Tipologia di intervento: scolina aziendale filtrante, gestione coperture erbacee e inerbimento interfilare funzionale alla fitodepurazione, canaletta golenale

In riferimento al Progetto Pilota 4: **Buone Pratiche per l'azienda agricola (Azione 14)**, per evidenziare la forte integrazione tra gli indirizzi per la gestione sostenibile di acqua e suolo individuati attraverso il PP4 con le soluzioni a favore della fitodepurazione individuate tramite i casi di studio qui esposti, ma anche per valutare le possibilità di applicazione e l'esportabilità delle misure individuate nei differenti contesti della Pianura Pontina, nella figura 72 sono stati rappresentati ubicazione e tipologia di intervento delle aziende agricole interessate, comprendendo anche la Azienda Agricola Casale del Giglio, oggetto del PP4.

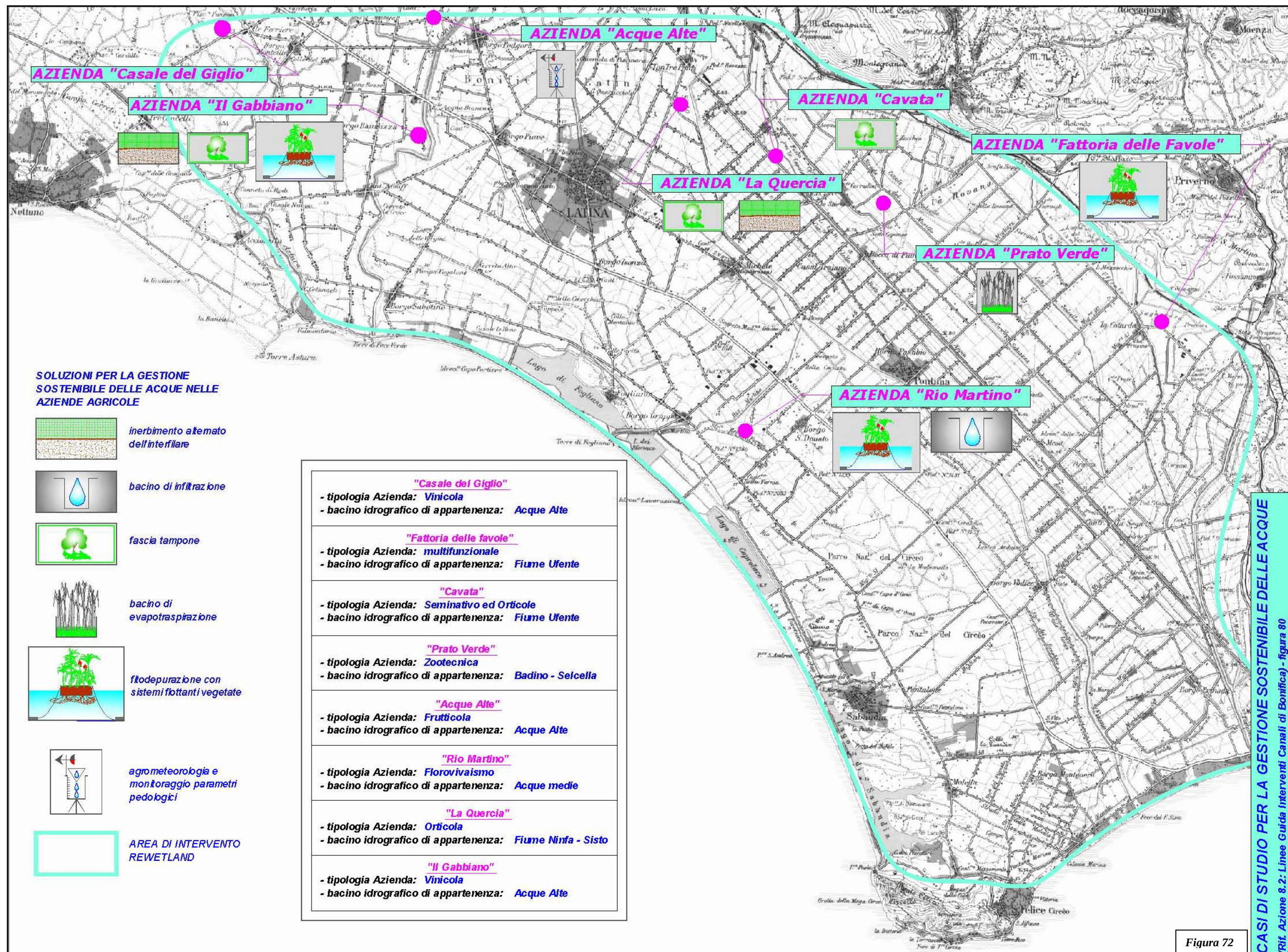


Figura 72

1 - AZIENDA “FATTORIA DELLE FAVOLE”

Azienda agricola multifunzionale ad indirizzo zootecnico, ricettivo e didattico.



Inquadramento

La “Fattoria delle favole” è un’azienda agricola agrituristica di 40 ha di terreno agricolo, oltre a 67 Ha di soprassuoli forestali, a conduzione familiare. Posizionata verso il margine NE della Pianura Pontina nel Comune di Pontinia in località Cotarda, rientra nel bacino imbrifero del Fiume Ufente tra i laghi dei Gricilli, tra il fiume Ufente e l’Abbazia di Fossanova (figure 73 e 74).

figura 73 – stralcio da Google

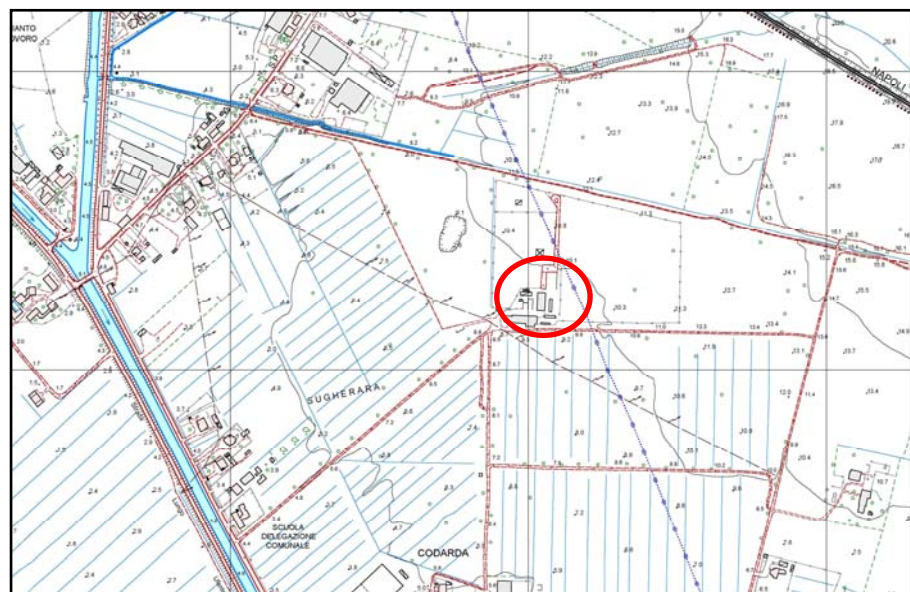


Figura 74 - stralcio CTR 401141(1:5.000)

Tipologia delle colture e/o delle attività zootecniche

L'azienda, di carattere estensivo, possiede indirizzo agrituristico e zootecnico con pascolo allo stato brado di tipo bovino (in programma 40 capi attuali 14 di razza marchigiana).

La filosofia aziendale è quella dell'auto-sostentamento della produzione zootecnica, che si avvale dei soli apporti trofici interni, e a filiera corta, per l'approvvigionamento della ristorazione agrituristica e rivendita locale di carni. Sono presenti anche animali da cortile (galline, conigli, ecc.) a servizio dell'attività agrituristica.

Assetto idrologico dell'azienda (relazioni azienda/acqua)

L'Azienda ricade nel bacino del Fiume Ufente della superficie di 8.870 ha in cui l'uso agricolo interessa una superficie complessiva di circa 7.242 Ha. Il carico totale di N è di 1.740 T/anno (0,24 T/ettaro/anno) di cui il 45% legato a orticole associate a seminativi, il 24,4% ai seminativi ed il 18% alle foraggere annuali; il carico complessivo di P è di 1.783 T/anno (0,25 T/ettaro/anno) di cui il 50% prodotto da orticole associate a seminativi, il 33% da seminativi e 11% da foraggere.

Sulla base della carta dei suoli della Provincia di Latina questi rientrano nelle Coperture eoliche sabbiose e sono classificati come "Cutani-Chromic Luvisols" : suoli molto profondi , a tessitura medio fine, moderatamente inclinati con Classe di Capacità d'Uso II s, vale a dire suoli con moderate limitazioni legate a caratteristiche podologiche negative che riducono la scelta colturale. AWC (Available Water Capacity: acqua estraibile dalle piante) pari a 170 mm, valore tendenzialmente medio alto.

Il fondo è posto ad una distanza media di 600 metri dal Fiume Ufente e non ha interazioni dirette con corsi d'acqua; mentre il drenaggio e lo scorrimento superficiale, scarsamente intercettati da sistemi di scoline, convergono prevalentemente nel fosso secondario Procoio. Un laghetto effimero, di circa 2000÷2500 m² raccoglie le acque meteoriche e intercetta parzialmente acque di dilavamento e di drenaggio epidermico.

In relazioni al **PAI** l'area non presenta vincoli di pericolosità idraulica pur essendo a margine di un'Area di attenzione e non distante dall'Area a pericolosità B1 dei Laghi del Vescovo.

Usi e consumi idrici

Non ci sono colture irrigue ad eccezione del piccolo orto familiare. Anche l'uso per l'allevamento è molto limitato. L'impiego prevalente è relativo all'uso civile per l'accoglienza turistica. In termini quantitativi, anche proiettando lo sviluppo futuro dell'azienda, si possono stimare consumi che dall'attuale 1000 m³/anno (con incidenze relative civile zootecnico pari a circa il 50%) potranno raggiungere valori dell'ordine 3000 m³/anno.

Necessità depurative

Per effetto dell'allevamento brado non ci sono necessità depurative ad esso legate. Mentre sono necessarie soluzioni per il trattamento dei reflui civili derivanti dall'attività agrituristica.

Informazioni su bilancio ambientale e gestione sostenibile dei suoli

Trattandosi di uso zootecnico brado (14 capi attuali su 40 ha nominali), colture limitate a orto familiare ecc., non ci sono trattamenti significativi né apporti trofici; le lavorazioni del suolo sono minime e localizzate; si tende a gestire il soprassuolo nella sua evoluzione spontanea e secondo un ciclo naturale funzionale al pascolo ed alle altre attività collaterali dell'azienda agricola ecologica multifunzionale. Il bilancio è pertanto molto basso con minima pressione ambientale.

Gestione delle biomasse

La manutenzione di siepi, piante arboree, prati su una superficie complessiva di circa 40 Ha rende disponibile una biomassa vegetale dell'ordine delle 80÷100 T/anno a cui partecipa anche la gestione, in termini di interventi intercalari e di manutenzione, di altri 67 ha di bosco ceduo quercino di proprietà esterne all'azienda.

Lo scopo della manutenzione del soprassuolo boschivo a disposizione è il recupero energetico tramite combustione del cippato a servizio dell'auto consumo nell'impianto di riscaldamento (4 kg di cippato corrispondono a circa 1 litro di gasolio).

Non è stato manifestato interesse verso il ricorso a fonti rinnovabili (solare, eolico, ecc.).

Applicazione di buone pratiche

L'impostazione del ciclo produttivo aziendale, che non prevede le usuali pratiche agronomiche, ma il pascolo brado e la multifunzionalità, di per se rappresentano un insieme coordinato di buone pratiche articolate in:

- autofertilizzazione dei terreni tramite le deiezioni animali
- assenza di lavorazione del suolo
- assenza di sfruttamento idrico per irrigazione
- gestione/coltivazione naturale di circa 4 km di siepi con specie arboree (olmo, carpino, ecc.) miste a specie arbustive (rovo, biancospino, ecc.)
- conservazione di numerosi individui di grosse dimensioni di sughera (*Quercus suber*) a cui è associata la presenza di habitat e nicchie ecologiche per uccelli, micromammiferi, insetti e rettili
- gestione a basso impatto del reticolo di scoline, lasciate all'evoluzione naturale, in grado di generare effetti di fitodepurazione
- coltivazione biologica dell'orto

Applicazione di tecniche di fitodepurazione

L'assetto idrologico della proprietà e le condizioni agronomiche e zootecniche fanno sì che il ricorso a tecniche di depurazione naturale mediante fitodepurazione non necessiti di interventi specifici. Non ci sono corsi d'acqua direttamente esposti al dilavamento di sostanze trofiche e la conduzione estensiva dell'azienda non determina necessità di interventi di fitodepurazione diffusa.

A causa dei costi (o meglio per la generale mancanza di sincronismo intervento/spesa/finanziamento), non c'è interesse da parte della proprietà a realizzare impianti vegetali alternativi, neanche se finanziati. Al contrario l'attività agrituristica (alloggio e ristorazione) in fase di sviluppo, crea l'opportunità di realizzare un sistema di fitodepurazione ben integrato nelle attività dell'azienda agricola per il trattamento dei reflui civili connessi all'esercizio ricettivo.

Si può così prevedere un sistema modulare costituito da un bacino a scorrimento superficiale, orizzontale, collegato, tramite un fosso, ad un secondo bacino (ecosistema filtro palustre), per un eventuale ulteriore finissaggio ma soprattutto per una destinazione naturalistica anche a forte valenza didattica (figura 75).

A monte del sistema di fitodepurazione deve essere previsto un sistema di trattamento primario realizzato con fossa Imhoff o tricamerale per decantazione delle sostanze organiche sedimentabili e la digestione per via anaerobica delle stesse.

Dal trattamento primario il refluo viene immesso in una vasca con acqua affiorante ricoprente un suolo, costantemente sommerso, che costituisce il supporto per le radici delle piante acquatiche (Sistema a flusso superficiale: *FWS - Free water surface*). In questo sistema, attraverso opportune canalizzazioni, l'acqua da trattare scorre quindi con il più lungo percorso possibile, su letti colonizzati da piante radicate emergenti (indicativamente typha, phragmites, carex, scirpus, juncus, iris).

Per un dimensionamento di massima, nella condizione attuale, si stimano “carichi idraulici” (espressi in litri/abitate equivalente/giorno), dell'ordine dei $1,6 \text{ m}^3/\text{g}$ ($\approx 0.02 \text{ l/s}$), riferiti a circa 8 A.E., mentre per il futuro questi potranno raggiungere dimensioni dell'ordine dei $10 \text{ m}^3/\text{g}$ ($\approx 0.1 \text{ l/s}$) riferiti a circa 50 A.E. Il sistema si presta in modo ottimale al regime di produzione dei reflui condizionato dalle fluttuazioni dell'attività ricettiva.

Considerando come la richiesta media di superficie per impianti FWS sia di circa $4\div 6 \text{ m}^2/\text{A.E.}$, si renderebbero necessarie superfici di impianto dell'ordine dei $200\div 300 \text{ m}^2$.

La vasca a flusso superficiale viene collegata tramite un fossetto naturaliforme con sezione svasata e irregolare (dell'ordine dei 0.5 m^2) e andamento planimetrico sinuoso (con uno sviluppo di circa $80\div 100$ metri) al piccolo stagno già esistente, attualmente caratterizzato da forte astaticità dei livelli poiché alimentato unicamente dalle acque di pioggia. Questo, attualmente della superficie massima

di circa 2.500 m², potrà essere rimodellato per ottenere una maggiore diversificazione batimetrica e sinuosità delle rive, al fine di aumentarne la funzionalità ecologica e naturalistica.



Figura 75

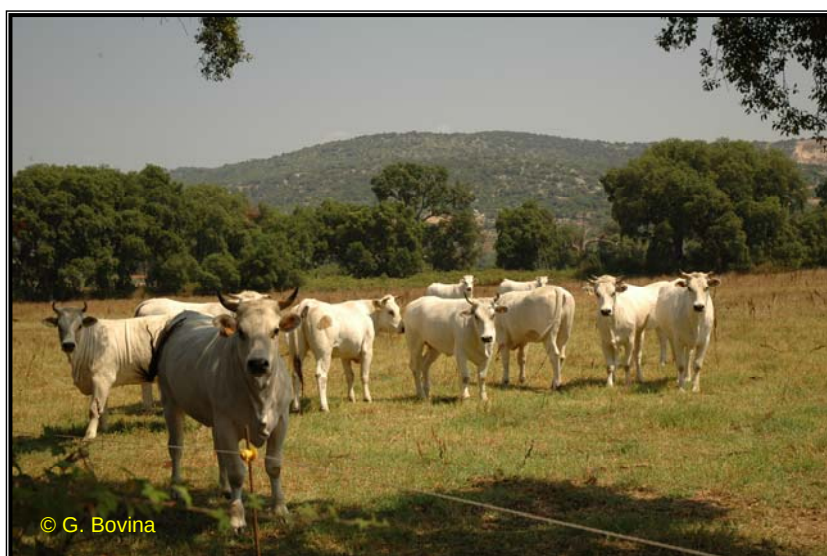


Figura 76

2 - AZIENDA “CAVATA”

Azienda di seminativi ed orticole.

Inquadramento



Figura 77 – stralcio da Google

Azienda ubicata nel comune di Latina, a margine della SS Appia, in prossimità del centro rurale di Borgo Faiti, tra il canale Linea Pio e il fiume Cavata (figure 77 e 78).

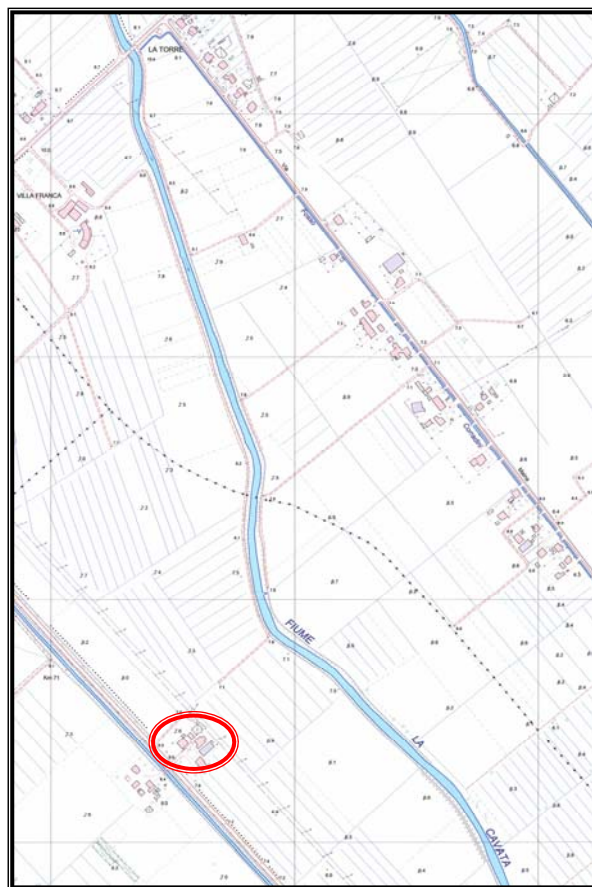


Figura 78 - stralcio CTR 400121 (1:5.000)

Tipologia delle colture

L'azienda comprende circa 23 Ha di terreno. L'indirizzo produttivo è a seminativo in rotazione con le colture orticole.

Vengono praticate due o anche tre colture all'anno.

Le colture orticole maggiormente praticate si riferiscono a: cocomeri, meloni, insalata, spinaci.

Le lavorazioni prevedono:

- aratura profonda ≥ 50 cm tramite cingolato

Per le colture orticole un regime di concimazione prevede la seguente successione, considerando che i terreni risultano ricchi di potassio e che dunque non necessitano espressamente di questo elemento:

- in fase di pre-semina mediante distribuzione di 400 kg/ha di concime binario (18÷46) o in alternativa 500 kg/ha di ternario (11-22-16);
- in fase di semina (novembre) distribuisce concime binario tipo Nitrato Ammonico localizzato anche mediante fertirrigazione pari a circa 300 kg / ha;
- alla emissione della prima foglia segue la distribuzione di 150 kg/ha di Nitrato di Calcio;
- 300÷400 kg/ha di urea alla emissione delle successive 3 foglie.

I seminativi maggiormente coltivati sono: grano tenero, grano duro, mais.

Per il grano il regime di concimazione prevede la distribuzione, in gennaio – febbraio, di circa 400 kg/ha di urea (titolo di N al 46%) e ulteriori interventi solo in caso di bisogno.

Rotazioni tipiche effettuate: orticole, mais, grano.

Nel complesso l'azienda applica pratiche agronomiche usuali.

Previsto diserbo chimico e uso di prodotti fitosanitari.

Assetto idrologico dell'azienda (relazioni azienda/acqua)

L'azienda ricade nel bacino del canale Selcella esteso 10290 Ha e con uno sviluppo delle aree agricole per circa 9.248 Ha. Il carico totale di N è di 2.527 T/anno (0,27 T/ettaro/anno) di cui il 49% legato a orticole associate a seminativi, il 18,7% ai seminativi ed il 18% a mais con seminativi; il carico complessivo di P è di 2.439 T/anno (0,26 T/ettaro/anno) di cui il 58% prodotto da orticole associate a seminativi, il 7% da mais con seminativi.

L'area è attraversata dal Fosso Casaletti che raccoglie il drenaggio della rete di scoline; il deflusso verso il Fiume Ufente avviene mediante il sistema fosso Casaletti → fosso del Fiasco → Allacciante Sarceto → fosso della Schiazza → canale Nuovo Selcella → Fiume Ufente dopo un percorso di circa 17 Km.

La densità di drenaggio del reticolo principale del bacino (canali consortili, principali e secondari), calcolata su un'area campione di circa 300 ettari che comprende il sito di studio (cfr. tabella 5 par. 3.2.3.1), è dell'ordine dei 2 Km/Km², mentre quella del sistema di scoline principali è di circa 13 Km/Km² con una incidenza di circa 88% di queste ultime sul totale.

Sulla base della carta dei suoli della Provincia di Latina si tratta di suoli delle pianure bonificate, sub pianeggianti, profondi, a tessitura fine, prevalentemente argillosi, classificati come “Gleyi-Vertic Cambisols”, il drenaggio è mediocre, la classe di capacità d'uso III s vale a dire suoli con notevoli limitazioni legate a caratteristiche podologiche negative che riducono la scelta colturale.

AWC (Available Water Capacity: acqua estraibile dalle piante) raggiunge un valore piuttosto elevato pari a 200 mm.

La falda si trova ad una quota di circa $3 \div 4$ metri s.l.m., a fronte di una quota media dei terreni compresa tra 9 e 7 metri s.l.m..

In relazioni al **PAI** l'area non presenta vincoli di pericolosità idraulica.

Usi e consumi idrici

L'Azienda utilizza l'irrigazione a pioggia con rotolone da canale; l'alimentazione del sistema avviene attraverso il fosso Casaletti a sua volta alimentato, mediante sollevamento meccanico, dal fiume Cavata.

Necessità depurative

Non sono evidenziate necessità depurative.

Informazioni su bilancio ambientale e gestione sostenibile dei suoli

Coltivazione sino al bordo dell'argine dei fossi. Sponde ricoperte di vegetazione erbacea naturale.

Applicazione di buone pratiche

Modalità di conduzione agricola riferibile a buone pratiche sono limitate a :

- ✓ aratura senza rovesciamento della fetta in modo da evitare l'eccessiva disgregazione della struttura del suolo
- ✓ trinciatura ed interrimento delle stoppie dopo la raccolta dei seminativi successivi alla distribuzione di 150-200 kg/ha di urea.

Applicazione di tecniche di fitodepurazione

Essendo il canale di drenaggio principale di pertinenza consortile l'applicazione dello Standard 5.2 (fasce tampone aziendali) richiederebbe un accordo tra l'Azienda agricola ed il CBAP. Allo stato non è stata registrata alcuna disponibilità in tal senso. Tuttavia l'assetto aziendale e la sistemazione idraulica sono rappresentativi di larga parte delle situazioni presenti nel bacino di riferimento (Ufente) fatto che rende significativo il caso di studio. E' anche utile riportare le motivazioni della indisponibilità alla concertazione di soluzioni per la fitodepurazione delle acque aziendali: queste sono legate ad un senso di sfiducia nei confronti degli enti pubblici, timore di eccessive limitazioni e mancanza di redditività o forme di compensazione economica derivanti dall'intervento.

L'applicazione di criteri di manutenzione gentile aziendale è possibile e peraltro la vegetazione naturale che colonizza le sponde del fosso Casaletti è sostanzialmente rispettata. Sono quindi ipotizzabili impianti vegetali utili alla funzione filtro e che possano avere un significato anche in termini di reddito.

L'ipotesi tipologica prevede quindi una sistemazione del fosso Casaletti e delle pertinenze riparie secondo lo schema di figura 79. E' prevista una modesta ricalibratura del fosso (linea verde

continua) che consenta un leggero ampliamento della sezione geometrica attuale (linea tratteggiata) a tutela della funzione idraulica e per aumentare l'area di colonizzazione da parte di specie vegetali elofite quali tifa, cannuccia palustre, iris. La fascia residua di circa 4 metri per ciascuna sponda viene destinata alla formazione di prati o erbai (ciclo produttivo inferiore ad un anno), utilizzando specie erbacee utili (foraggiere o altro), in grado di intercettare il dilavamento superficiale. Potranno essere realizzate coperture oligofite (2÷4 specie) o polifite in funzione della destinazione produttiva utilizzando graminacee (ad esempio *Avena sativa*, *Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata*, *Lolium multiflorum*, *Lolium perenne*, *Secale cereale*), e leguminose (*Lotus corniculatus*, *Medicago sativa*, *Onobrychis viciifolia*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*). La fascia erbacea può essere destinata allo sfalcio e/o, se possibile, al pascolo. Nel caso del consumo diretto, ad esempio con pascolo ovino di pochi capi a gestione familiare, si otterrebbe una semplificazione delle attività manutentive del prato.

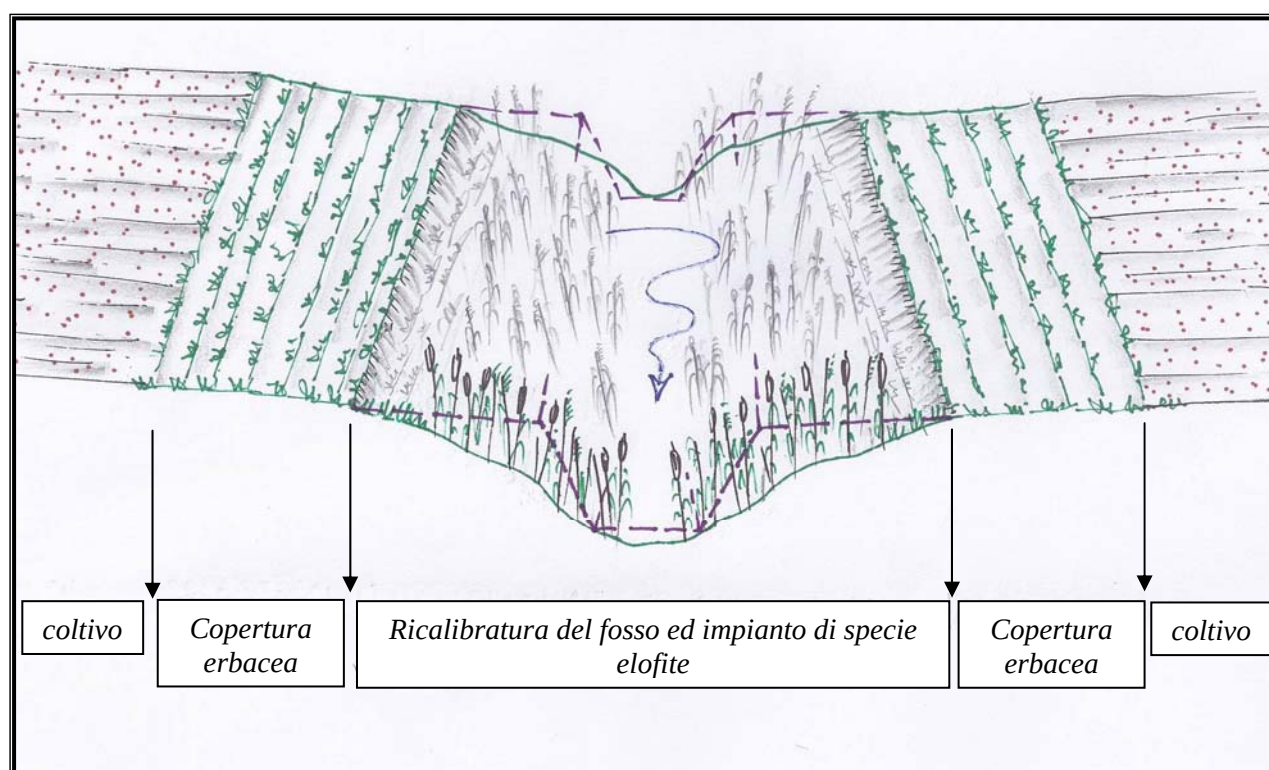


Figura 79

Le singole azioni dell'intervento sono:

- predisposizione della fascia ripariale di 5 metri (eventuale arretramento delle colture)
- rimodellamento delle sezioni con escavatore (scavo, riprofilatura e gestione dei volumi di terra in esubero)
- impianti di specie erbacee

I criteri manutentivi del canale, impostati sui principi della “manutenzione gentile”, dovranno rispettare l’alternanza delle sponde con taglio a cadenza annuale della vegetazione ripariale, impiegando una benna falciante ed effettuando la raccolta del materiale.

3 AZIENDA ZOOTECNICA “PRATO VERDE”

Allevamento bufalino.



Inquadramento

L'azienda interessa una superficie di 5 Ha di cui circa il 30 % occupato dalle stalle, il 20% dalle strutture di servizio e il 50% da superfici incolte; è posta nell'agro del comune di Sezze, a circa 2,5 Km a ESE di Borgo Faiti (LT) e a meno di un chilometro a NE della Strada S.S. Appia (figure 80 e 81).

Allevamento zootecnico bufalino per la produzione di latte e carne di circa 900 capi, di cui 500 da latte. (figura 82 e 83).

Figura 80 – stralcio da Google

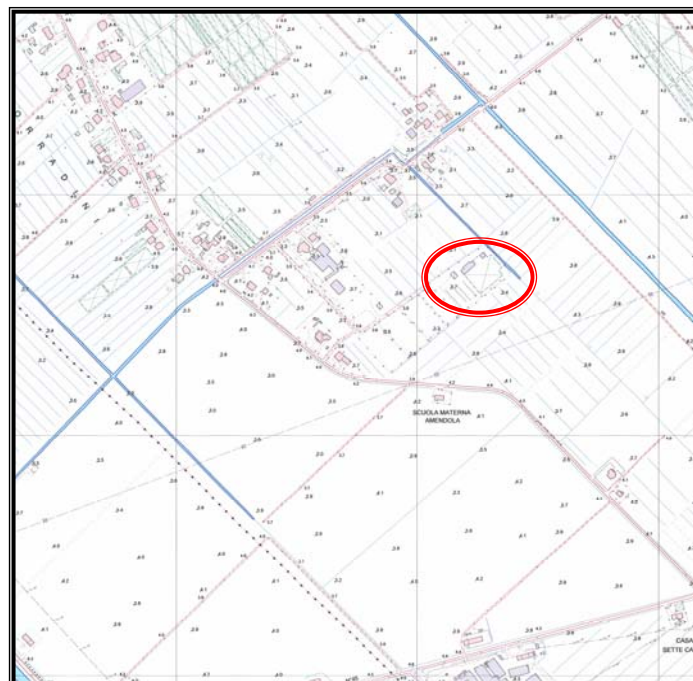


Figura 81 - stralcio CTR 401093 (1:5.000)



Figure 82 e 83

Assetto idrologico dell'azienda (relazioni azienda/acqua)

L'azienda ricade nel bacino del canale Selcella il cui assetto trofico legato all'uso agricolo è stato descritto in precedenza relativamente al caso di studio n. 2.

I suoli dell'azienda derivano da sedimenti lagunari recenti, mediamente profondi sulla falda, (*Calcari-Mollic Gleysols*); sono caratterizzati da tessitura fine, argillosa, con drenaggio da molto lento a lento e permeabilità dell'ordine di 5×10^{-5} cm/sec. Presentano limitazioni all'uso agricolo molto forti, legate all'abbondante presenza di acqua: consentono solo una limitata possibilità di scelta.

La quota della falda oscilla da circa 2 a 0 metri s.l.m., mentre la quota media dei terreni è di poco superiore ai 3 metri s.l.m.

L'assetto idrologico è costituito dal sistema idraulico Pagliano Medio → Pagliano Inferiore → Canale Selcella → Canale Nuovo Selcella → Ufente → Badino (figure 84 e 85).

In relazione al PAI, per gli aspetti di pericolosità idraulica, i terreni aziendali rientrano nelle - Aree di Attenzione.



Figure 84 e 85

Usi e consumi idrici

L'alimentazione idrica è da pozzo con consumi per abbeveramento e gestione allevamento dell'ordine dei 50÷60 l/giorno pro capite, fortemente dipendente dalle condizioni stagionali, di cui oltre il 90% è legato all'alimentazione, per un consumo giornaliero complessivo dell'ordine dei 50 m³.

Necessità depurative

Come descritto più avanti, i liquami zootecnici devono essere trattati attraverso la riutilizzazione agronomica, unitamente a tutti gli effluenti e reflui dell'allevamento.

La produzione di liquame è dell'ordine delle 50 t/giorno. In relazione al carico azotato⁹ (340 Kg N/Ha), l'azienda provvede allo smaltimento mediante spandimento su terreni agricoli, utilizzando superfici extra aziendali per un totale di circa 130 Ha in differenti fondi ricadenti nei comuni di Sezze, Pontinia e Latina.

In relazione alla normativa di protezione delle acque dai NO₃ l'azienda non rientra nelle *Aree sensibili* individuate del PTA della Regione Lazio.

In termini di “necessità depurative”, per la tipologia produttiva dell'azienda zootecnica, queste possono essere utilmente riferite ai carichi puntuali generati dai reflui della sala mungitura, così come più oltre analizzato.

Gestione delle biomasse e applicazione di buone pratiche

Gli effluenti di allevamento (EA), ricchi di sostanza organica, possono essere sfruttati a scopi energetici: impiegati nella combustione diretta oppure avviati alla Digestione Anaerobica (DA) per la produzione di biogas, utilizzabile tal quale per la produzione di energia elettrica e termica mediante co-generazione o come metano, anche da autotrazione, dopo depurazione.

Su questo tema l'azienda ha avviato un'analisi di fattibilità per un impianto a biogas della potenza di circa 300 kW alimentato da circa 66 t/giorno di biomassa (di cui 70% di liquame e letame e 30% di cofermenti aggiunti per migliorare la resa produttiva), in grado di produrre giornalmente circa 1600 m³ di metano.

Oltre all'orientamento verso il recupero energetico con impianto a biogas, comunque economicamente impegnativo (sono stimati costi di investimento dell'ordine dei 1,6 Ml di €), sono in corso interventi di risparmio energetico basati sul recupero di calore e riduzione diretta dei consumi applicati al sistema di refrigerazione del latte (figura 86).

⁹ DISCIPLINA PER LA UTILIZZAZIONE AGRONOMICA DEGLI EFFLUENTI DI ALLEVAMENTO E DELLE ACQUE REFLUE IN APPLICAZIONE DEL D.Lgs 152/06 così come modificato dal D.Lgs 4/2008, E DEL D.M. 07/04/2006.



Figura 86

Applicazione di tecniche di fitodepurazione

Il ricorso a tecniche di fitodepurazione nell'ambito delle attività connesse agli allevamenti zootecnici è riconducibile alle possibilità di mitigazione degli impatti sulla qualità delle acque prodotti dalle deiezioni animali. In particolare, per la rilevanza dei carichi ($N \approx 5\%$ e $P \approx 1\%$ del refluo), è molto critico l'impatto dell'azoto generato dagli allevamenti bovini, sia sulle acque superficiali che quelle sotterranee.

Così come risulta da progetti specifici (RiduCaReflui: progetto della Regione Veneto "Riduzione del carico inquinante generato dai reflui zootecnici nell'area del bacino scolante della laguna veneta – www.venetoagricoltura.org), gli obiettivi di riduzione del carico inquinante della zootecnia rientrano in un modello complesso, pluriobiettivo, in grado di coordinare modelli di filiera integrata e tecnologie di trattamento degli effluenti animali:

- ✓ Modelli di filiera integrata (destinazione agronomica diretta, trattamento extra-aziendale, trattamento aziendale)
- ✓ Processi di valorizzazione energetica
- ✓ Processi fisici
- ✓ Processi biologici
- ✓ Trattamenti terziari di affinamento con sistemi naturali

Sulla base delle esperienze condotte da Veneto Agricoltura, il trattamento di reflui zootecnici mediante sistemi naturali risulta infatti utile come trattamento terziario per l'affinamento depurativo attraverso la riduzione del carico di elementi nutritivi, come azoto e fosforo: in certi casi questi

trattamenti sono in grado di eliminare sostanze poco biodegradabili, derivanti dai precedenti trattamenti o dal metabolismo batterico. Affinché il trattamento di fitodepurazione risulti efficace, il liquame deve subire preliminarmente processi rivolti alla diminuzione della concentrazione dell'azoto totale, fino a raggiungere livelli inferiori ai 500 mg/l e preferibilmente di 250 mg/l; ciò in considerazione del fatto che un liquame tal quale in uscita da un allevamento normalmente presenta livelli di concentrazione da quattro a dieci volte superiori.

Nel caso di applicazione ai reflui zootecnici, il sistema di fitodepurazione va necessariamente preceduto da processi in grado di rimuovere la maggior parte dei nitrati presenti. Il liquido in entrata deve inoltre avere un basso tenore di solidi sospesi per non occludere i macropori presenti nel substrato (ghiaia, sabbia) impiegato per fare attecchire le piante acquatiche perenni che svolgono la funzione di fitodepurazione.

La complessità di trattamento dei reflui zootecnici (per stato fisico e carichi trofici implicati), suggerisce l'utilità di azioni e linee di indirizzo volte ridurre il contenuto d'acqua dei reflui; questo a anche a favore della palpabilità dei materiali.

Nel contesto dei reflui zootecnici, il caso di studio intende affrontare il trattamento delle acque derivanti dalle attività di lavaggio della sala mungitura dell'Azienda Prato Verde (figura 87). Come specificato dal regolamento del Comune di appartenenza (Sezze), le acque reflue prodotte dalla gestione della mungitura sono assimilate ai liquami zootecnici e devono essere trattate, attraverso la riutilizzazione agronomica, unitamente a tutti gli effluenti e reflui dell'allevamento. Le



Figura 87

problematiche di smaltimento dei reflui prodotti dalla sala mungitura non sono tanto di carattere qualitativo ma quantitativo. Infatti rispetto ai liquami delle deiezioni, si tratta normalmente di reflui a limitato contenuto di elementi trofici che, pur essendo gestibili assieme ad essi, creano problemi gestionali e crescita dei costi.

Nella tabella 8 sono riassunti i dati qualitativi relativi all'esperienza dimostrativa per il trattamento mediante fitodepurazione dei reflui bovini da zona mungitura condotti dal Centro Ricerche Produzioni Animali CRPA di Reggio Emilia (Mantovani P., Piccinini S., Zootecnia e Ambiente, 2000).

PARAMETRO	INGRESSO VASCA IMHOFF ^(a)	INGRESSO FITODEPURAZIONE	USCITA FITODEPURAZIONE
pH	7,6	7,4	7,5
Solidi sospesi totali (mg/l)	790	270	70
COD ^(b) (mgO ₂ /l)	1.410	699	111
BOD ₅ ^(c) (mgO ₂ /l)	424	299	36
Azoto totale (mg/l)	139,8	72,6	24,6
Azoto nitrico (mg/l)	9,1	6,9	6,7
Azoto ammoniacale (mg/l)	22,3	26,9	21,6
Fosforo totale (mg/l)	14,1	10,2	4,0
<i>(a): media ponderata delle caratteristiche dei differenti reflui all'ingresso dell'impianto; (b): richiesta chimica di ossigeno; (c): richiesta biologica di ossigeno.</i>			

Tabella 8

Mentre l’efficacia dell’intervento in termini di abbattimento percentuale rispetto alle concentrazioni in ingresso e uscita sono riassunte nella tabella 9.

<i>parametro</i>	<i>% di riduzione</i>
pH	-
Solidi sospesi totali	90
COD	92
BOD ₅	90
Azoto totale	82
Azoto nitrico	36
Azoto ammoniacale	3
Fosforo totale	71

Tabella 9

In termini quantitativi, da numerose rilevazioni effettuate presso le sale di mungitura di allevamenti a stabulazione libera effettuate nel corso della medesima esperienza del Crpa, si osservano consumi idrici per le operazioni di lavaggio variabili da un minimo di 20 ad oltre 70 litri al giorno per ogni vacca in produzione (Centro ricerche produzioni animali (Crpa) di Reggio Emilia anno 2000).

Per i motivi esposti il caso di studio dell’Azienda Prato Verde consente di valutare la possibilità di effettuare un trattamento naturale utile alla riduzione dei volumi complessivi dei liquami zootecnici, incrementandone la palpabilità e semplificando in tal modo la gestione.

Nella tabella 10 è riportata la caratterizzazione chimica delle acque di scarico della sala mungitura dell’Azienda bufalina Prato Verde: i valori sono più bassi ma in linea di principio confrontabili e comunque utili per una prima definizione di un quadro di riferimento progettuale.

<i>parametro</i>	
pH	6.8
Solidi sospesi totali	56 mg/l
COD	584 mg/l
BOD5	110 mg/l
Azoto totale	35 mg/l
Azoto nitrico	1 mg/l
Azoto ammoniacale	33 mg/l
Fosforo totale	2 mg/l

Tabella 10

Nell'esperienza gestionale dell'Azienda bufalina si stimano quantità dell'ordine di 80 litri per ciascuna postazione della sala mungitura (coincidente con il dato di letteratura); considerando le 20 postazioni presenti nell'impianto ed i due turni effettuati, si ricava un volume giornaliero dell'ordine dei 3.200 litri a cui si sommano altri 250÷300 litri/giorno di acque utilizzate, sempre all'interno della sala, per un volume complessivo di circa 3,5 m³/d.

Tra le tipologie di depurazione di tipo naturale viene presa in considerazione il sistema basato sulla evapotraspirazione totale fitoassistita. Il documento tecnico connesso alla DGR n. 219/2011 (che detta le nuove regole per l'installazione degli impianti di fitodepurazione per reflui civili), introduce infatti, tra le tecniche di depurazione naturale, anche gli impianti di **evapotraspirazione fitoassistita**. Con questi sistemi, nei processi di assorbimento delle sostanze trofiche alla base della fitodepurazione, vengono favoriti i meccanismi di evapotraspirazione connessi alla crescita della vegetazione igrofila utilizzata nell'impianto. In tal modo si ottiene “una forte riduzione del volume dei reflui trattati, fino ad arrivare, in condizioni favorevoli, alla completa evapotraspirazione del liquame e quindi ad azzerare lo scarico”. L'efficacia di questi impianti dipende prevalentemente da due fattori:

- ✓ scelta di specie vegetali ad alto coefficiente colturale e che trovano condizioni ottimali di sviluppo con terreni saturi d'acqua,
- ✓ bilancio idrologico favorevole (minimizzazione degli apporti meteorici),

ed è quindi fortemente dipendente dalle condizioni stagionali.

In tal senso è opportuno il riferimento ad esperienze depurative nelle quali estese coltivazioni di bambù vengono direttamente irrigate con acque reflue civili, fornendo risultati di sensibile interesse in termini di abbattimento dei carichi trofici e produzione di biomassa pregiata con importanti risvolti socio-economici.

Poiché il bilancio idrologico dell'impianto Evt totale chiude a zero, indipendentemente dagli aspetti qualitativi dei reflui, un primo dimensionamento può essere fatto sulla base delle indicazioni della normativa regionale (ancorché specifica per reflui civili). Per carichi idraulici di circa 200 l/g per

A.E. , questa indica dimensioni di circa $8 \div 10 \text{ m}^2$. Dovendo trattare portate dell'ordine dei 3.500 l/d è quindi necessaria una superficie totale di circa $150 \div 200 \text{ m}^2$.

In termini di BOD_5 , N_{tot} , e P_{tot} , considerando i carichi per AE e quelli ricavabili dalle analisi delle acque di scarico, si ottengono i dati riportati nella tabella 11 di confronto, secondo i quali anche dal punto di vista qualitativo l'ipotesi di trattamento risulta verificata.

	<i>A.E.</i>	<i>Refluo SM</i>
<i>Carico idraulico</i>	200 l/d	200 l/d
BOD_5	60 g/d	22 g/d
N_{tot}	13 g/d	7 g/d
P_{tot}	1,3 g/d	0.26 g/d

Tabella 11

L'impianto (figura 88) è essenzialmente costituito da un sistema di pretrattamento (degrassatore e fossa Imhoff) e di regolazione (pompa di sollevamento e regolatori) che alimenta il sistema di Evt totale. Questo è costituito da un sistema di irrigazione che alimenta un impianto lineare di specie vegetali ad alto coefficiente culturale evapotraspirativo.

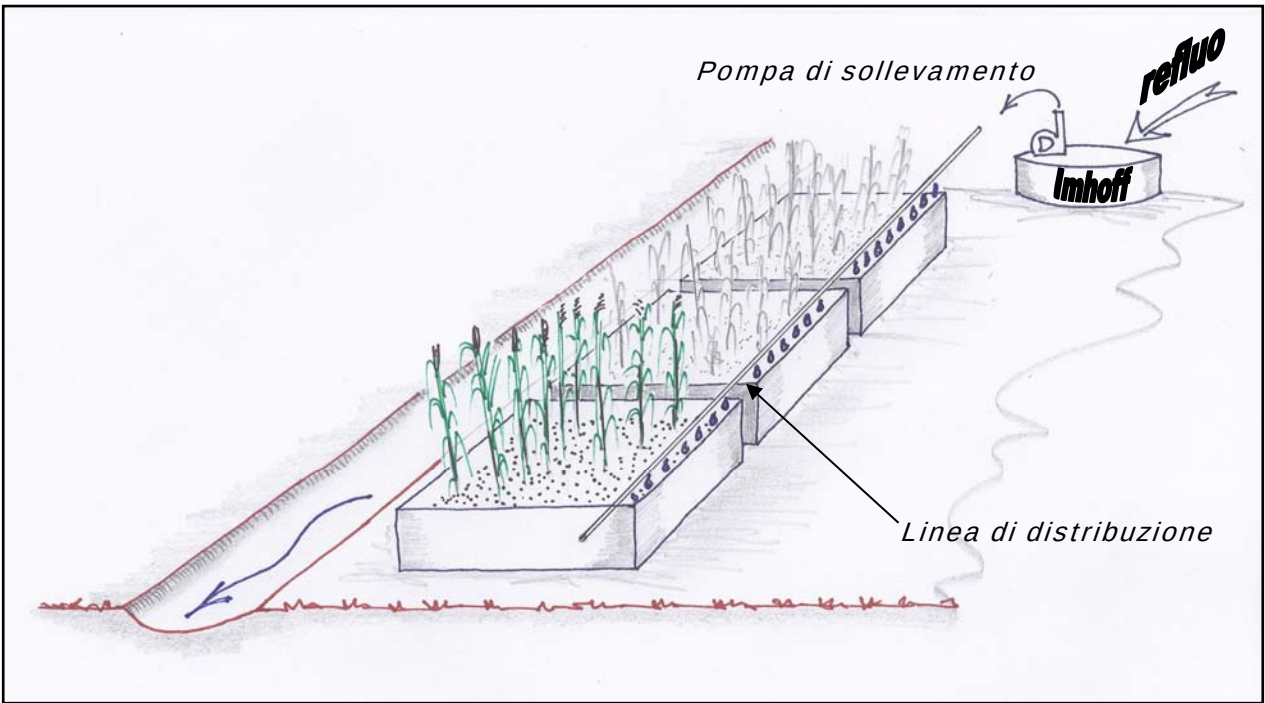


Figura 88



Figura 89



Figura 90

Specie particolarmente indicate sono il bambù o formazioni arbustive costituite prevalentemente da lauro ceraso, corniolo e sambuco. Per garantire la protezione delle acque da possibili meccanismi di contaminazione, la vegetazione viene impiantata in contenitori stagni posti al di sopra del piano campagna posizionati in modo tale da realizzare una cinturazione verde posizionata lungo il confine dell'azienda e a bordo del fosso intrapoderale (figure 89 e 90).

Impiegando pozzetti di cemento, contenitori plastici di idonee dimensioni o vasche in cemento o vetroresina vengono di fatto realizzati vassoi assorbitivi in serie (contenenti l'apposito substrato di coltivazione per le macrofite), nei quali le acque reflue derivanti dal sistema primario vengono depurate dalle sostanze inquinanti sino ad essere totalmente assorbite dalla vegetazione.

Un ulteriore contenimento, utile anche per il controllo delle eventuali perdite, potrà essere realizzato poggiando i vassoi per la EVT su una piano di cemento (o comunque impermeabilizzato), in grado di drenare in opportuni pozzetti di controllo.

Per la distribuzione possono essere impiegate manichette gocciolanti o tubazioni con microirrigatori o gocciolatori autocompensanti di più facile manutenzione e controllo rispetto ai sistemi di subirrigazione.

I possibili problemi di intasamento devono essere prevenuti mediante l'opportuna progettazione del sistema primario di trattamento (rimozione di surnatanti, grassi e materiali solidi in sospensione).

Il sistema prevede il ricircolo nei periodi di maggiore umidità, così come illustrato nello schema di figura 91. La presenza del fosso di confine (figure 89 e 90) offre la possibilità di utilizzare il corpo idrico come ricettore dell'eventuale surplus idrico. Per questa funzione la testa del fosso, coincidente con la scolina rappresentata in figura 90, per un tratto di circa 130 metri potrebbe essere impermeabilizzata con argilla o manto bentonitico al fine di rendere totalmente compatibile l'intervento con i requisiti richiesti dalla normativa regionale in materia di trattamento delle acque

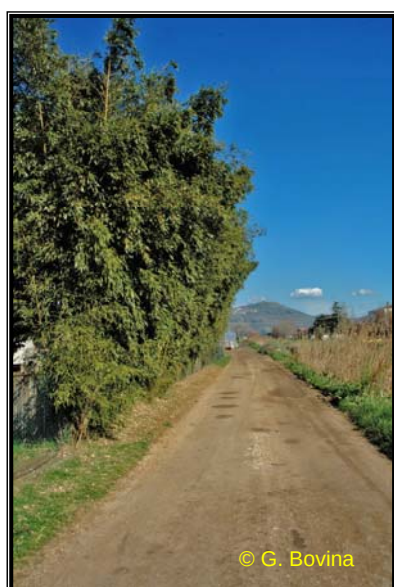
reflue di origine civile (DGR n. 219 del 13 maggio 2011)¹⁰



Figura 91

¹⁰ Caratteristiche tecniche degli impianti di fitodepurazione, degli impianti a servizio di installazioni, di insediamenti ed edifici isolati minori di 50 abitanti equivalenti e degli impianti per il trattamento dei reflui di agglomerati minori di 2.000 abitanti equivalenti”.

Una gestione naturalistica dell'intera asta (cfr. casi di studio schede n. 2, 6 e 7), dello sviluppo complessivo di circa 270 metri, potrà consentire la presenza di formazioni vegetali (in parte già presenti come evidente dalla figura 89), funzionali alla fitodepurazione dell'eventuale esubero del sistema di trattamento EVT delineato.



L'effetto estetico finale dell'intervento proposto non sarà fortemente dissimile da quanto rappresentato nella figura 92, riferita ad una siepe di confine in bambù presente nei pressi dell'Azienda Prato Verde.

Figura 92

4 - AZIENDA “ACQUE ALTE”

Azienda frutticola per la produzione di kiwi.



Figura 93 – stralcio da Google

Inquadramento

Azienda ubicata nel comune di Cisterna di Latina, in località Macchia Pantano circa 1,5 km a NW di Borgo Podgora, a meno di 500 metri dall'argine in riva destra del Canale Acque Alte (figure 93 e 94).

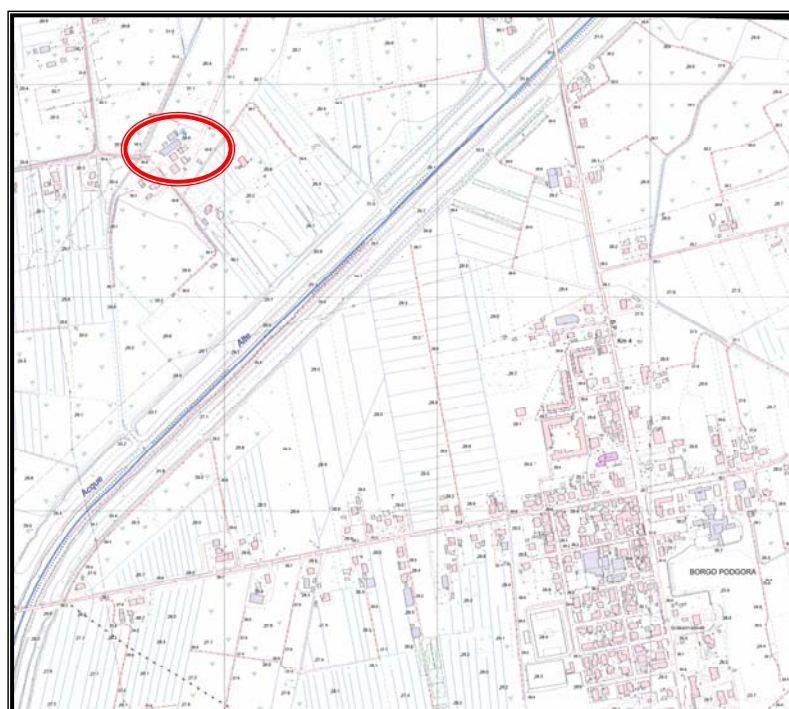


Figura 94 - stralcio CTR 40073 (1:5.000)

Tipologia delle colture

Azienda estesa circa 6 ettari ad indirizzo frutticolo specializzata esclusivamente nella produzione di kiwi cui è destinata l'intera superficie coltivabile. Il sesto di impianto è di 5x5 m con filari inerbiti (figura 95).



Figura 95

Assetto idrologico dell'azienda (relazioni azienda/acqua)

Nel bacino idrografico di appartenenza (fosso Moscarello- Acque Alte) l'uso agricolo interessa una superficie di circa 34.600 Ha. Il carico totale di N è di 5.374 T/anno di cui il 32% legato a seminativi, il 19,5% a foraggiere, 11% a ortive con seminativi, ed il ; il carico complessivo di P è di 2.439 T/anno (0,26 T/ettaro/anno) di cui il 58% prodotto da orticole associate a seminativi, il 7% da mais con seminativi.

La densità di drenaggio del reticolo principale del bacino (canali consortili, principali e secondari), calcolata su un'area campione di circa 340 ettari ubicata a circa 3,5 Km ad Est dei terreni aziendali (cfr. tabella 5 par. 3.2.3.1), è dell'ordine dei 2 Km/Km², mentre quella del sistema di scoline principali è di circa 18 Km/Km² con una incidenza di circa 88% di queste ultime sul totale (20 Km/Km²).

L'azienda è dotata di solchi di drenaggio posizionati al centro degli interfilari che, attraverso altre scoline, fanno defluire le acque superficiali verso il canale consortile Macchia di Pantano. Questo costeggia il fondo lungo il confine nord occidentale e dopo un percorso di circa 800 metri versa i

propri contributi nel Canale Acque Alte il canale, circa 700 metri a monte della confluenza in questo del canale Allacciante Astura- Spaccasassi¹¹.

Il canale Macchia di Pantano risulta asciutto durante l'estate; lungo il ciglio sommitale, negli spazi lasciati aperti da un filare di querce caducifoglie presenta una densa copertura di specie erbacee nitrofile. In alveo è presente una formazione piuttosto densa di tifa e canna palustre.

Sotto l'aspetto pedologico, il toponimo locale, Macchia Pantano, richiama la presenza di ambienti palustri densamente vegetati. La carta dei suoli della Provincia di Latina indica la presenza di suoli delle pianure transizionali al paesaggio vulcanico (con materiale vulcanico), subpianeggianti, talvolta leggermente ondulati, molto profondi, a tessitura fine, a drenaggio lento classificati come "Eutric Vertisols"; la classe di capacità d'uso è III s,w vale a dire suoli con notevoli limitazioni legate a caratteristiche podologiche negative ma anche alla presenza di acqua nel profilo. Queste limitazioni, oltre a condizionare la scelta colturale, possono portare alla richiesta di continua manutenzione delle sistemazioni idrauliche. AWC (Available Water Capacity: acqua estraibile dalle piante) raggiunge un valore mediamente elevato pari a 185 mm.

In relazione al **PAI** l'area non presenta condizioni di pericolosità idraulica.

Usi e consumi idrici

L'impianto è dotato di sistema di irrigazione a "pioggia localizzata" con somministrazione di acqua da maggio a tutto agosto pari a 240 l/pianta/giorno (400 piante ad ettaro x 250 l/g = 100.000 l/giorno/ettaro). L'alimentazione avviene da pozzo; la falda si trova ad una quota di circa 20 metri s.l.m. mentre la quota media dei terreni è di circa 30 ÷ 31 metri s.l.m..

Regime di concimazione

In primavera (marzo) viene distribuito un concime organico, cubettato e compostato, di origine animale, che viene integrato al suolo tramite lavorazione superficiale (erpatura) insieme all'interimento delle erbe cresciute negli interfilari.

Durante il resto della stagione primaverile ed estiva vengono distribuiti, tramite fertirrigazione, circa 500 kg ad ettaro di un concime chimico ternario con titolo (titolo 180,120,160). Circa 200 dei 500 kg ad ettaro vengono distribuiti dopo la raccolta del prodotto in inverno.

Necessità depurative

Nessuna specifica riferita a scarichi reflui di diversa origine.

¹¹ Si segnala che l'Azienda frutticola è ubicata a poco più di un chilometro dall'area di intervento del Progetto Pilota 3 (Area 1: canalette golenali su argine dell'Allacciante Astura)

Gestione delle biomasse

Nessuna azione di recupero energetico poiché le potature vengono trinciate ed interrate. Disponibilità alla raccolta e conferimento fuori dell'azienda delle potature anche alla luce del dubbio sulla possibile influenza di queste sulla batteriosi che colpisce il kiwi.

Applicazione di buone pratiche

- L'imprenditore applica sistemi di calcolo dell'imbibimento e contenuto idrico del terreno mediante strumenti a penetrazione del suolo e regola così l'irrigazione del terreno.
- Esiste un sistema gestito di irrigazione.
- Inerbimento dell'interfilare che impedisce la perdita di suolo e riduce il dilavamento dei nutrienti.
- Il sovescio, praticato incorporando al terreno le erbe presenti negli interfilari insieme a compost, determina aumento della materia organica al terreno, il mantenimento del contenuto di azoto nitrico, il rallentamento dei fenomeni erosione.
- Gli interfilari sono inerbiti e vengono usati come sovescio in primavera insieme al concime organico.

Applicazione di tecniche di fitodepurazione

L'inerbimento del terreno negli interfilari rallenta la perdita ed il dilavamento delle sostanze fertilizzanti. Anche la pratica della fertirrigazione riduce i carichi applicati e limita ulteriormente il dilavamento. Oltre a questo gli spazi disponibili non consentono una applicazione di tecniche fitodepurative con fasce tampone o altri ecosistemi filtro, areali o lineari. In questo ambito è tuttavia possibile individuare un protocollo operativo per la gestione ecologica (manutenzione gentile) del canale consortile Macchia del Pantano che richiede quindi un accordo specifico con il CBAP. Il protocollo di manutenzione deve tener conto dei criteri esposti nel paragrafo 3.2 ed in particolare:

- gestione alternata delle sponde,
- taglio selettivo con strumentazione a basso impatto,
- asportazione della biomassa tagliata.

Il caso di studio si presta maggiormente alla valorizzazione ed allo sviluppo delle pratiche già messe in atto dall'Azienda, ampliando e affinando le stesse nella logica della Agricoltura di precisione:

1. ottimizzare il sistema di fertirrigazione
 - o nel dosaggio dei nutrienti
 - o nel sistema di irrigazione (microaspersione o altro) attraverso il monitoraggio dei parametri pedologici e microclimatici.
2. affinare il sistema connettendo l'Azienda alle reti agrometeorologiche locali e regionali.

In altri termini si tratta di sviluppare sistemi previsionali e diagnostici per ottimizzare le pratiche irrigue e di concimazione, così da ridurre consumi idrici e l'impiego di nutrienti.

Il primo aspetto si riferisce all'innovazione introdotta da sistemi di monitoraggio dei parametri pedoclimatici che ha trovato in ambito pontino una specifica esperienza applicativa (figura 1 sistema *Osiris* utilizzato nel monitoraggio di un kiweto).

In tema di agrometeorologia il caso di studio suggerisce la creazione di un network locale connesso al sistema regionale Servizio Integrato Agrometeorologico della Regione Lazio (SIARL) che peraltro stimoli lo sviluppo del portale dell'irrigazione *Irriframe* (sistema informatico in grado di gestire le turnazioni irrigue e di ottimizzare l'uso della riserva idrica dell'ANBI - Associazione Nazionale delle Bonifiche e delle Irrigazioni), che allo stato non comprende il CBAP (cfr. Progetto Pilota 4: Buone Pratiche nell'azienda agricola in relazione all'*Agrometeorologia*).

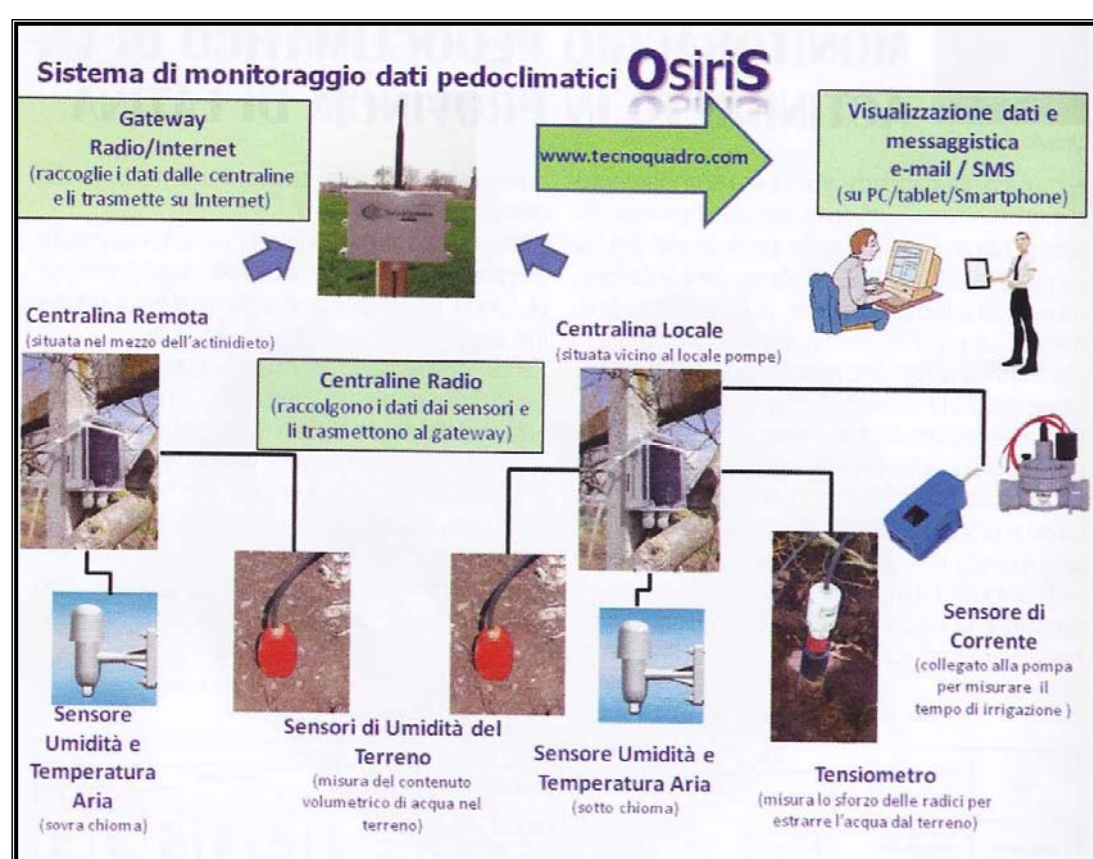


figura 96 - da: Kiwi INFORMA n. 7 – 8 2012

5 - AZIENDA “RIO MARTINO”

Azienda florovivaistica in serra.



Figura 97 – stralcio da Google

Inquadramento

E' una azienda florovivaistica di circa 70 ha, ubicata nel comune di Sabaudia nei pressi di Borgo Grappa, non lontana dalla costa (circa 3 Km) e posta poche centinaia di metri dalla riva sinistra del canale Rio Martino (figure 97 e 98).

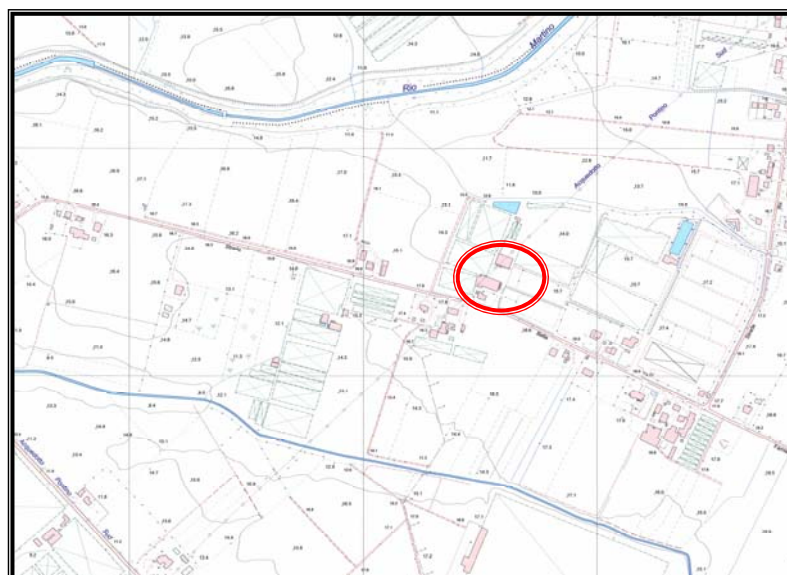


Figura 98 - stralcio CTR 4413041 (1:5.000)

Tipologia delle colture

Il 30% dell'intera superficie aziendale è occupata da serre che producono piante in vaso in coltura protetta. Nei 22 ha di coltura protetta, l'attività comprende la coltivazione di un'ampia varietà di piante da esterno, piante ornamentali, piante da frutto, tra le quali la produzione di eccellenza riguarda le rose in una ampia gamma di varietà, comprese quelle rampicanti.

Assetto idrologico dell'azienda

Nel bacino idrografico di appartenenza (bacino Acque Medie - Rio Martino) il carico totale di N è di 3.158 T/anno (0,34 T/ettaro/anno) di cui il 33% legato a orticole associate a seminativi, ed il 21% prodotto dalle foraggere; il carico di P è di 2.670 T/anno (0,29 T/ettaro/anno) di cui il 44% prodotto da orticole associate a seminativi, il 22% da seminativi e 16% da foraggere. Nel bacino dunque l'incidenza delle colture protette (circa 1,5% delle superfici) risulta molto limitata rispetto ad altri settori della Pianura Pontina; tuttavia il caso di studio è significativo in termini di modalità di approccio generale ai temi della mitigazione degli impatti quali quantitativi sulle acque superficiali e sotterranee prodotti dalle colture serricole.

La densità di drenaggio del reticolo principale del bacino (canali consortili, principali e secondari), calcolata su un'area campione di circa 330 ettari comprendente l'area dell'azienda (cfr. tabella 5 par. 3.2.3.1), è dell'ordine dei 2,2 Km/Km², mentre quella del sistema di scoline principali è di circa 5,3 Km/Km² con una incidenza di circa 70 % di queste ultime sul totale (7,5 Km/Km²).

Come menzionato l'azienda appartiene al bacino del canale Acque Medie – Rio Martino. Il drenaggio superficiale trova recapito nel *corso d'acqua naturale II Affluente Sinistro* che, dopo un percorso di circa 300 metri dall'Azienda, confluisce direttamente nel Rio Martino incidendo la sponda sinistra dello stesso.

Sulla base della carta dei suoli della Provincia di Latina questi rientrano nelle Coperture eoliche sabbiose e sono classificati come “Cutani-Chromic Luvisols”: suoli molto profondi, a tessitura medio fine, con drenaggio da buono a moderatamente rapido, con acclività da debole a moderata, con Classe di Capacità d'Uso II s, vale a dire suoli con moderate limitazioni legate a caratteristiche podologiche negative che riducono la scelta colturale. AWC (Available Water Capacity: acqua estraibile dalle piante) pari a 170 mm, valore tendenzialmente medio alto. La permeabilità è dell'ordine dei 1×10^{-4} cm/sec.

In relazioni al **PAI** l'area non presenta vincoli legati alla pericolosità idraulica.

Usi e consumi idrici

L'intera area produttiva delle serre attive è servita da un sistema di irrigazione a goccia con il quale si esegue la fertirrigazione. Le acque meteoriche vengono intercettate e raccolte in un laghetto e parzialmente riutilizzate (figura 99 e 100).

L'alimentazione avviene mediante pozzo ed è integrata dal ricircolo delle acque piovane sopra descritto. La falda è posizionata a circa 10 metri dal piano campagna mentre i terreni hanno una quota media tra 14 e 15 metri s.l.m..



Figura 99 e 100

Necessità depurative

Non si evidenziano necessità depurative specifiche riferite a reflui di varia origine.

Altre informazioni su bilancio ambientale e gestione sostenibile dei suoli

Le concimazioni avvengono somministrando quantità di circa 5000 Kg/anno di cui il 40% in forma granulare con concime a lenta cessione e il 60% con sostanze idrosolubili sciolte in acqua (fertirrigazione). Le serre sono riscaldate con caldaie a gasolio e a pompa di calore nel solo periodo invernale al fine di evitare le gelate.

Applicazione di buone pratiche

La pratica della fertirrigazione, unita alla raccolta e riutilizzo irriguo delle acque meteoriche, costituiscono azioni volte alla sostenibilità della produzione florovivaistica.

Particolarmente interessante lo spunto che emerge dall'attività di recupero delle acque meteoriche.

Le acque di pioggia intercettate dalle superfici di serra vengono raccolte da un rete interrata e convogliate nel laghetto di circa 1150 m² e con un volume di invaso di circa 2500 m³. L'acqua raccolta viene riutilizzata per l'irrigazione e l'esubero scaricato nel fosso consortile che rappresenta il confine settentrionale dell'Azienda (fosso secondario II Affluente Sinistro del Rio Martino).

Il bacino, impermeabilizzato, è stato coperto da una rete ombreggiante per schermare la luce del sole e limitare la proliferazione microalgale, dannosa per il sistema di irrigazione.

L'aspetto più rilevante dell'esperienza è che nel tempo la schermatura, supportata da cavi e tubi galleggianti, è semiaffondata, creando una struttura galleggiante che ha sostenuto la crescita di un

canneto ben strutturato, in pratica un vero e proprio sistema FTW floating treatment wetland (cfr. par. 3.2.2.4 e figura 101).

Oltre alla mitigazione dell'impatto prodotto dalla impermeabilizzazione dei suoli ed al risparmio idrico, la pratica adottata, come più oltre descritto, crea ulteriori effetti positivi.

Anche la scelta di non utilizzare acqua di falda per la termoregolazione delle serre (pratica altrove largamente impiegata), è di fatto un elemento a favore della sostenibilità delle attività aziendali.

In connessione con questo aspetto (ed anche se non costituisce una buona pratica in atto), è utile registrare da parte dell'Azienda la propensione al reimpiego delle biomasse per la produzione di energia per il riscaldamento delle serre.



Figura 101

Infine, la gestione della vegetazione prativa, attraverso un limitato pascolamento di ovini, è anch'essa rappresentativa di un atteggiamento volto alla sostenibilità della conduzione del fondo.

Applicazione di tecniche di fitodepurazione

Le pratiche colturali adottate (coltura protetta in vaso e fertirrigazione), di per se stesse tendono a contenere il rilascio di carichi trofici verso le acque superficiali.

La presenza del fosso lungo il confine nord che costituisce il recapito principale diretto e indiretto delle acque di dilavamento delle superfici aziendali, suggerisce l'ipotesi della realizzazione di una fascia tampone. Per motivazioni legate alla logistica aziendale questa può prevedere la creazione di una striscia ripariale, unicamente inerbita, della larghezza variabile, mediamente 5÷6 metri, che in funzione dell'assetto morfo-topografico di dettaglio consenta di ottimizzare l'azione di filtro meccanico (figura 102 e 103).



Figura 102 e 103

La tipologia di intervento ipotizzata riferita alla presenza di vegetazione, ancorché erbacea lungo le sponde del fosso consortile, consente di rimarcare la necessità di un cambio netto di indirizzo nella gestione dei canali così come evidente dalle immagini allegate, secondo i criteri della manutenzione gentile esposti nel paragrafo 3.3.

Il caso di studio suggerisce l'individuazione di una tipologia di intervento con un indirizzo prevalentemente volto alla mitigazione degli impatti generati dagli impianti terricoli, vale a dire:

- alterazione del bilancio idrologico
- depauperamento delle acque di falda
- erosione e perdita di funzionalità dei suoli.

Tale tipologia consiste in un sistema composito che consenta la raccolta, il miglioramento qualitativo e riutilizzo delle acque di pioggia, oltre alla parziale reinfiltrazione delle stesse.

Nel suo complesso l'ipotesi di intervento potrà quindi essere articolata nelle seguenti azioni integrate:

1. realizzare sistemi a dispersione (trincea drenate con eventuali pozzi infiltranti, dimensionati in base al regime pluviometrico locale) il cui surplus vada ad alimentare
2. un bacino di raccolta delle acque con canneto galleggiante.

Il dimensionamento di massima dell'intervento considera gli afflussi meteorici registrati nel mese più piovoso nel sito preso come riferimento; per questo viene considerata la stazione di Borgo san Michele della Rete agrometeorologica CRA-CMA (figura 104).

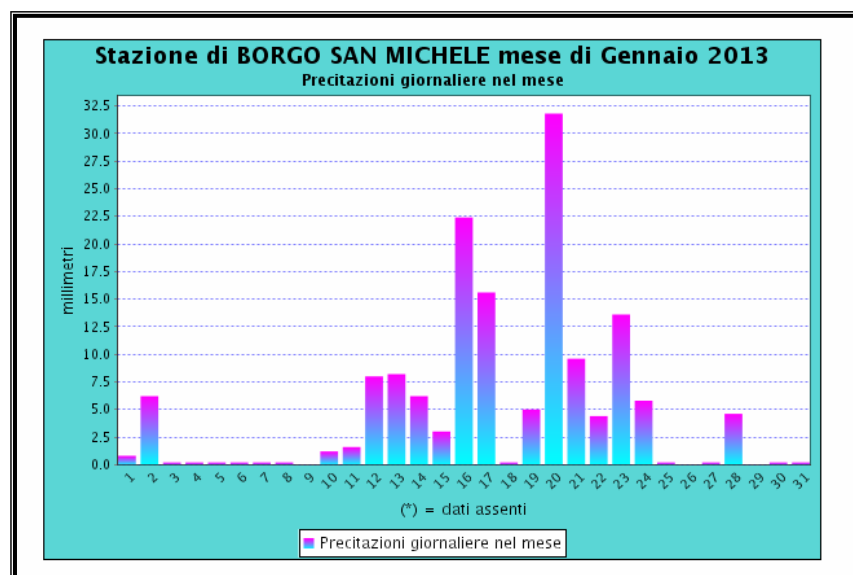


figura 104

Nella stazione considerata, distante circa 3,7 km, a NNW dell'azienda florovivaistica, la precipitazione totale nel mese di gennaio 2013 è stata di 150,2 mm, con un massimo giornaliero di 32 mm.

Sulla base di una equazione di bilancio idrogeologico indicativa, ricavabile da "Origine dei carichi inquinanti e stato di eutrofizzazione delle acque interne della Provincia di Latina" (bacino RM 400), si stima una incidenza del 20÷30% del ruscellamento R sulla precipitazione P totale mensile. Se si considerano le superfici impermeabilizzate dalle coperture a serra, dell'ordine dei 20 ha, si ottiene un volume d'acqua dell'ordine di circa 7.000 m³.

Ipotizzando di poter intervenire su circa il 50% della aliquota di R, il sistema di accumulo deve potersi rapportare a volumi dell'ordine dei 3.000÷4.000m³.

Volendo compensare la perdita di capacità infiltrante dei terreni occupati dalle coperture serricole, il sistema di infiltrazione dovrebbe poter smaltire nell'arco delle ventiquattro ore un analogo volume d'acqua, corrispondente ad una portata istantanea di circa 40 l/sec. Si tratta di un valore certamente molto elevato, fortemente dipendente dalla permeabilità dei terreni (in questo caso dell'ordine dei 1x10⁻⁶ m/sec) rispetto al quale sono possibili solo interventi di mitigazione, di seguito illustrati.

1. Sistemi a dispersione per la reinfiltrazione delle acque meteoriche intercettate dalle coperture

Il sistema è costituito da collettori disperdenti e pozzi di infiltrazione. Le acque intercettate dalle coperture e raccolte dai pluviali defluiscono in tubazioni plastiche forate (collettori disperdenti) che consentono di reinfiltrare progressivamente almeno una modesta parte delle acque meteoriche e di convogliare le aliquote principali eccedenti l'infiltrazione che il sistema non riesce a disperdere. La

tubazione disperdente è ospitata nella parte inferiore di piccole trincee della profondità di circa 0.5

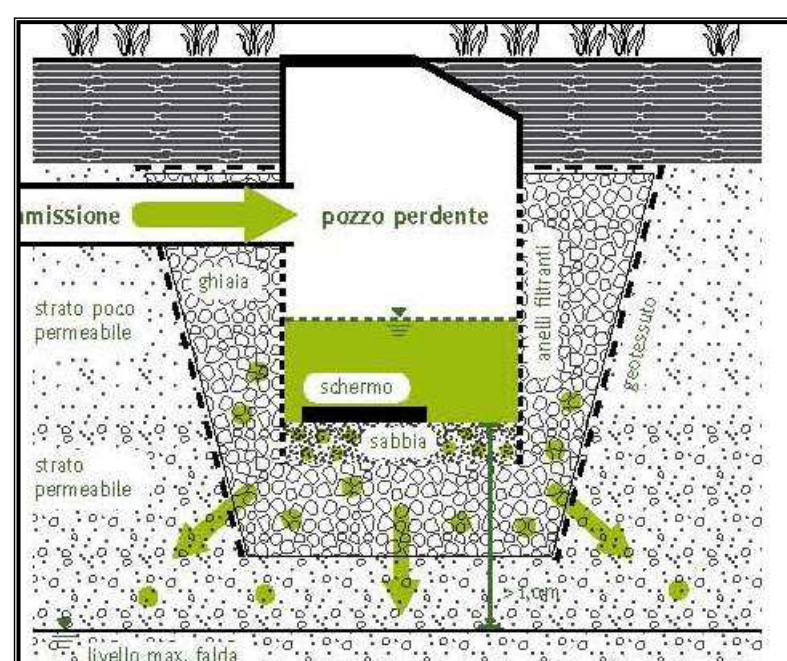


figura 105 - Pozzi perdenti (Da: Verri G. 2011)

metri; il flusso principale viene raccolto dai pozzi di infiltrazione. Questi hanno un diametro di 1.5÷2 metri e profondità di 2÷4 metri e sono posti a distanza dell'ordine dei 50÷100 metri (cfr figura 105). A loro volta i pozzi di infiltrazione sono collegati ai bacini di raccolta per il trattamento mediante sistemi FTW e riutilizzo irriguo. Il dimensionamento del sistema dovrà avvenire in base all'assetto idraulico ed idrogeologico dei terreni e sulla base delle

caratteristiche stratigrafiche e di permeabilità degli stessi.

2. Bacino di raccolta delle acque meteoriche con sistema di fitodepurazione galleggiante

Il bacini di accumulo con sistemi FTW (Floating Treatment Wetland) costituisce multi obiettivo (figura 106):

- ✓ riqualificazione delle acque attraverso l'azione della vegetazione palustre insediata sulle strutture galleggianti,
- ✓ protezione delle acque da eccessivo riscaldamento e insolazione (prevenzione di blooms microalgali),
- ✓ miglioramento naturalistico attraverso la creazione di habitat favorevoli alla fauna.

Il bacino potrà avere dimensioni di circa 1500 m² ed una profondità media di 2÷3 metri.

Per favorire i meccanismi di infiltrazione e ricarica della falda il bacino non deve prevedere impermeabilizzazione. In rapporto a questo aspetto sono necessari quindi approfondimenti in relazione alle caratteristiche idrauliche e geologico tecniche dei terreni ed al comportamento degli stessi in rapporto alle strutture presenti.

Il sistema FTW viene realizzato con isolotti galleggianti della superficie complessiva di circa 800 m², posizionati in modo tale da lasciare interspazi sufficienti alla operazioni di gestione e controllo. La disposizione dovrà anche garantire la funzionalità naturalistica (riparo per l'avifauna).



Figura 106

6. AZIENDA “LA QUERCIA”



Figura 107 – stralcio da Google

Inquadramento

Azienda prevalentemente orticola della superficie di circa 16 ha ubicata a NNE del centro urbano di Latina a circa 1 Km dalla SS Appia in prossimità del Fiume Sisto (figure 107 e 108).

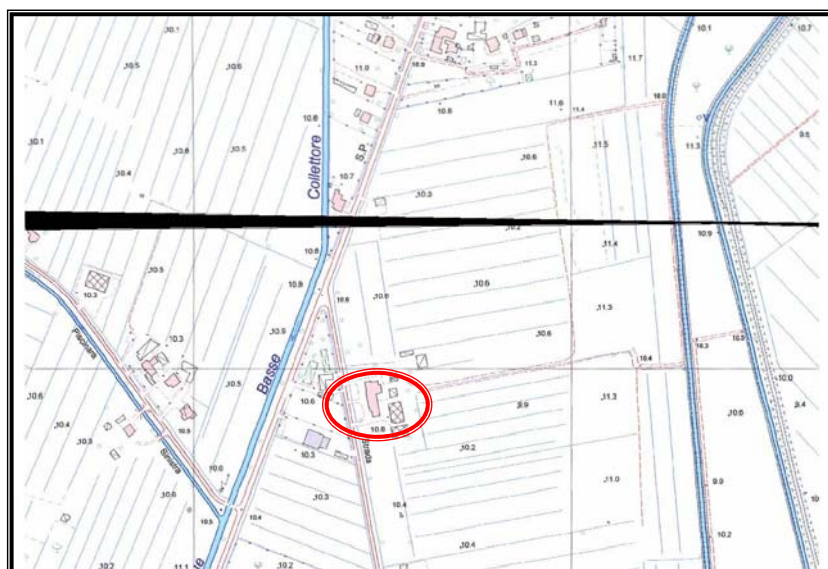


Figura 108 - stralcio CTR 4413041
(1:5.000)

Tipologia delle colture e/o delle attività zootecniche

L'Azienda “la Quercia dorata” ha un indirizzo prevalente orticolo e frutticolo e secondariamente a seminativo ed è condotta secondo pratiche agronomiche tradizionali volte alla conservazione e valorizzazione della fertilità dei suoli; vengono comunque condotti interventi di concimazione per via chimica, impiego di erbicidi e pesticidi.

L'azienda è suddivisa in settori su cui viene attuata la rotazione delle colture e, in alcuni casi, realizzate sino a tre colture annue soprattutto di ortaggi a foglia larga.

Le colture orticole maggiormente praticate sono: asparagi, lattuga, carciofi, cavolfiori, radicchio, peperoni. I seminativi maggiormente coltivati sono mais e grano.

La rotazione viene gestita alternando gli ortaggi al mais.

I concimi utilizzati per la coltivazione degli ortaggi sono:

- ternari (N - K - P: 11 - 22 - 16) per la concimazione di fondo;
- binario (N - P: 25 - 10 o 18 - 46) in fase di emergenza.

Assetto idrologico dell'azienda

Nel bacino idrografico di appartenenza (bacino Ninfa – Sisto, sup. tot. 13.600 Ha) si osserva come la superficie agricola sia pari a 8.864 Ha. Il carico totale di N è di 2.404 T/anno (0,27 T/ettaro/anno) di cui il 41% legato a orticole associate a seminativi, il 27% a foraggiere (annuali e poliannuali), il 16 % a mais con seminativi, il 14% a seminativi; il carico complessivo di P è di 2.107 T/anno (0,24 T/ettaro/anno) di cui il 53% prodotto da orticole associate a seminativi, il 22% da seminativi, il 17% da foraggiere (annuali e poliannuali).

La densità di drenaggio del reticolo principale del bacino (canali consortili, principali e secondari), calcolata su un'area campione di circa 390 ettari comprendente l'area dell'azienda (cfr. tabella 5 par. 3.2.3.1), è dell'ordine dei 2,7 Km/Km², mentre quella del sistema di scoline principali è di circa 21,5 Km/Km² con una incidenza di circa 90 % di queste ultime sul totale (24,2 Km/Km²).

I terreni aziendali sono tendenzialmente argillosi ricchi di sostanza organica con alcuni problemi di drenaggio in relazione ai periodi di maggiore piovosità.

Sulla base della carta dei suoli della Provincia di Latina i terreni derivano da Sedimenti lagunari e peri-lagunari del terrazzo basso (livello di Borgo Ermada) e sono classificati come “Eutric Vertisols” : suoli a tessitura argillosa, drenaggio da lento a molto lento, pianeggianti con Classe di capacità d'uso III s,w vale a dire suoli con notevoli limitazioni legate a caratteristiche podologiche negative ed alla presenza di acqua nel profilo che riducono la scelta colturale e che richiedono un'accurata sistemazione idraulica. AWC (Available Water Capacity: acqua estraibile dalle piante) pari a 185 mm, valore tendenzialmente medio alto.

L'area rientra nel Bacino Ninfa – Sisto ed è posta in prossimità del Fiume Sisto; le quote sono comprese tra 11,5 e 10,0 m s.l.m., con un dosso parallelo al canale della Striscia distante da esso circa 70 metri. La falda più superficiale si trova ad una profondità compresa tra circa 1,5 ÷ 2,0 metri dal piano campagna, per cui, nei settori più depressi, la rete di drenaggio delle scoline può intercettare la superficie freatica.

Nella figura 109 è schematizzato l'assetto idrologico dell'area; il drenaggio superficiale è raccolto da una fitta rete di scoline (figura 110 e 111) che per circa l'80% drena verso il Collettore Acque Basse (sistema Fosso Quarticciolo - Fosso delle Congiunte) che confluisce nel fiume Sisto dopo un percorso di circa 5 km dalla Azienda ed il restante 20% dal fosso della Striscia (figura 112).



Figura 109



Figura 110



Figura 111



Figura 112

In relazioni al **PAI** l'area è classificata *di attenzione* per pericolosità idraulica per la possibilità di esondazione del Collettore Acque Basse.

Usi e consumi idrici

L'azienda dispone di due sistemi di irrigazione: a pioggia per i seminativi, ad ala gocciolante per le colture orticole. L'alimentazione avviene in parte da pozzo ed in parte derivando le acque dal canale della Striscia (figura 113).

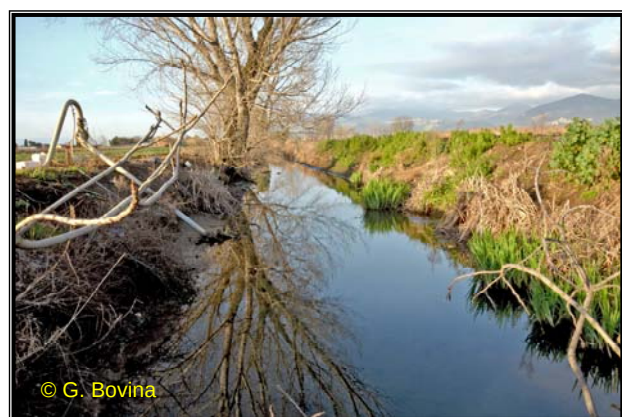


Figura 113

Necessità depurative

Non si individuano specifiche necessità depurative di reflui agricoli, zootecnici o civili; per quel che riguarda le problematiche di inquinamento da fonti diffuse, si riconosce la necessità di contenere la lisciviazione di pesticidi e fitofarmaci relativi ai trattamenti degli ortaggi verso i corsi d'acqua.

Applicazione di buone pratiche

Nella pratica aziendale è posta particolare attenzione alla conservazione della fertilità del suolo mediante lavorazioni a basso impatto finalizzate anche alla minimizzazione dell'applicazione di fertilizzanti e prodotti fitosanitari. L'azienda è interessata alla sperimentare di sistemi di fertirrigazione e di subirrigazione per il risparmio idrico e la minimizzazione dei carichi inquinanti applicati alle acque. In tal senso è stata manifestata considerazione per l'ipotesi di sviluppo di una rete agrometeorologica locale di supporto alle pratiche irrigue, alle lavorazioni ed ai trattamenti.

In relazione alla gestione delle biomasse l'azienda non conduce alcuna iniziativa ma è comunque disponibile ad ipotesi di sviluppo di produzioni di specie vegetali utili anche alla riqualificazione delle acque.

Applicazione di tecniche di fitodepurazione

In aggiunta alla sensibilità dei proprietari nei confronti della conservazione della fertilità dei suoli e all'interesse per lo sviluppo di sistemi irrigui sostenibili (fertirrigazione, monitoraggio agrometeorologico e pedologico), l'azienda si presta ad un riassetto della regimazione idraulica funzionale alla fitodepurazione ed alla contestuale produzione di specie di interesse agricolo. L'indirizzo trova una possibile attuazione attraverso la creazione di una rete idrologica, con filtri vegetali lineari e fasce tampone aziendali, realizzate possibilmente con colture a perdere (ad esempio mais biologico) sostenute da compensazione economica con sistema incentivante.

Dalla figura 109, relativa allo schema dell'assetto idraulico superficiale, derivano le linee di intervento di seguito descritte.

1. Gestione ecologica delle scoline

Sulle scoline principali che raccolgono i maggiori contributi idrici e conseguentemente di dilavamento, sono previste azioni manutentive che favoriscano la presenza di vegetazione alofita. La gestione ecologica delle scoline viene attuata secondo le seguenti azioni di seguito descritte.

a. Controllo delle azioni di diserbo lungo i margini delle coltivazioni delimitate dalle scoline

L'intervento necessita della risoluzione preliminare del problema del controllo delle erbe invasive. Attualmente vengono utilizzati diserbanti che comunque contrastano la presenza di vegetazione anche nelle scoline e nei fossi. Il principale fattore di conservazione della funzionalità biotica risiede quindi necessariamente nell'uso limitato di diserbanti lungo i bordi delle canalizzazioni. E' così ipotizzabile la creazione di una fascia di rispetto, tra scolina e coltivazione, della larghezza

indicativa di 1.0÷1.5, metri nella quale il controllo delle “malerbe” viene realizzato meccanicamente secondo gli indirizzi della coltivazione biologica (sequenza e alternanza di lavorazioni quali la ripuntatura, l’erpicoltura e la trinciatura) nelle opportune condizioni di umidità dei terreni e con apposita attrezzatura meccanica).

b. Limitazione degli sfalci della vegetazione delle canalizzazioni

Per favorire la presenza di vegetazione funzionale alla rimozione di sostanze trofiche, o comunque inquinanti, è utile ridurre al minimo il taglio delle canne e dell’altra vegetazione che colonizza le scoline. I tagli dovranno avere quindi una periodicità al massimo annuale e dovranno comunque essere realizzati con idonei attrezzi in grado di garantire la presenza del cotico vegetale (ottimali in tal senso i decespugliamenti manuali).

c. limitazione degli interventi di riescavo

La riprofilatura delle sezioni si rende necessaria per garantire l’efficienza idraulica delle linee di drenaggio; questa, oltre che dalla presenza vegetale, è anche ostacolata da fenomeni di interrimento. Per limitare il riescavo, che inevitabilmente produce l’eliminazione della vegetazione, ma garantire contestualmente l’efficienza idraulica del sistema, è necessario provvedere ad un moderato approfondimento delle scoline (nell’ordine dei 20 cm circa); questo è utile anche a mantenere condizioni di umidità favorevoli alla vegetazione alofita.

L’interrimento delle sezioni viene più direttamente affrontato mediante la realizzazione di pozze della profondità di circa 1 metro e della superficie di circa $2 \div 3 \text{ m}^2$, in grado di far sedimentare il fango e consentire la periodica rimozione.

Il materiale terroso prodotto, teoricamente arricchito di elementi trofici (P in particolare) può essere accumulato in specifici settori dell’azienda, opportunamente delimitati e circoscritti, ove produrre biomassa vegetale utile per il recupero energetico o come materiale di lavorazione (es. pioppo, robinia, paulonia, bambù o la stessa canna comune).

2. Gestione ecologico-produttiva del fosso poderale

Il sistema di drenaggio superficiale confluisce nelle canalizzazioni intrapoderali (tratto punto in figura 109) su queste, oltre ai criteri gestionali descritti nei precedenti punti 1a, 1b e 1c, è prevista anche la creazione di una fascia di protezione stabilmente inerbita per la filtrazione delle acque di dilavamento tra le colture ed i fossi, della larghezza di circa 3÷4 metri. Oltre a tutto questo, la costante presenza d’acqua in queste canalizzazioni (come suggerito peraltro dalla stessa azienda), porta a considerare l’ipotesi della produzione “in alveo” di specie erbacee commerciabili quali il crescione d’acqua (*Nasturtium officinale*) o il radicchio trevigiano (forzatura del Radicchio Rosso di Treviso tardivo mediante utilizzazione di acqua di buona qualità ed idonea temperatura).

L'assetto idraulico dei terreni, la gestione ecologica del reticolo drenante e la particolare attenzione che l'azienda pone nell'uso di sostanze chimiche (pur non trattandosi di una azienda a certificazione biologica), rende possibile una coltivazione sperimentale dei prodotti citati nei tratti terminali dei fossi aziendali.

3. Potenziamento della vegetazione ripariale del fosso della Striscia e formazione di una fascia tampone

Anche se la pertinenza della fascia ripariale è di competenza del Consorzio di Bonifica, la gestione coordinata (Ente-Azienda) di tale spazio risulta determinante nel recupero naturalistico delle sponde, utile anche in termini di protezione delle acque da possibili meccanismi di contaminazione diffusa. Lo schema dell'intervento è il seguente:

- ✓ arretramento delle colture per una striscia della larghezza di circa 3÷4 metri nella quale impiantare specie foraggiere o comunque di interesse produttivo (mais)
- ✓ integrazione degli individui arborei presenti (*Populus* sp.) con specie ripariali sia arboree che arbustive (*Alnus glutinosa*, *Carpinus betulus*, *Sambucus nigra*, *Quercus robur*, *Ulmus minor*, *Cornus sanguinea*, *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Laurus nobilis*).

L'impianto vegetale potrà riguardare la sommità d'argine avendo comunque cura di garantire la stabilità dello stesso.

La larghezza della sezione è tale che la manutenzione del fosso, necessaria per conservare la funzionalità idraulica del corso d'acqua, potrà avvenire operando dalla sponda opposta. L'indirizzo descritto suggerisce il criterio di naturalizzazione degli argini dei canali alternando le sponde e garantendo in tal modo la continuità della connessione ecologica e la stessa funzionalità ecologica del corso d'acqua.

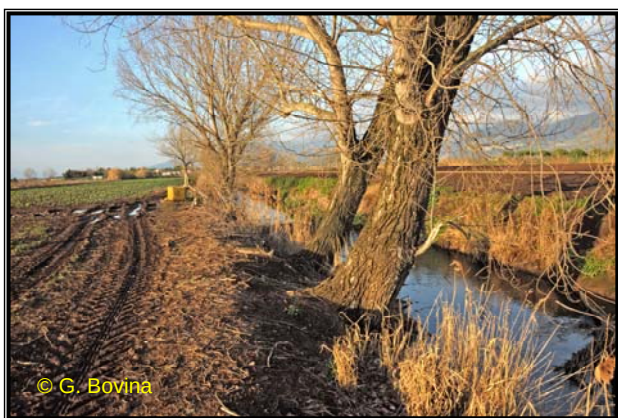


figura 114

7 - FATTORIA DIDATTICA “IL GABBIANO”



Figura 115 – stralcio da Google

Inquadramento

Azienda vinicola di circa 10,2 Ha sita in località *Piano Rosso* nel comune di Cisterna di Latina (figure 115 e 116). Costituisce un fondo agricolo confiscato alla criminalità organizzata, dal 1998 di proprietà del Comune di Cisterna di Latina. Nel 2003 l'azienda è stata assegnata alla Cooperativa Sociale il Gabbiano, la quale ha avviato nel 2004 i lavori di sistemazione dei terreni e recupero del vigneto.

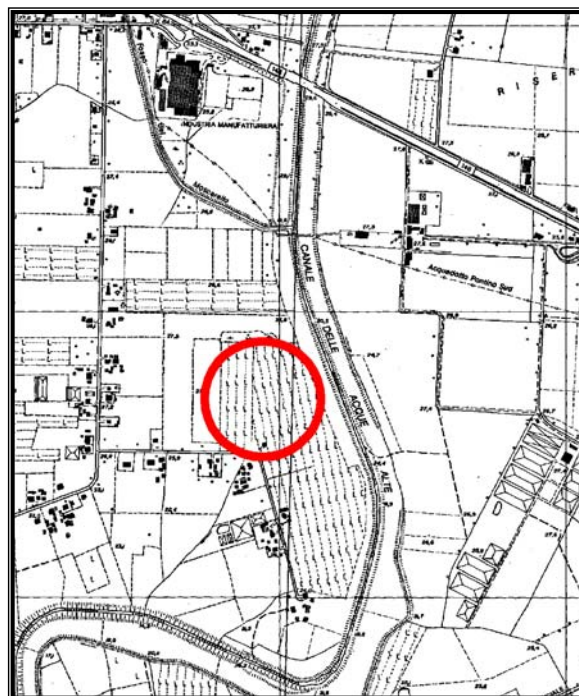


Figura 116 - stralcio CTR 400100 (1:10.000)

L'Azienda è avviata alla multifunzionalità anche ricettiva e didattica: sono in corso alcuni interventi per attrezzare il fondo con strutture idonee all'accoglienza di gruppi di scout come servizi igienici, aree attrezzate per il campeggio e magazzini per materiali tecnici e servizi accessori. E' inoltre prevista la realizzazione di una cantina per la vinificazione delle uve prodotte dalla Cooperativa. In collaborazione con altre associazioni del territorio, la Cooperativa "il Gabbiano" sta inoltre avviando progetti per promuovere attività turistiche e di educazione ambientale da sviluppare in un più ampio ed organico progetto di "Fattoria Didattica".

Tipologia delle colture

Coltivazione di uva da vino per circa 6 Ha, di cui 3 Ha a filare e 3 Ha a tendone. Altri 3,5 Ha circa sono tenuti a seminativo, mentre i restanti sono incolti.

L'azienda dispone della certificazione biologica del Consorzio Certificazione Prodotti Biologici.

La concimazione avviene con ammendante organico unificato, specifico per produzioni biologiche, in ragione di circa $4 \div 5$ q.li ettaro mentre i trattamenti sono a base di rame e zolfo.

Nel vigneto a tendone viene lasciato l'inerbimento spontaneo (figura 117) mentre in quello a filare viene condotta la fresatura, la trinciatura ed il reinterro delle potature



Figura 117

Assetto idrologico dell'azienda (relazioni azienda/acqua)

Nel bacino idrografico di appartenenza (bacino Acque Alte) il carico totale di N è di 5.374 T/anno di cui il 32% legato a seminativi, il 19,5% a foraggiere, 11% a ortive con seminativi, ed il ; il carico complessivo di P è di 2.439 T/anno (0,26 T/ettaro/anno) di cui il 58% prodotto da orticole associate a seminativi, il 7% da mais con seminativi.

La densità di drenaggio del reticolo principale del bacino (canali consortili, principali e secondari), calcolata su un'area campione di circa 570 ettari comprendente l'area dell'azienda (cfr. tabella 5 par. 3.2.3.1), è dell'ordine dei $1,4 \text{ Km/Km}^2$, mentre quella del sistema di scoline principali è di circa $17,6 \text{ Km/Km}^2$ con una incidenza superiore al 90 % di queste ultime sul totale (19 Km/Km^2).

Il fondo agricolo è ubicato in adiacenza dell'argine destro del Canale Acque Alte che delimita per circa 300 metri il margine orientale della proprietà; al piede dell'argine è presente una scolina che drena gran parte dello scorrimento superficiale (figura 118). La stessa recapita il flusso idrico nel canale Acque Alte (figura 119).



Figure 118 - 121

Una parte ridotta delle superfici è drenata da piccole scoline recapitanti in una canalizzazione lungo strada (figure 120 e 121).

Nella figura 122 è sintetizzato lo schema di drenaggio superficiale.

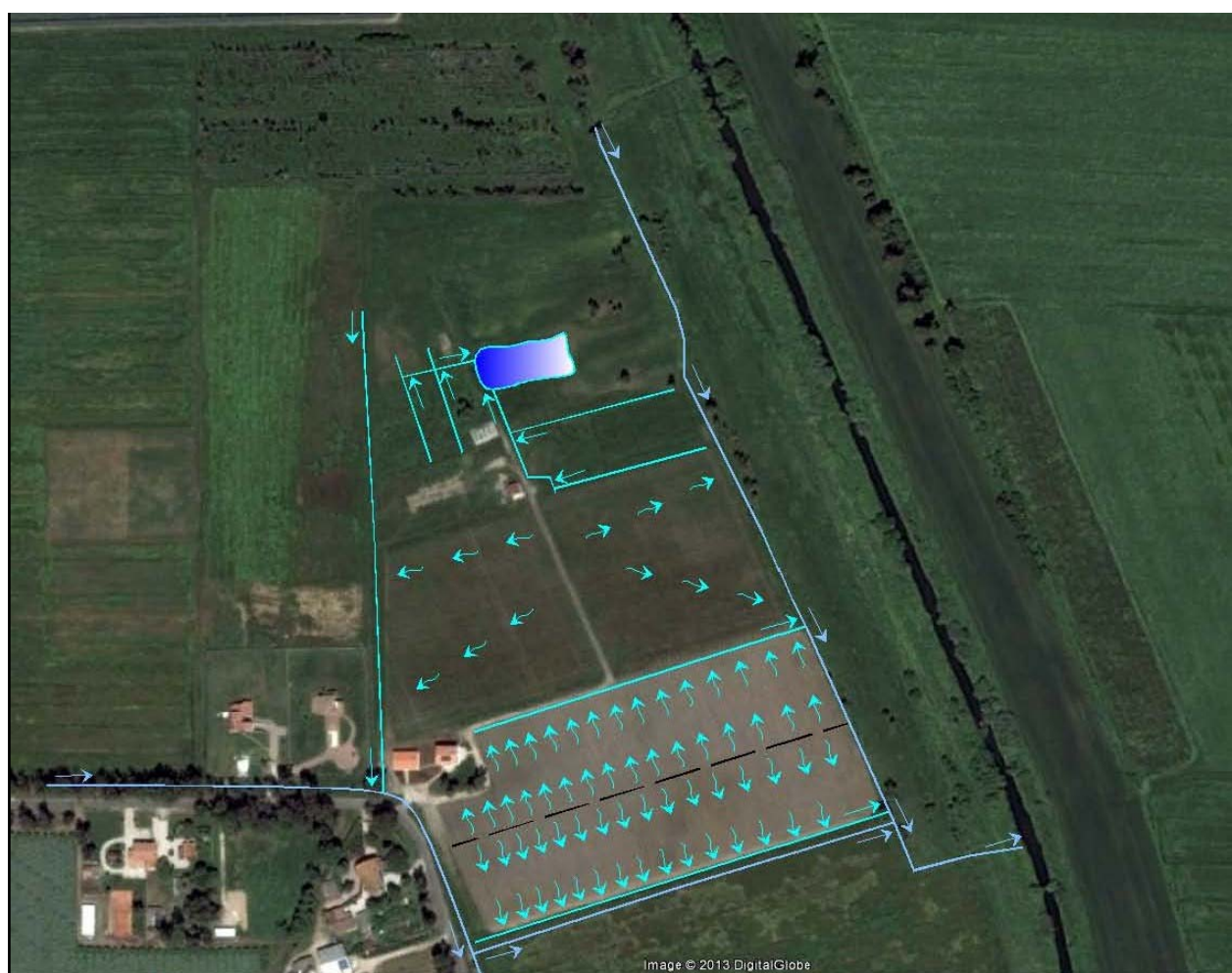


Figura 122

Sulla base della carta dei suoli della Provincia di Latina i terreni derivano da Sedimenti lagunari e del terrazzo alto (livello di Latina). Il fondo è diviso da un limite mediano che attraversa longitudinalmente la proprietà che separa suoli classificati come Eutric Vertisols, Gleyic Luvisols nella porzione occidentale e Gleyic Luvisols in quella orientale. I primi sono suoli subpianeggianti, molto profondi, a tessitura fine o medio-fine, a drenaggio da molto lento a lento con Classe di capacità d'uso III s,w vale a dire suoli con notevoli limitazioni legate a caratteristiche podologiche negative ed alla presenza di acqua nel profilo che riducono la scelta colturale e che richiedono un'accurata sistemazione idraulica. AWC (Available Water Capacity: acqua estraibile dalle piante) pari a 185 mm, valore tendenzialmente medio alto.

I secondi, i Gleyic Luvisols dei settori orientali attraversati dal canale delle Acque Alte, rappresentano suoli subpianeggianti mediamente profondi, a tessitura medio-grossolana, a drenaggio lento (la permeabilità dei terreni è dell'ordine di 1×10^{-5} cm/sec), con Classe di capacità

d'uso analoga agli adiacenti ma con una ulteriore limitazione rappresentata dalla vulnerabilità all'inquinamento. AWC indica una bassa riserva idrica pari a 60 mm.

In relazioni al **PAI** l'area non è interessata da condizioni di pericolosità idraulica.

La falda è presente a circa 9÷10 metri dal piano campagna (quota media 26÷27 metri s.l.m.).

Necessità depurative

Sono legate all'attività ricettive (ristorante, eventi sociali, campo scout). Si tratta quindi di reflui civili con carichi idraulici riferibili ad un intervallo compreso tra 10 e 30 abitanti equivalenti (2÷6 m³/giorno).

Applicazione di buone pratiche

Le buone pratiche in atto fanno riferimento ai protocolli della certificazione biologica Consorzio Certificazione Prodotti Biologici.

Applicazione di tecniche di fitodepurazione

Il caso di studio consente di valutare differenti ipotesi di intervento e linee di indirizzo:

1. scolina aziendale filtrante
2. gestione coperture erbacee e inerbimento interfilare funzionale alla depurazione naturale delle acque di ruscellamento
3. bacino di fitodepurazione per reflui civili (figura 123)

L'assetto del drenaggio delle acque superficiali, su cui impostare l'azione, è rappresentato nella figura 6.

1. scolina aziendale filtrante

Come rappresentato nella figura 123 (schema della regimazione idraulica), nelle superfici di vigneto a tendone il drenaggio non è regimato e le acque meteoriche defluiscono in funzione delle pendenze direttamente controllate dal cotico erboso, mentre nel vigneto a filare queste sono raccolte dalle assolcature interfilari (figura 121): buona parte delle acque meteoriche delle superfici a vigneto defluiscono verso la canaletta posta al piede dell'argine (figura 119). Questa viene pertanto rimodellata al fine di consentire una azione filtrante delle acque di ruscellamento (figura 124).

L'attuale sezione viene ampliata e debolmente approfondita: piccoli setti trasversali in terra consentiranno di conservare maggiore umidità a vantaggio della vegetazione alofita, lungo la fascia ripariale a margine della coltivazione, caratterizzata da debole pendenza, viene favorita la presenza di un lembo di prato polifitico (specie erbacee di prato umido) in grado di poter svolgere una funzione di filtro meccanico.

Vegetazione alofita della scolina

- *Epilobium spp.*
- *Iris pseudoacorus*
- *Lythrum salicaria*
- *Phragmites australis*
- *Scrophularia auriculata*
- *Sparganium erectum*
- *Typha latifolia*

Per la fascia prativa, tra il vigneto e la scolina, si può prevedere la semina di graminacee e leguminose finalizzata alla costituzione di un prato a sfalcio utile oltre che per l'azione filtrante (e conseguentemente antierosiva) anche per il miglioramento ambientale a fini faunistici. Un elenco indicativo di specie erbacee utilizzabili è riportato nella tabella; per ottimizzare le funzioni descritte nella semina sarà opportuno considerare il gradiente di umidità tra coltivazione e scolina filtrante.

Specie erbacee per la costituzione della fascia prativa

Famiglia Graminacee

- *Agrostis spp. (Agrostis palustris, Agrostis tenuis, Agrostis stolonifera),*
- *Bromus inermis*
- *Cynodon dactylon*
- *Dactylis glomerata*
- *Briza media*
- *Holcus lanatus*
- *Festuca spp. (Festuca ovina, Festuca arundinacea, Festuca rubra rubra),*
- *Poa trivialis*

Famiglia Leguminose

- *Medicago falcata*
- *Medicago lupulina*
- *Melilotus alba*
- *Vicia sativa*
- *Vicia villosa*
- *Trifolium repens*

Altre

- *Hypericum perforatum*
- *Taraxacum officinale*
- *Sanguisorba minor*
- *Stellaria media*

Per ottimizzare l'efficacia della fascia tampone costituita dall'insieme scolina filtrante - fascia prativa, in funzione della specifica composizione vegetazionale, sarà opportuno definire un protocollo della manutenzione della vegetazione che preveda il taglio annuale o pluriennale della

vegetazione della scolina e la stagionalità degli sfalci della fascia prativa. Gli interventi gestionali sulla vegetazione dovranno utilizzare l'approccio della "manutenzione gentile", riducendo al minimo l'impiego di mezzi meccanici e prevedere la rimozione della biomassa.

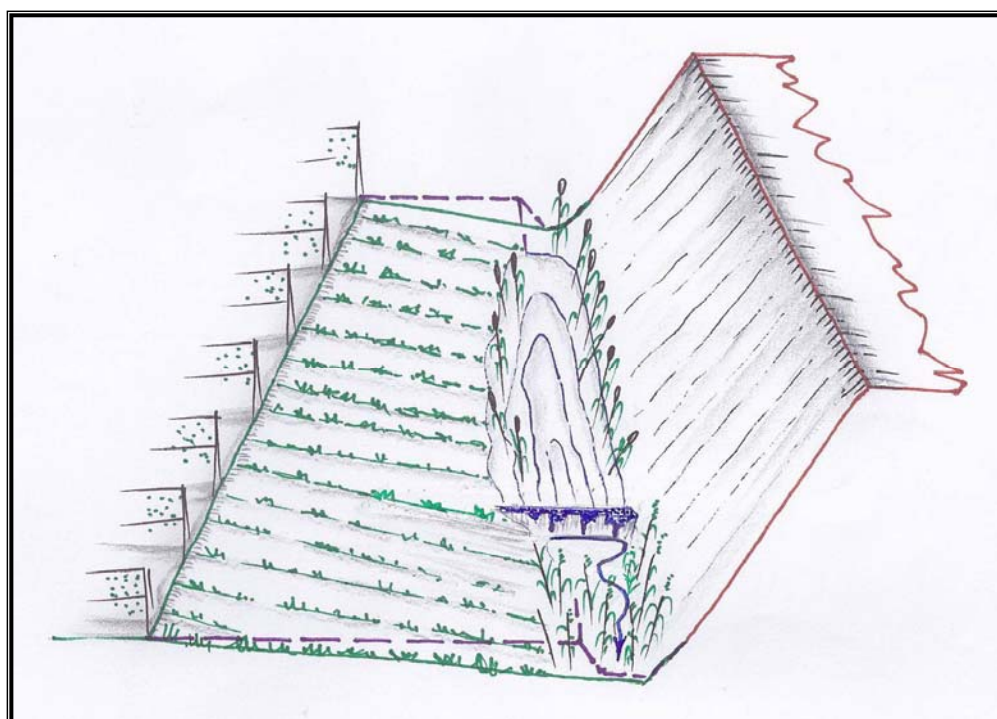


Figura 124

2. Gestione del coperture erbacee dei vigneti

Il tema della gestione dell'interfilare dei frutteti (e più in particolare dei vigneti) è stato trattato nell'ambito del Progetto Pilota 4 (*Buone pratiche dell'azienda agricola*: cfr par. 4.1 e scheda approfondimento n. 5 della Relazione illustrativa).

Anche in considerazione della certificazione biologica, rispetto agli attuali criteri di gestione dell'inerbimento interfilare sopra descritto, viene ipotizzato il sovescio a filari alternati utilizzando graminacee e leguminose.

Lo sviluppo delle graminacee e delle leguminose ha infatti un doppia conseguenza positiva:

1. apportare sostanza organica naturale attraverso il reinterro (sovescio)
2. favorire, attraverso l'apparato radicale, la naturale aerazione del suolo ricreando un ambiente ideale alla microflora del terreno,

La regimazione idraulica, sulla base dell'esperienza del PP4 (che tuttavia interessa terreni di natura diversa e prevalentemente sabbioso limosi), potrà avvenire realizzando un drenaggio subsuperficiale (a circa 0.5 metri) utilizzando un ripuntatore drenatore con apposita "boccia" terminale.

Schematizzando l'azione, la “gestione alternata dell'interfilare” prevede lavorazioni semiprofonde distribuite nell'arco annuale:

realizzazione del solco di drenaggio sub superficiale,
aratura superficiale e fresatura,
semina di leguminose e sovescio,

Nei filari non lavorati viene eseguita solo la necessaria sfalcatura periodica.

3. Bacino di fitodepurazione per reflui civili

Nell'ipotesi di sviluppo della multifunzionalità dell'Azienda vi è quella della creazione di una struttura per l'accoglienza di gruppi di scout e per la realizzazione di strutture didattiche (fattoria didattica) oltre a servizi di ristoro e manifestazioni culturali. Tali strutture determinano la necessità del trattamento delle acque reflue per la quale è possibile il ricorso alla fitodepurazione. Nella porzione settentrionale dell'azienda, non utilizzata dalla produzione vitivinicola è stata avviata la creazione di uno stagno con finalità naturalistica e di riqualificazione paesaggistica. L'azione di scavo è ancora parziale e ha dato origine ad una depressione poco naturaliforme alimentata dalle acque di drenaggio superficiale (figura 8). Oltre al miglioramento naturalistico e paesaggistico l'area umida si presta ad una integrazione con un impianto di fitodepurazione nella sostanza analogo a quello descritto nel caso di studio n. 1 **Azienda agricola Fattoria delle Favole**, a cui si rimanda per gli approfondimenti tipologici e realizzativi.



Figura 125