



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA E DELL'AMBIENTE

Via Adolfo Ferrata 9, 27100 Pavia

Progetto LIFE+ No LIFE09 NAT/IT/000093

*Vercelli rice fields: integrated plan for environmental requalification and
sustainable management of rice agroecosystem*

CUP D33E10000090005.

AZIONE C.2.3

**Redazione di linee guida per la gestione
sostenibile dell'agroecosistema risicolo e
per la conservazione della biodiversità**



Pavia, 4 novembre 2013

Indice

Premesse dell'azione

1. L'agroecosistema risicolo e la biodiversita'	4
2. Individuazione delle criticita'	7
2.1 Gestione del ciclo idrico	8
2.2 Lotta agli antagonisti del riso	8
2.3 Gestione delle stoppie	8
2.4 Gestione degli elementi naturali del paesaggio	8
2.5 Gestione dei canali	9
2.6 Gestione del reticolo idrografico minore	9
2.7 Gestione specie esotiche	10
3. Proposte di azioni per la mitigazione	11
3.1 Gestione del ciclo idrico	11
3.2 Lotta agli antagonisti del riso	16
3.3 Trebbiatura e gestione delle stoppie	17
3.4 Elementi del paesaggio agricolo	18
3.5 Gestione dei canali	21
3.5.1 <i>Gestione delle ripe</i>	22
3.5.2 <i>Gestione dell'alveo</i>	23
3.6 Gestione del reticolo idrografico minore	27
3.6.1 <i>Rinaturalizzazione degli argini</i>	28
3.6.2 <i>Impermeabilizzazione naturale delle sponde</i>	29
3.7 Gestione delle specie esotiche	32
4. Bibliografia	34
Appendice 1	36
Appendice 2	45

Premesse dell'azione

La necessità di formulare linee guida per la gestione dell'agroecosistema risicolo deriva dalla constatazione che l'ambiente di risaia ha subito, negli scorsi decenni, dei mutamenti che hanno trasformato progressivamente le risaie stesse in habitat che sempre meno surrogano le funzioni delle aree umide naturali. Inoltre, il paesaggio dell'area risicola è stato trasformato molto profondamente, per la tendenza a rendere sempre più intensiva questa coltivazione. Una delle conseguenze è stata la relativa banalizzazione del paesaggio agrario, con conseguente perdita di idoneità a sostenere forme vegetali e animali di interesse conservazionistico. Si ritiene, tuttavia, che opportune misure da adottare sia nelle pratiche agrarie legate alla coltivazione del riso, sia nella gestione del territorio, inclusi paesaggio, biotopi, elementi lineari, corsi d'acqua, potrebbero produrre effetti positivi ed essere, al contempo, compatibili con il mantenimento del valore agrario della coltivazione.

1. L'AGROECOSISTEMA RISICOLO E LA BIODIVERSITA'

Le risaie

La riduzione e la scomparsa delle zone umide naturali in tutto il mondo ha acceso l'interesse verso le risaie come sostituti artificiali di questi ambienti per moltissimi organismi acquatici, dagli uccelli agli invertebrati acquatici (Bogliani 2008). Il sistema di camere di risaia e di canali di irrigazione adiacenti costituiscono infatti un ambiente di vita e di riproduzione per molte specie legate all'ambiente acquatico e la cui conservazione è di grande importanza sotto diversi aspetti:

- per l'interesse intrinseco nella conservazione delle specie che lo popolano;
- per il loro valore nella catena trofica di questo ecosistema;
- per il loro ruolo nel controllo biologico di parassiti della pianta del riso e dei vettori di malattie umane e animali;
- per il loro ruolo di regolatori del ciclo dei nutrienti, che contribuisce a determinare la fertilità del suolo.

Molti invertebrati acquatici intervengono nel controllo biologico delle specie dannose per la pianta del riso: in Asia è stato dimostrato come la conservazione di comunità abbondanti e ben strutturate di predatori, ad esempio minimizzando l'uso di pesticidi, riduca notevolmente l'impatto di alcune organismi dannosi (Way e Heong 1994; Schoenly *et al.* 1996, Settle *et al.* 1996). Recenti studi dimostrano che anche le comunità di artropodi terrestri che si instaurano nei campi e nei margini di risaia durante le varie fasi di sviluppo e coltivazione del riso sono predatori di alcune specie dannose per la pianta del riso (Way e Heong 2009, Sigsgaard 2007) e possono dunque essere parte attiva nel processo di controllo biologico di questi organismi. La loro conservazione diventa importante non solo per il mantenimento della biodiversità di questi agroambienti, ma anche nell'ottica di un aumento dell'efficienza produttiva che sia anche ecosostenibile. Gli invertebrati, sia acquatici sia terrestri, rappresentano una fonte fondamentale di cibo per l'avifauna, altra grossa componente dell'agroecosistema risicolo, sia durante il periodo estivo che invernale. La presenza degli uccelli in risaia, a sua volta, aumenta la decomposizione della massa vegetale

ed aumenta la componente organica del terreno riducendo la necessità di utilizzare concimi di sintesi (Lourenco 2009, Elphick 2000, Bird *et al.* 2000, Manley *et al.* 2005).

Un altro gruppo legato agli ambienti umidi e che ha trovato nella risaia un'alternativa per la propria sopravvivenza è quello degli anfibi. Questi organismi, così come molti invertebrati acquatici, depongono le uova in acqua e trascorrono una parte del loro ciclo vitale, quello larvale, in questo ambiente. Gli anfibi partecipano anch'essi al controllo biologico delle specie dannose e, al contempo, rappresentano un utile mezzo di lotta alle zanzare essendo, durante la fase larvale, degli accaniti predatori di uova e larve di zanzara. L'intensificazione delle tecniche di coltivazione del riso e l'uso smodato dei pesticidi hanno provocato una drastica diminuzione delle espressioni di biodiversità descritte. Per l'avifauna le principali conseguenze sono riconducibili a fenomeni di l'intossicazione, dovuta alla posizione delle specie predatrici, come ad esempio gli Ardeidi (aironi) nella catena alimentare (Hunt *et al.* 1995), ed alla diminuzione delle prede disponibili causata dall'esposizione del territorio a trattamenti antiparassitari per lunghi periodi (Tourenq *et al.* 2003). Per gli invertebrati acquatici e terrestri gli effetti sono stati, oltre che un drastico impoverimento delle comunità, anche una riduzione dell'efficacia del controllo biologico sulle specie dannose per il riso. L'eliminazione temporanea dell'acqua nelle vasche ha portato alla scomparsa, spesso irreversibile, delle popolazioni di molti organismi acquatici o anfibi predatori delle larve delle zanzare con un effetto di aumento significativo di questi ultimi organismi.

Il mosaico agricolo

Gli ambienti coltivati sono, da sempre, esempi di ecosistemi a mosaico, nei quali le "steppe di cereali" sono inframmezzate da frammenti di foresta, da ecosistemi fluviali, palustri eccetera. L'intensificazione delle pratiche agricole, soprattutto nelle zone più fertili della pianura, ha portato all'impoverimento del mosaico e alla diminuzione di alcuni dei processi di trasferimento di energia e materia. L'eliminazione degli elementi non produttivi ha inoltre determinato l'ulteriore isolamento degli elementi più naturali, o, meglio, meno influenzati dall'azione umana. La ricostituzione della rete ecologica è un obiettivo finalizzato al ristabilimento delle connessioni di rapporti sia fra gli elementi frammentati degli ambienti naturaliformi, sia fra i diversi ambienti. In un passato recente, lo "scambio" fra ambienti coltivati ed ambienti più naturali era visto come un elemento prevalentemente negativo,

soprattutto per il timore che gli elementi non coltivati agissero come serbatoi di infestanti o di organismi nocivi alle colture. Più di recente si è rivalutato il ruolo degli ambienti cosiddetti "marginali" quali habitat di rifugio di organismi che possono svolgere un ruolo importante nella lotta biologica (Settle et al 1996). Le fasce non coltivate ai margini dei campi, le siepi e i bordi dei canali, ospitano popolazioni ricche ed abbondanti di invertebrati predatori di altri invertebrati dannosi alle colture (Fournier and Loreau, 2001). Ragni, opilioni, imenotteri e carabidi svernano nei bordi e nelle siepi e, durante la bella stagione, invadono le fasce più vicine delle colture, dove eliminano un numero impressionante di afidi e di altri erbivori dannosi. Inoltre, le siepi costituiscono l'ambiente di rifugio e di nidificazione di numerose specie di uccelli insettivori. Il mantenimento di popolazioni vitali di tali organismi insettivori richiede però il mantenimento di qualche forma di continuità territoriale fra le fasce e le aree occupate. La costituzione di una rete ecologica comporta quindi il ricreare ambienti naturaliformi e ripristinare i collegamenti fra i diversi elementi. Questo non significa che si debba realizzare una ragnatela continua di siepi, filari o bordi di canali, ma che la distanza fra i diversi elementi sparsi sul territorio non sia invalicabile dagli individui in grado di colonizzare aree spopolate.

2. INDIVIDUAZIONE DELLE CRITICITA'

La Provincia di Vercelli ha promosso diverse occasioni di incontro con esperti del settore e con *stakeholder*, finalizzate a raccogliere informazioni e opinioni sull'esistenza di criticità per la biodiversità dell'area risicola. Nel processo sono stati coinvolti anche esperti e soggetti provenienti da altri paesi europei nei quali si coltiva il riso su superfici significative, nell'ambito delle azioni di *networking* previste dall'azione E5.

Il confronto con i soggetti stranieri ha evidenziato come ciascuna area risicola europea sia caratterizzata da criticità che difficilmente potranno essere ricondotte a uno schema operativo comune. Si è ritenuto pertanto di concentrare l'obiettivo di elaborazione delle linee guida alla situazione locale dell'Italia nordoccidentale, con particolare attenzione alle risaie del Vercellese.

Ricerche svolte negli ultimi due decenni in Italia nordoccidentale hanno fornito utili indicazioni per una gestione delle risaie compatibile con la conservazione della biodiversità. Qui di seguito si elencano le criticità emerse dagli studi effettuati, sulla base di osservazioni, misurazioni, comparazioni, correlazioni ed esperimenti e si formulano alcune indicazioni per la gestione delle risaie allo scopo di valorizzarne il potenziale naturalistico.

Criticità individuate

- 1) Gestione del ciclo idrico
- 2) Lotta agli antagonisti del riso
- 3) Gestione delle stoppie
- 4) Gestione degli elementi naturali del paesaggio
- 5) Gestione dei canali
- 6) Gestione del reticolo idrografico minore
- 7) Gestione specie esotiche

1) Gestione del ciclo idrico

La necessità di gestire il ciclo idrico nell'ambito dell'agroecosistema risicolo è diventata di primaria importanza. Va tenuto conto, infatti, che nell'ultimo ventennio sono andate modificandosi notevolmente le tecniche colturali relative alla variazione della profondità dell'acqua attraverso la pratica delle asciutte e l'uso delle livellatrici laser. Queste tecniche, che oggi sembrano essere indispensabili per la risicoltura moderna, hanno portato in brevissimo tempo ad un abbassamento della recettività faunistica e floristica delle risaie con un conseguente impoverimento della biodiversità complessiva. Si rende necessario adottare misure che consentano la sopravvivenza degli organismi acquatici durante i periodi di asciutta attraverso una serie di misure gestionali atte a favorire il mantenimento della biodiversità pur non compromettendo la produttività agricola.

2) Lotta agli antagonisti del riso

Mentre in passato la coltivazione del riso non presentava importanti problemi entomologici, attualmente la resa agronomica è minata da insetti nuovi per l'areale risicolo italiano o da specie in precedenza poco dannose e/o rinvenute soltanto occasionalmente su questo cereale. E' emersa quindi la necessità di approfondire le conoscenze relative al rapporto tra la pianta e queste nuove specie di insetti al fine di individuare strumenti di lotta biologica idonei per la gestione delle colture risicole.

3) Gestione delle stoppie

Un altro aspetto critico è quello relativo alla necessità di gestire le stoppie. Le stoppie delle risaie, in presenza o meno della paglia, costituiscono un ambiente di importante interesse naturalistico poiché ospitano cospicue popolazioni di uccelli migratori. Attualmente le pratiche di gestione agricola prevedono che le stoppie vengano eliminate molto precocemente nella stagione con l'aratura e per questa ragione l'ambiente perde rapidamente gran parte della sua idoneità ornitologica.

4) Gestione degli elementi naturali del paesaggio

Alcuni fra i più caratteristici elementi naturali della pianura risicola quali risorgive (fontanili), ampie zone umide (aree umide e canneti), elementi lineari (canali irrigui, siepi e filari campestri) e piccole macchie arbustive e/o boscate erano un tempo mantenuti e conservati

in qualità di ulteriori fonti di auto-sostentamento delle aziende agricole. Oggi questi elementi sono sempre più rari a causa delle innovazioni produttive e dell'intensificazione delle pratiche monocolturali. Si rende pertanto necessario intervenire nel ripristino di tali elementi naturali e al loro mantenimento successivo attraverso delle misure gestionali, allo scopo di mantenere la funzionalità ambientale che questi biotopi garantiscono; da essa infatti, dipendono direttamente ed indirettamente, la sopravvivenza e la fitness di numerose specie di interesse conservazionistico locale e comunitario come avifauna acquatica e delle zone agricole (Ardeidi e Caradriformi, alcune specie di piccoli passeriformi), Odonati, Lepidotteri ed Anfibi, molti dei quali strettamente legati agli ambienti agricoli e alle piccole zone umide intercluse, in crescente rarefazione e alterazione

5) Gestione dei canali

Le zone risicole sono notoriamente ricche di acqua, distribuita per estesi territori mediante una fitta rete di canali irrigui. Tale rete è assai caratteristica del paesaggio coltivato e costituiva un tempo, e in parte attualmente, motivo di grande fascino e ricetto a una parte rilevante della biodiversità del territorio. Il sistema della canalizzazione, infatti, ospita numerose forme di vita presenti sia nel corpo d'acqua che sulle rive dei fossi; alcune pratiche di gestione idraulica, tuttavia, come la pulizia dell'alveo eseguito in piena stagione vegetativa e la trinciatura della vegetazione presente sulle sponde, comportano la distruzione ripetuta di quantità immense di organismi viventi.

6) Gestione del reticolo idrografico minore

Le criticità associate alla gestione del reticolo idrografico minore ricalcano in parte, e su diversa scala, le problematiche evidenziate a proposito del punto 5) Gestione dei canali. Tuttavia, una peculiarità è riscontrabile nella tendenza, verificatasi localmente, ad artificializzare ulteriormente la struttura dei fossi, attraverso la creazione di un rivestimento in cemento. La giustificazione di tale pratica è stata trovata nella necessità di ridurre le perdite di acqua attraverso la dispersione nei terreni permeabili e nella riduzione dei costi di manutenzione dei canali così modificati. La rete di fossati cessa quindi di assolvere ad altre funzioni che non siano l'apporto e l'allontanamento dell'acqua e risultano così inadatti a gran parte delle forme di vita e delle funzioni ecosistemiche che, invece, i fossi gestiti in modo tradizionale hanno garantito per secoli.

7) Gestione specie esotiche

In questa sezione non si fa riferimento agli organismi vegetali e animali che interferiscono con le piante di riso, anche se di origine esotica, delle quali ci si occupa nell'ambito delle pratiche agronomiche per contrastare antagonisti e competitori della coltura. La colonizzazione delle aree coltivate a riso da parte delle specie esotiche è un processo iniziato, probabilmente, con l'avvio della coltivazione del cereale. L'introduzione e l'acclimatazione della carpa, *Cyprinus carpio*, pesce ciprinide di origini orientali è dovuta all'azione attiva da parte dell'uomo a scopi produttivi. Altre immissioni si sono verificate in periodi più recenti e con intensità crescente. Le forme di interferenza possono essere di vario tipo. La nutria, *Myocastor coypus*, scava le tane sulle sponde dei fossi e, talvolta, determina instabilità delle stesse; oltre a calpestare le piante di riso. Il gambero della Luisiana, *Procambarus clarkii*, scava i rifugi negli arginelli delle vasche di risaia e ne può minare la stabilità e l'impermeabilità.

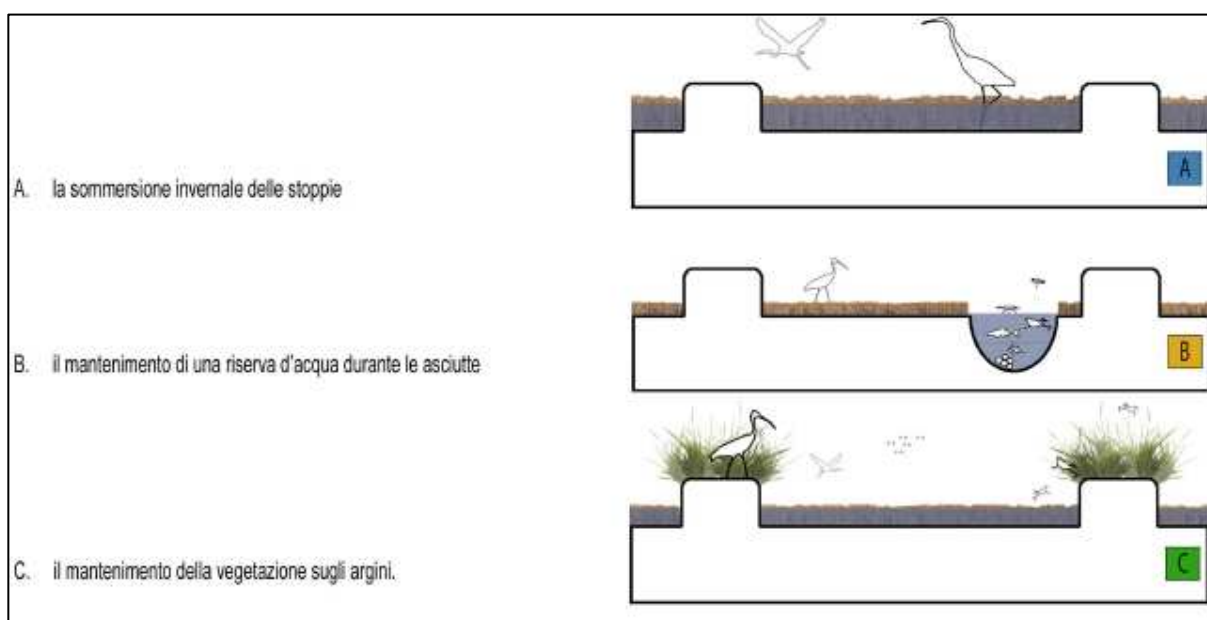


Figura 1 – Rappresentazione pittorica degli interventi gestionali relativi alle stoppie (A), al ciclo idrico (B) ed al paesaggio agricolo (C). Immagine tratta dal progetto CORINAT (2012).

3. PROPOSTE DI AZIONI PER LA MITIGAZIONE

3.1 GESTIONE DEL CICLO IDRICO

Le date di allagamento e di prosciugamento definitivo sono dettate da esigenze agronomiche e rispondono pertanto a criteri di ottimalità produttiva. Diverse considerazioni possono essere fatte per quanto riguarda le asciutte temporanee nel periodo compreso fra la prima sommersione e la messa in asciutta definitiva di fine estate. Con il regime attuale, l'acqua viene eliminata dalle vasche in diverse occasioni (fig. 2):

1. La prima coincide col radicamento delle pianticelle dopo l'emissione della radichetta dal seme.
2. Le successive asciutte sono giustificate dall'esigenza di irrorare con erbicidi pre- e post-emergenza.
3. Negli ultimi anni si è diffusa la pratica dei "falsi allagamenti" in periodo precoce, seguiti da asciutte e da trattamenti erbicidi finalizzati alla lotta al riso crodo. La semina del riso della varietà scelta completa questo ciclo.
4. Si sta diffondendo la pratica della semina in asciutto, che comporta l'esecuzione delle operazioni dalla semina al completamento dei diserbi senza allagare i campi in modo semipermanente. L'acqua viene aggiunta, e talvolta mantenuta costantemente, a partire dal termine dell'ultimo diserbo; talvolta a fine maggio o addirittura a metà giugno.

La messa in asciutta delle vasche determina l'eliminazione di tutti gli organismi acquatici presenti. Taluni fra questi sono attivi solo nel corso della primavera e non ricompaiono dopo l'eliminazione. È, per esempio, il caso delle raganelle, *Hyla intermedia*, e delle rane verdi, *Pelophylax esculentus* e *P. lessonae*, che si recano in acqua per deporre e cambiano ambiente dopo la riproduzione. Le ovature e i girini soccombono dopo l'asciutta, senza che gli adulti possano deporre ovature di rimpiazzo. Nelle risaie dell'epoca precedente la diffusione delle livellatrici laser, le asciutte non comportavano l'eliminazione totale dell'acqua, in quanto il terreno presentava delle irregolarità e degli avvallamenti nei quali si tratteneva acqua sufficiente per consentire la sopravvivenza agli organismi acquatici.



Figura 2 – Aspetto di una vasca di risaia subito dopo l'interruzione dell'apporto d'acqua e lo svuotamento finalizzato all'asciutta per motivi agronomici.

Proposta di gestione del ciclo idrico:

Una soluzione possibile e di basso costo consiste nella creazione di canali, profondi almeno 100 cm e larghi 80 cm, disposti nel modo più opportuno al fine di non intralciare i movimenti dei mezzi agricoli (figg. 3, 4, 5 e 6). Durante le asciutte, in questi canali troverebbero rifugio i girini degli anfibi, i pesci e le larve degli insetti e gli altri invertebrati acquatici; dopo il riallagamento questi organismi torneranno a occupare l'intera superficie della risaia. Un vantaggio non secondario di questa pratica sarebbe la riduzione delle larve di zanzara presenti. Occorre approfondire gli aspetti legati all'interferenza del diserbo chimico in asciutta e ottimizzare la densità e disposizione di canaletti.



Figura 3 – Aspetto del solco che fungerà da riserva d’acqua prima della sommersione.

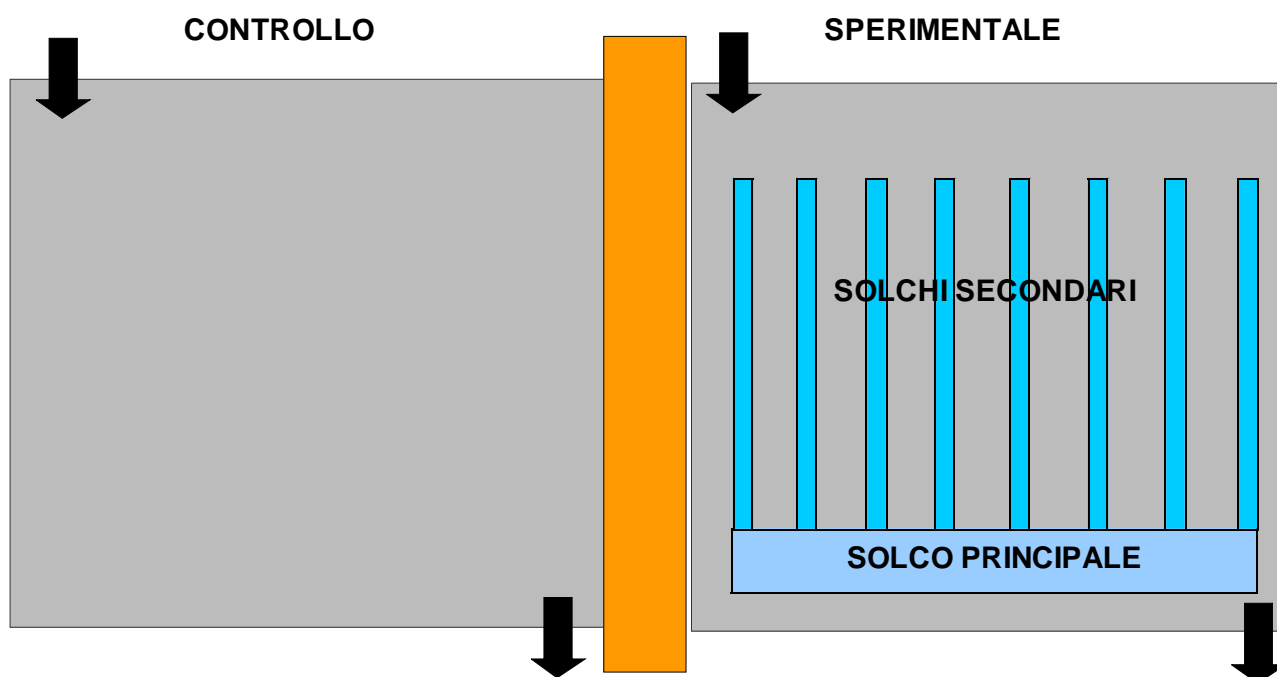


Figura 4 – Schema di una risaia nella quale è stata realizzata la riserva d’acqua che mitiga l’effetto delle asciutte sugli organismi acquatici (a destra; quella a sinistra è invece una risaia senza riserva d’acqua). Tale sistemazione è incoraggiata in Piemonte attraverso le provvidenze del PSR, misura 2014.



Figura 5 – Aspetto di una risaia nella quale è stato scavato un solco di larghezza e profondità adeguate, nel quale permane l’acqua durante le asciutte e gli organismi acquatici sopravvivono sino alla sommersione successiva.



Figura 6 – Una delle rare risaie della Lomellina nelle quali il solco laterale che funge da riserva d’acqua durante le asciutte fa parte della sistemazione della campagna (sistemazione detta “alla ferrarese”).

3.2 LOTTA AGLI ANTAGONISTI DEL RISO

Tra le principali specie che danneggiano il riso abbiamo: il punteruolo acquatico del riso *Lissorhoptrus oryzophilus*, coleottero chiave della coltura in America ed Asia, rinvenuto in Italia nel 2004; l'emittero *Trigonotylus caelestialium* che in Giappone è uno dei più importanti agenti della macchia della cariosside; i lepidotteri *Ostrina nubilalis* e *Mythimna unipunctata* le cui pullulazioni in anni recenti sono state segnalate anche sul riso.

Proposta di gestione degli antagonisti del riso:

Studi recenti sul punteruolo acquatico hanno mostrato come l'adozione di alcune pratiche agricole potrebbero ridurre notevolmente i danni di queste specie sulla coltura:

- Adozione della Semina precoce.

In questo modo si consente alla pianta di germinare prima che avvenga l'ovideposizione delle specie dannose. In questo modo le piantine di riso ormai cresciute saranno in grado di reagire all'infestazione senza l'utilizzo di pesticidi.

- Pulizia invernale degli argini.

Le malerbe e i residui vegetali presenti lungo gli argini rappresentano i principali siti di svernamento di questi insetti (vedi paragrafo 3.5 "GESTIONE DEI CANALI").

3.3 – TREBBIATURA E GESTIONE DELLE STOPPIE

I metodi di trebbiatura meccanica possono essere di due tipi.

1. La trebbiatrice taglia gli steli con le pannocchie e lascia degli stocchi di altezza variabile, dai quali è stata asportata la parte terminale.

2. La trebbiatrice “sgrana” la spiga, lasciando in piedi gli steli e le pannocchie svuotate.

Entrambi i microambienti che si formano con queste due tecniche possono costituire degli habitat ottimali per diverse specie di uccelli. Una condizione ottimale sarebbe la creazione di un mosaico di risaie trebbiate con le due tecniche. Tuttavia, in molti casi le stoppie vengono erpicate immediatamente dopo la trebbiatura; in questo modo l’ambiente perde gran parte dell’idoneità dal punto di vista ornitologico.

Recenti studi condotti dall’Università di Pavia nell’ambito del progetto CORINAT hanno inoltre dimostrato che la sommersione invernale delle stoppie ha un effetto positivo sulle comunità di uccelli acquatici svernanti con un aumento significativo del numero di specie e della densità degli individui. L’effetto della sommersione invernale è risultato influenzare anche la composizione della comunità di uccelli nei mesi successivi al drenaggio, quando i campi vengono preparati per la stagione vegetativa e seminati. Questo dato, inaspettato, dipende probabilmente da un duplice effetto della presenza dell’acqua sulle stoppie che mentre da un lato può avere aumentato la biodisponibilità di prede, aumentandone il numero, può anche averne contemporaneamente influenzato l’accessibilità rendendo il terreno più soffice e penetrabile dal becco degli uccelli in caccia.

Proposta di gestione delle stoppie:

Livello di base –Le stoppie sono lasciate sul campo sino alla fine dell’inverno.

Livello avanzato – Le stoppie sono lasciate sino alla fine dell’inverno. Inoltre, una frazione compresa fra il 20% e il 60% viene allagato con uno strato di 5-20 cm d’acqua. Questo allagamento favorisce la decomposizione e mineralizzazione della sostanza organica e consente l’esistenza di una moltitudine di organismi acquatici nel corso dell’autunno e dell’inverno.

3.4 – ELEMENTI DEL PAESAGGIO AGRICOLO

La presenza di fasce ecotonali, ampie anche solo pochi metri ma ben differenziate a livello floristico, può svolgere una duplice funzione: di fascia tampone, per attenuare il disturbo diretto ed indiretto della matrice agricola circostante il biotopo (es. pratiche colturali, quali movimentazioni meccaniche e diserbo chimico, ed ingresso delle acque di scolo e dilavamento delle vicine camere di risaia, contenenti prodotti chimici tossici e surplus di nutrienti); di fascia di transizione, ossia quale elemento naturale di graduale contatto fra ambienti diversi (in questo caso, ambiente umido naturale e coltivazioni). E' scientificamente provato che la creazione di fasce ecotonali di transizione, soprattutto in ambiente agricolo, può portare ad una diversificazione delle condizioni ambientali locali capace di incrementarne significativamente la biodiversità. La compresenza dei campi agricoli con le fasce umide e le siepi permette la salvaguardia di specie tipicamente agro-rurali come la pavoncella o lo stiacchino. Queste specie, adattate alle condizioni ecologiche degli ambienti agricoli dopo secoli di coesistenza con la campagna coltivata dall'uomo in modo estensivo, si trovano attualmente in grave declino a causa della evoluzione nella gestione del paesaggio, indirizzata verso una sempre maggiore banalizzazione e povertà biologica.

Anche il mantenimento di vegetazione erbacea ed igrofila è di grande importanza per numerose specie che nidificano a terra o fra la vegetazione palustre. Questo tipo di ambiente permette il rifugio temporaneo per uccelli che si alimentano anche all'interno della risaia e una fonte alimentare più ricca e diversificata dato che è in grado di ospitare comunità di invertebrati che non sopravviverebbero sui semplici argini delle risaie. La componente erbacea permanente gioca quindi un ruolo fondamentale nel mantenere la biodiversità degli uccelli, ospitando specie che non utilizzano altri elementi del ripristino ambientale, come alberi e siepi, e non andrebbe sottovalutata nella pianificazione della conservazione dell'ambiente.

Oggi, l'ampliamento delle superfici coltivate, a discapito dell'ampiezza delle cenosi erbaee igrofile e delle formazioni arboree/arbustive quali siepi e filari, non permette nella maggioranza dei casi lo sviluppo di formazioni pluristratificate o sufficientemente ampie da consentire la presenza di fasce ecotonali e sottobosco. La frequente meccanizzazione e manutenzione degli argini dei coltivi favorisce, inoltre, specie infestanti erbacee ed arboree, oltretutto più competitive in termini spaziali e temporali.

Proposte di gestione del paesaggio agricolo:

- Piantumazione di siepi arbustive con funzione di ecotono. Gli impianti arboreo-arbustivi verranno effettuati con l'utilizzo esclusivo di specie autoctone di provenienza locale (o regionale), compatibilmente con le caratteristiche morfologiche, pedologiche e floristiche locali di ciascun sito di intervento. Le piantine verranno richieste a Vivai Regionali e, in caso di indisponibilità, a centri e vivai privati specializzati in provenienze autoctone, con accurata selezione delle varietà e dei genotipi locali.
- Conversione dei tratti di risaia più marginali e meno produttivi in zone umide permanenti.

Gli elementi lineari del paesaggio agrario sono molto preziosi sia dal punto di vista naturalistico che paesaggistico; inoltre, questi elementi svolgono altre funzioni importanti: rallentano la velocità del vento, consolidano il terreno, producono legname e frutti, hanno interesse apistico. Negli scorsi decenni era prevalsa la tendenza ad eliminare siepi e filari dal paesaggio agrario; attualmente la tendenza potrebbe invertirsi. È opportuno tener conto dei fattori che in passato avevano portato a svalutare gli elementi lineari e quelli che oggi spingono in direzione opposta (vedi Tabella 1).

Tabella 1 – I nuovi pro e i vecchi contro agli elementi lineari del paesaggio

**Motivi che avevano portato all'eliminazione
di siepi e filari**

1. Perdite economiche
2. Campi piccoli, con forme irregolari e inefficienza delle macchine agricole
3. Disponibilità di recinzioni alternative per il bestiame a buon mercato
4. Recupero di piccole superfici non coltivate
5. Ombreggiatura e competizione con le coltivazioni adiacenti
6. Serbatoi di organismi nocivi e di parassiti

**Motivi che consigliano oggi di mantenere o
ricostituire siepi e filari**

1. Le spese di eliminazione delle siepi non vengono più finanziate
2. Sono disponibili aiuti economici per la piantumazione e la gestione
3. Valore naturalistico
4. Valore per la selvaggina cacciabile
5. Valore storico e paesaggistico
6. Ombreggiamento e riparo per il bestiame, funzione frangivento, riduzione dell'erosione
7. Svernamento di insetti benefici
8. Aspetti positivi in termini d'immagine verso il pubblico
9. Esistenza di normative vincolistiche in parchi e riserve

3.5 - GESTIONE DEI CANALI

I corsi d'acqua naturali ed artificiali costituiscono la rete più estesa e complessa che interessa gli ambienti agrari della pianura. Aree soggette a lunghi periodi di aridità sono stati resi fertili grazie all'apporto di acqua attraverso un sistema di canalizzazioni sviluppatosi nel corso di almeno cinque secoli. Parallelamente, aree acquitrinose e poco idonee all'agricoltura sono state prosciugate in tutto o in parte con un sistema di canali drenanti. In diversi casi i corpi d'acqua sono stati creati scavando canali con un'opportuna regolazione delle pendenze; ne sono esempi il canale Villoresi e i Canali Cavour. In altri casi sono stati regimati e rettificati corsi d'acqua naturali di piccola e media portata, come nel caso della Roggia Muzza.

Il valore reale o potenziale dei canali d'irrigazione quali elementi delle reti ecologiche e come ambienti ricchi di biodiversità è rilevante. Basti pensare al ruolo che essi svolgono nel mantenimento degli ecosistemi acquatici e nei collegamenti fra biotopi acquatici naturali ed artificiali, consentendo il flusso di organismi e la colonizzazione di ambienti appena formati o periodicamente disturbati. Il valore dei canali è importante anche per il mantenimento di una rete che interessa ecosistemi ed organismi terrestri e palustri, in quanto ai canali si associano spesso fasce di vegetazione naturale o semi-naturale che ospitano specie vegetali ed animali e loro popolazioni in condizioni di vitalità. La struttura a rete consente lo spostamento di organismi specializzati che non potrebbero sopravvivere negli ambienti agricoli aperti. Complessivamente, le funzioni sull'ambiente della rete irrigua possono essere così riassunte:

- mantenimento di ecosistemi acquatici
- mantenimento di ecosistemi palustri
- facilitazione al mantenimento di altri elementi lineari del paesaggio (siepi e filari)
- corridoi ecologici e mantenimento di una rete di ecosistemi acquatici, palustri e terrestri
- mantenimento di ambienti idonei per la fauna terrestre ed acquatica
- autodepurazione delle acque
- mantenimento della falda superficiale

Il valore ambientale dei corsi d'acqua è legato al soddisfacimento di alcuni requisiti che, seppur minimi, spesso non vengono soddisfatti. Tali requisiti sono:

- qualità delle acque
- caratteristiche costruttive delle sponde
- profilo del fondo e delle sponde
- presenza di idrofite sommerse
- presenza di vegetazione sulle sponde
- mantenimento di livelli minimi durante le fasi di asciutta

L'azione degli operatori agricoli può interferire positivamente o negativamente col raggiungimento di questi requisiti, anche se va preso atto che, rispetto alla qualità delle acque, il peso degli interventi di gestione operati in campo agricolo è spesso secondario rispetto ad altri fattori, come l'inquinamento urbano e industriale. Una gestione integrata dei corsi d'acqua a fini irrigui può consentire di raggiungere obiettivi di conservazione e di recupero del valore ambientale della risorsa acqua e degli ambienti ad essa collegati, pur mantenendo intatta la primaria funzione economica.

Proposte di gestione dei canali:

3.5.1 Gestione delle ripe

Il mantenimento della vegetazione erbacea sulle sponde dei canali consente di preservare elementi floristici e faunistici di interesse naturalistico, paesaggistico ed estetico e, inoltre, consente a questi importanti elementi lineari del paesaggio agrario di svolgere la funzione di corridoi ecologici locali. Tuttavia, considerazioni di ordine funzionale (percorribilità pedonale), agronomico (contrasto ad alcuni antagonisti del riso) e culturale (la sponda inerbita può essere percepita come sintomo di scarsa manutenzione da parte degli operatori agricoli), non consentono sempre di perseguire le finalità di conservazione. Occorre quindi motivare adeguatamente la richiesta di gestione della vegetazione delle ripe con criteri di tipo naturalistico e proporre interventi graduati e diversificati; tale gradualità potrebbe essere recepita all'interno degli strumenti di finanziamento quali il PSR.

L'esperienza maturata presso l'Università di Pavia nell'ambito del progetto CORINAT, utilizzando i coleotteri Carabidi come indicatori della funzionalità dell'ecosistema risicolo, ha evidenziato che il mantenimento della vegetazione sugli argini permette di ospitare una maggior proporzione di individui appartenenti a specie di Carabidi più sensibili al disturbo, alla frammentazione e alla semplificazione dell'ambiente. Negli argini non gestiti sono infatti presenti comunità più complesse dal punto di vista funzionale rispetto a quelle degli argini trinciati. Inoltre, una gestione meno intensa, come può essere lo sfalcio dell'erba effettuato poche volte durante il corso della stagione vegetativa, è meno impattante sulle comunità di Carabidi rispetto a una trinciatura frequente, e permette la sopravvivenza di specie predatrici e non alate, anche se in proporzione minore rispetto agli argini indisturbati. Pertanto per migliorare la recettività faunistica e floristica delle risaie si possono proporre le seguenti soluzioni gestionali, graduate e da applicare in relazione alle condizioni generali (finanziamenti del PSR o altro) e locali (presenza di elementi lineari di particolare importanza nel contesto eco sistemico e paesaggistico locale):

1) Livello di base:

- La vegetazione di ripa venga mantenuta per tutta la stagione vegetativa.
- La trinciatura delle ripe deve essere effettuata esclusivamente fra ottobre e gennaio, interessando non più del 70/80% della loro estensione lineare; la parte restante può essere trinciata l'anno successivo.
- Le fresature sono effettuate fra ottobre e gennaio; le aree residue di vegetazione naturale sono mantenute tali.

2) Livello avanzato:

- I canali che per lunghi tratti non presentano sponde adatte alla vegetazione riparia sono modificate, soprattutto con le tecniche dell'ingegneria naturalistica, al fine di favorire l'attecchimento delle piante palustri e la vita agli organismi animali ad esse legate.
- Vengono create piccole zone umide intercalate alle vasche di risaia, nelle quali lo stadio evolutivo della vegetazione è mantenuto a uno stadio giovanile attraverso interventi opportuni di gestione, da effettuare al di fuori del periodo vegetativo.

3.5.2 Gestione dell'alveo

La sezione dei corsi d'acqua tende ad essere tenuta il più possibile sgombra dagli intorchiatori (per lo più consorzi irrigui). Questo si giustifica con la necessità di massimizzare l'efficienza idraulica, che viene contrastata da fenomeni naturali quali; a) la deposizione dei sedimenti erosi a monte o

trasportati dall'acqua torbida; b) la crescita di vegetazione idrofita nell'alveo, che comporta la formazione di masse fluitanti che riducono la sezione idraulica; c) la crescita di vegetazione erbacea e legnosa sulle sponde ma che si protende nell'alveo bagnato. La soluzione adottata è spesso quella di intervenire con delle speciali frese montate su imbarcazioni, che rimuovono il sedimento e sradicano le piante idrofite, abbandonandole al trasporto verso valle, dove il tutto sarà rimosso con apposite attrezzature che operano dalla sponda. In questa maniera gli organismi che vivono infossati nel sedimento o trovano rifugio e alimento fra la vegetazione acquatica vengono completamente eliminati da ampi tratti.

Le prescrizioni previste nella scheda tecnica dell'azione C.2.3 - *i Rinaturalizzazione fontanile*, nella parte relativa alla "Rifunzionalizzazione dell'asta di deflusso", possono essere considerate buone pratiche da attuare in modo generalizzato per la manutenzione dei canali. In particolare si richiama la prescrizione seguente: *"Interventi straordinari di manutenzione dell'asta di deflusso del fontanile (es. eventuali ulteriori azioni di asportazione dei sedimenti) potranno essere previsti in futuro al fine di mantenerne la funzionalità. Tuttavia, è consigliabile che siano eseguiti ad una frequenza non inferiore ai 4 anni e durante il periodo autunno/invernale, per limitare il disturbo sulla fauna. La terra di risulta deve essere ridepositata sulle sponde o nelle immediate circostanze, per permettere alla fauna in essa contenuta di ritornare ai propri siti di rifugio/latenza. Nel caso interessino più tratti dell'asta di deflusso, è preferibile intervenire sui diversi tratti in maniera rotazionale negli anni (e non sull'intera superficie contemporaneamente)".*

Qualora si effettui il drenaggio dei canali che già possiedono rive idonee, o che sono state risagomate in base a criteri naturalistici, gli interventi essere eseguiti su di una sola delle rive, evitando di disturbare la riva opposta, consentono sia di recuperare la funzionalità idraulica, sia di mantenere habitat idonei a una pluralità di organismi vegetali e animali. Alcune indicazioni pratiche possono essere desunte dalla figura 7.

Le attività di drenaggio del fondo, indispensabili per ovviare all'innalzamento causato dalla sedimentazione dei materiali in sospensione nell'acqua, possono essere occasione di creazione di condizioni idonee dal punto di vista naturalistico e paesaggistico. La rimozione dei sedimenti o il loro riaccumulo laterale secondo profili adeguati consentono lo sviluppo di una fascia palustre, come viene illustrato nella figura.8

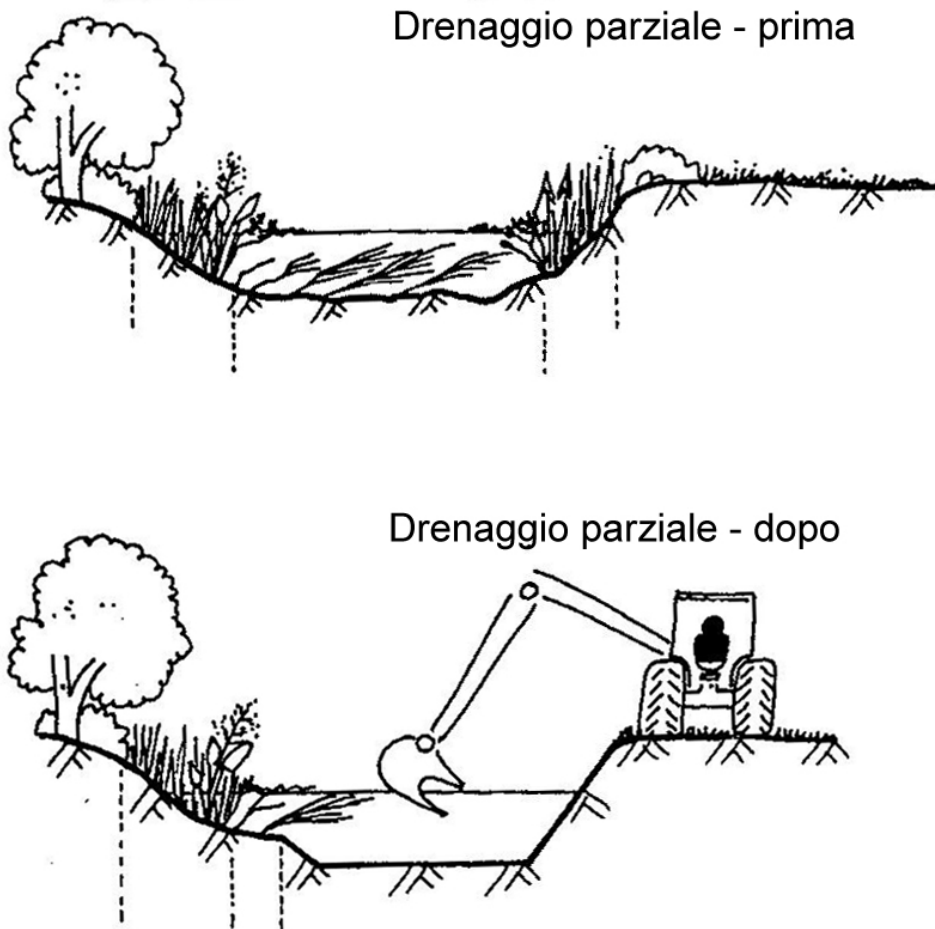


Figura 7 – Drenaggio parziale eseguito su di una sola sponda; va salvaguardata la vegetazione palustre sulla sponda opposta.

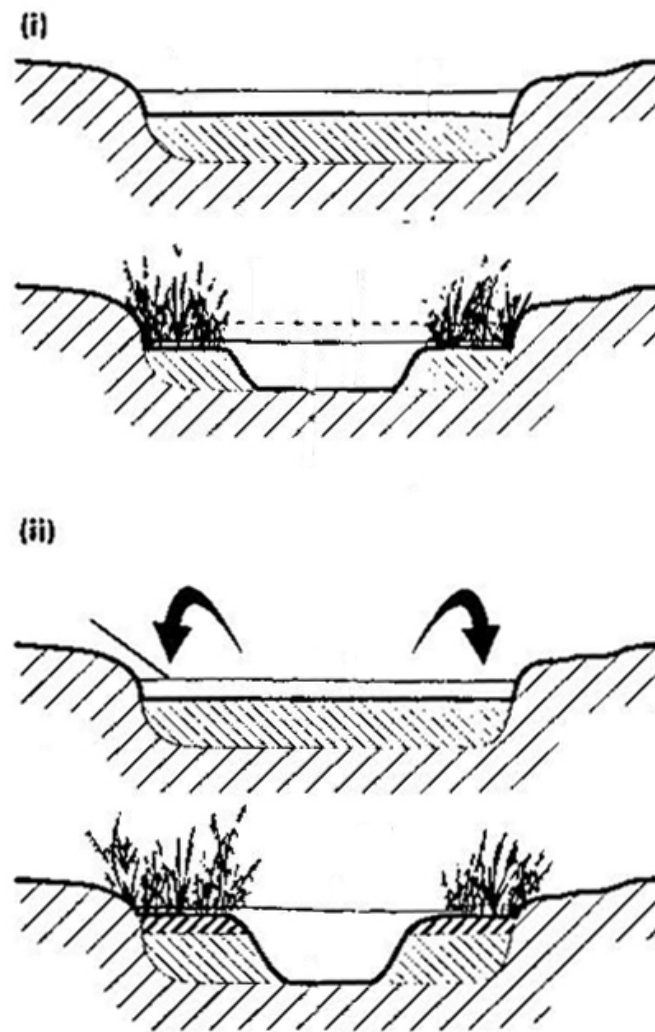


Figura 8 - Attività di drenaggio del fondo dei canali che possono portare alla creazione di fasce vegetate sui bordi.

3.6 – GESTIONE DEL RETICOLO IDROGRAFICO MINORE

La funzione ecologica del reticolo idrografico minore è, a più ampia scala, la stessa già descritta per i canali. La rete di canali e di bacini idrici che nel complesso costituiscono il reticolo idrografico minore possono assumere valenza paesaggistica e naturalistica se mantengono caratteristiche naturaliformi. La morfologia variata favorisce, infatti, condizioni diverse di illuminazione, temperatura, depositi, profondità, velocità dell'acqua, vegetazione, elementi trofici, e permette la formazione di habitat e nicchie ecologiche diversificate sulle sponde e in alveo, in grado di costituire importanti elementi per la riqualificazione del paesaggio, incrementare la biodiversità e la complessità ecosistemica, ridurre il rischio idraulico, migliorare la qualità delle acque, con conseguente miglioramento della percezione e fruizione antropica. La morfologia diversificata del reticolo idrografico comporta:

- 1) La formazione di fasce di vegetazione riparia che svolge un importantissima funzione "tampone" e di denitrificazione delle acque di scolo dai campi. Oltre alla filtrazione dell'acqua la vegetazione riduce l'erosione spondale con un effetto benefico sulla qualità delle acque, delle rogge e dei fossi.
- 2) La formazione di zone a diversa velocità e profondità dell'acqua, funzionali al miglioramento dell'ecosistema fluviale
- 3) La ritenzione di materia organica con un incremento della trofia del canale e incremento della produttività della fauna ittica
- 4) La variabilità della luce e delle ombre con effetti positivi non solo visivi, ma anche sulla diversità d'uso degli ambienti da parte della fauna ittica

Oggi il reticolo idrografico minore rappresenta un ecosistema fortemente semplificato caratterizzato da un sistema di canali monofunzionali a sezione geometrica ristretta, cementificati e privi di vegetazione riparia. La rettificazione del corso d'acqua e la costruzione delle infrastrutture comporta un aumento della vulnerabilità del sistema paesistico, oltre alla scomparsa degli habitat di molte specie. E' possibile tuttavia intervenire attraverso una serie di interventi atti a mitigare, ove possibile, l'artificializzazione del sistema idrografico. Gli interventi vengono pensati per avvicinare, per quanto possibile gli ecosistemi fluviali ad una condizione par-naturale, non solo in un'ottica di rinaturalizzazione ma in modo da ottimizzare i processi ecologici alla base dei "servizi" forniti da questi ecosistemi quali l'autodepurazione delle acque, la difesa dall'erosione, l'abbattimento dei nutrienti di provenienza agricola, ecc.

Proposte di gestione del reticolo idrografico minore:

3.6.1 Rinaturalizzazione degli argini.

La rinaturalizzazione delle ripe con vegetazione erbacea ed arbustiva ripariale, nonché la modifica strutturale del canale per favorire una morfologia più naturaliforme sono già state ampiamente descritte nel paragrafo 3.5 - *GESTIONE DEI CANALI*.

Qui elencheremo gli interventi di stabilizzazione e rivegetazione degli argini per favorire una maggiore protezione delle sponde senza dover cementificare. Tali rinforzi sono ottenibili mediante tecniche di ingegneria naturalistica.

- 1) Rullo spondale per una protezione immediata della sponda. Esso può essere
 - con zolle di canne (Fig. 9). Le canne del rullo insieme alle fascinate ed altri provvedimenti abbinati sulla restante superficie della sponda, garantiscono il consolidamento e la rapida rivegetazione della sponda.
 - in fibra di cocco (Fig. 10).
- 2) Creazioni di fascinate spondali vive con culmi di canna (Fig. 11). Stabilizza la sponda di neoformazione da drenaggi a bassa pendenza su fondali limo-sabbiosi in aree lagunari o stagnanti o soggette a moto ondoso di lieve entità
- 3) Pannelli vivi (Fig. 12). Costruzioni in legname, pietrame e materiale vivo (fascine, ramaglia), poste in senso trasversale o longitudinale rispetto all'asse del corso d'acqua

3.6.2 Impermeabilizzazione naturale delle sponde

Si sta diffondendo negli ultimi anni la tendenza ad artificializzare ulteriormente la struttura dei fossi, attraverso la creazione di un rivestimento in cemento. La giustificazione di tale pratica è stata trovata nella necessità di ridurre le perdite di acqua attraverso la dispersione nei terreni permeabili e nella riduzione dei costi di manutenzione dei canali così modificati. Vengono qui proposte delle tecniche di impermeabilizzazione alternative e compatibili con l'ambiente da adottare previa richiesta di autorizzazione paesaggistica:

- 1) Rivestimento del reticolo irriguo con argilla;
- 2) Impiego di geotessuti impermeabili e di spessore sufficiente ad evitare la percolazione delle acque vettorate sulle campagne coltivate ed a garantire i fossi

adacquatori e colatori dall'azione devastante delle nutrie;

3) Adozione di canalette in cls prefabbricate, comunque da posizionarsi a livello del piano campagna e con inerbimento obbligatorio delle scarpate e degli stradelli di servizio.

Per gli interventi di impermeabilizzazione autorizzati, sono previste azioni compensative come il ripristino funzionale e la valorizzazione architettonica del reticolo irriguo principale che veicola acqua all'azienda, incluso il recupero statico e funzionale dei relativi manufatti idraulici

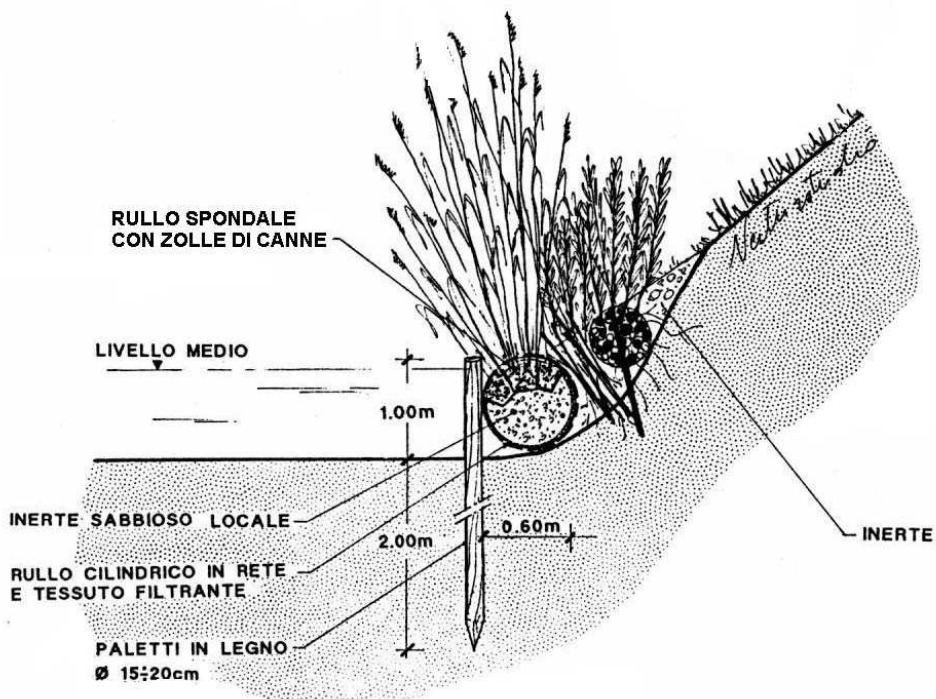


Figura 9 – Rullo spondale con zolle di canne. Sezione trasversale
(immagine estrapolata dal sito http://www.regione.lazio.it/rl_ingegneria_naturalistica)

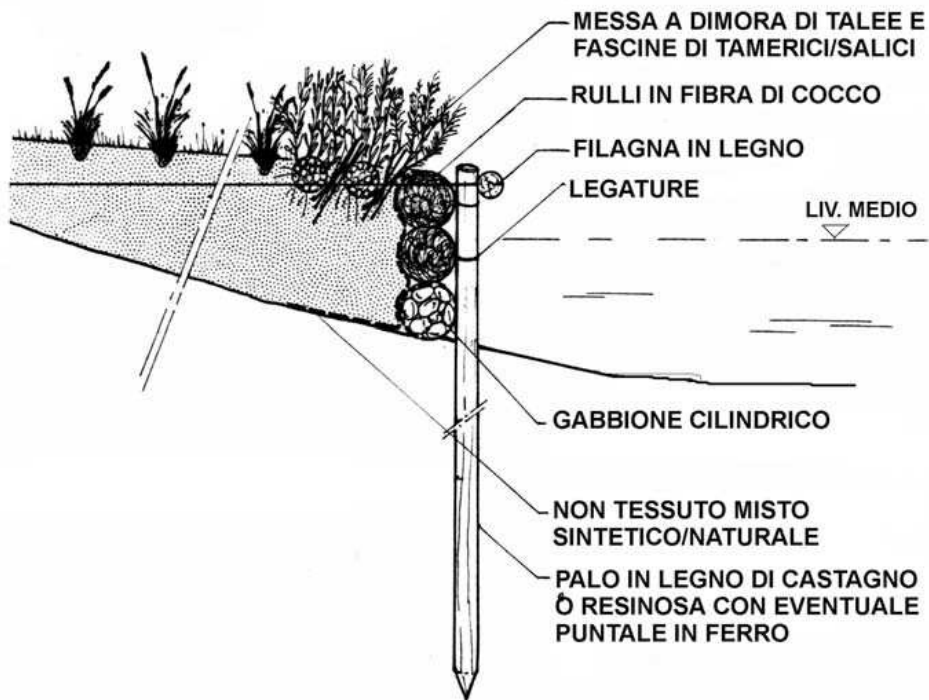


Figura 10 – Rullo spondale in fibra di cocco. Sezione trasversale
(immagine estrapolata dal sito http://www.regione.lazio.it/rl_ingegneria_naturalistica)

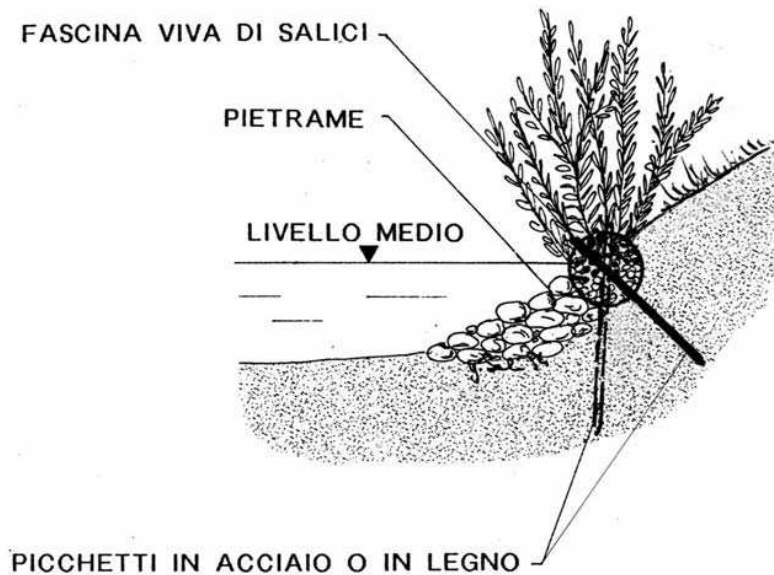


Figura 11 – Fascinata spondale viva. Sezione trasversale
(immagine estrapolata dal sito http://www.regione.lazio.it/rl_ingegneria_naturalistica)

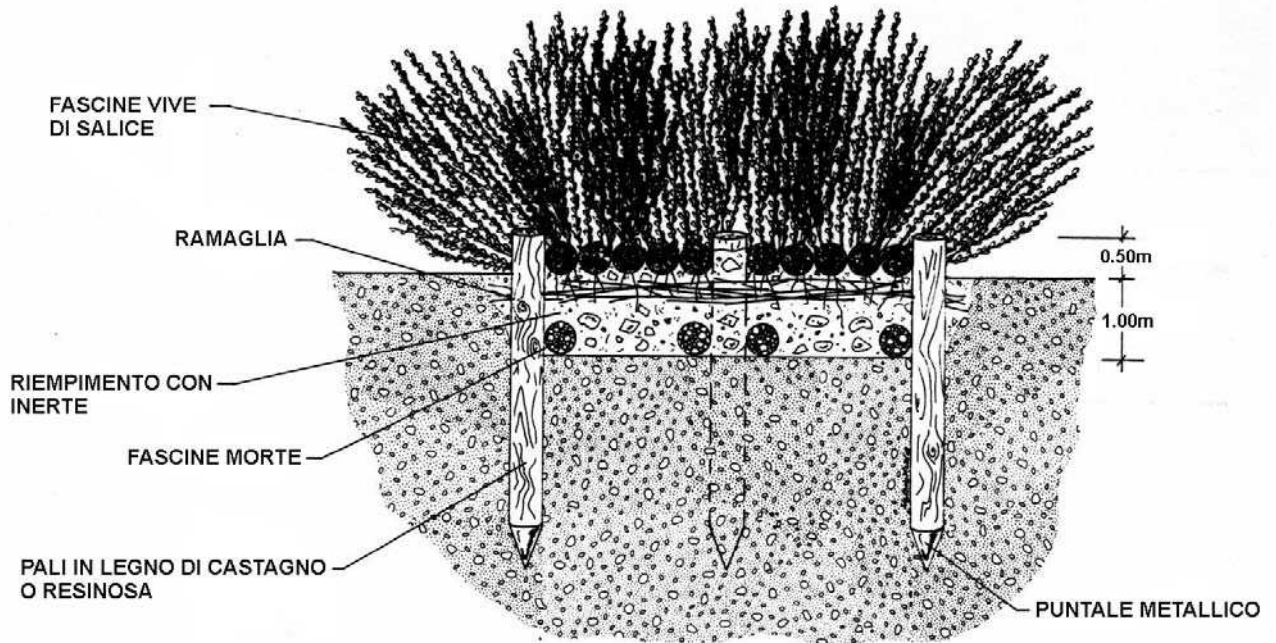


Figura 12 – Pannelli vivi. Sezione trasversale
(immagine estrapolata dal sito http://www.regione.lazio.it/rl_ingegneria_naturalistica)

3.7 - GESTIONE DELLE SPECIE ESOTICHE

In Italia e nella Pianura Padana in particolare, si sono diffuse negli ultimi anni specie esotiche quali la nutria, *Myocastor coypus* e il gambero della Luisiana, *Procambarus clarkii*. Queste specie hanno colonizzato rapidamente tutte le aree coltivate a riso anche a causa dell'assenza di predatori.

Il sovrappopolamento della nutria arreca ingenti danni economici alle coltivazioni agricole di cui questo roditore si nutre. Gli interventi atti a ridurre la presenza della specie ed i danni da essa arrecati sono i seguenti (Cocchi e Riga, 2001):

1) Controllo numerico delle popolazioni:

- Trappolaggio. Si consiglia l'utilizzo di gabbie-trappola in quanto consentono di catturare selettivamente la specie di interesse. Una volta catturato l'animale va soppresso utilizzando metodi in grado di evitare inutili sofferenze. Una tecnica che coniuga bene esigenze di natura etica con quelle operative è la gassificazione con cloroformio direttamente sul luogo di cattura. Per un approfondimento si rimanda al decreto legislativo 1 settembre 1998 n 333 attuativo della direttiva 93/199/CE
- Abbattimento mediante arma da fuoco: le armi utilizzabili sono la carabina di piccolo calibro o fucile con canna ad anima liscia e munizione spezzata. Questo metodo è generalmente meno efficace del primo a causa dell'elusività della specie.

2) Riduzione dei danni dovuti alla costruzione delle tane lungo i canali irrigui:

Inserimento di una georete rinforzata da rete metallica sufficientemente spessa da non essere tranciata dai denti del roditore. Nel caso in cui gli argini del canale siano molto inclinati è possibile intervenire con una bitumatura a freddo o a caldo come strato finale stabilizzante

Lo smaltimento a norma delle carcasse di nutria può seguire due vie: il conferimento ad inceneritori per la termo-distruzione; il conferimento a ditte specializzate nella produzione di sfarinati di origine animale.

Per quanto riguarda il gambero della Louisiana, così come per la nutria, l'ampia diffusione ne rende difficile l'eradicazione, ma è tuttavia possibile intraprendere azioni di controllo della popolazione nei siti di interesse o laddove la specie sia presente in densità troppo elevate. Il controllo permette di mantenere una popolazione sotto i livelli di rischio per l'ambiente, la produttività e la salute dell'uomo. Le tecniche proposte sono le seguenti:

- 1) Trappolaggio intensivo. Prevede la cattura dei gamberi tramite nasse con esca, che possono essere utilizzate in vaste aree e per lunghi periodi. Questo metodo permette un efficace controllo della popolazione con una minima pericolosità per l'habitat.
- 2) *Tecnica SMRT (Sterile Male Release Technique)*. Questa tecnica prevede il rilascio nell'ambiente di maschi sterili. Non necessita di una frequente e costosa attività sul territorio, ma si limita a un'eventuale ripetizione dei rilasci di un adeguato numero di maschi sterili.
- 3) Immissione di predatori indigeni: l'anguilla (*Anguilla anguilla*). L'immissione nei canali dell'anguilla (*Anguilla anguilla*) può contribuire alla riduzione delle popolazioni di gamberi invasivi.

La gestione del gambero della Louisiana dovrebbe prevedere: una tutela delle specie ittiche riducendo la pesca nei periodi di attività del gambero; il mantenimento di un livello idrico che consenta la sopravvivenza dei pesci durante tutto l'anno (*deflusso minimo vitale*); la realizzazione di opere di ripristino ambientale propedeutiche alla reintroduzione di pesci indigeni quali l'anguilla. Per gli uccelli predatori, soprattutto gli ardeidi, è necessario ripristinare gli ambienti idonei alla loro riproduzione per favorirne la permanenza.

4. **BIBLIOGRAFIA**

Bird J.A., Pettygrove G.S. & Eadie J.M., 2000. The impact of waterfowl foraging on the decomposition of rice straw: mutual benefits for rice growers and waterfowl. *Journal of Applied Ecology* 37: 728–741.

Bogliani G., 2008. Habitat risicolo e fauna. In: Angelini R, Ferrero A, Ponti I (Eds.), *Il riso*. Bayer CropScience, Ed. Script, Bologna, pp. 254-269.

Cocchi R. & Riga F., 2001. *Linee guida per il controllo della Nutria (Myocastor coypus)*. Quad. Cons. Natura, 5, Min. Ambiente, Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica. 41 pp.

Elphick C.S. and Oring L.W., 2003. Conservation implications of flooding rice fields on winter waterbird communities. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 94: 17–29.

Fournier E., Loreau M., 2001. Respective roles of recent hedges and forest patch remnants in the maintenance of ground-beetle (Coleoptera: Carabidae) diversity in an agricultural landscape. *Landscape Ecology* 16: 17-32.

Hunt K.A., Hooper M.J., Littrell E.E., 1995. Carbofuran poisoning in herons – diagnosis using cholinesterase reactivation techniques. *Journal of Wildlife Diseases* 31: 186-192.

Lourenço P. and Piersma T., 2009. Waterbird densities in South European rice fields as a function of rice management. *Ibis* 151: 196-199.

Manley S.W., Kaminski R.M., Reinecke K.J. & Gerard P.D., 2005. Agronomic implications of waterfowl management in Mississippi ricefields. *Wildlife Society Bulletin* 33: 981–992.

Schoenly K.G., Cohen J.E., Heong K.L., Arida G.S., Barrion A.T. and Litsinger J.A., 1996. Quantifying the impact of insecticides on food web structure of rice-arthropod populations in a Philippine

farmer's irrigated field: a case study. In: Polis GA, Winemiller K (eds) Food webs: integration of patterns and dynamics. Chapman and Hall, London, pp 343–351.

Settle W.H., Ariawan H., Astuti E.T. and Cahyana W., 1996. Managing tropical rice pests through conservation of generalist enemies and alternative prey. *Ecology* 77:1975–1988.

Sigsgaard L., 2007. Early season natural control of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens*: the contribution and interaction of two spider species and a predatory bug. *Bulletin of Entomological Research*: 97(5): 533-544.

Tourenq C., Sadoul N., Beck N., Mesléard F., Martin J.L., 2003. Effects of cropping practices on the use of rice fields by waterbirds in the Camargue, France. *Agriculture Ecosystem & Environment* 95: 543-549.

Way M.J. and Heong K.L., 1994. The role of biodiversity in the dynamics and management of insect pests of tropical irrigated rice - a review. *Bulletin of Entomological Research* 84:567–587.

Way M.J. and Heong K.L., 2009. Significance of the tropical fire ant *Solenopsis geminata* (hymenoptera: formicidae) as part of the natural enemy complex responsible for successful biological control of many tropical irrigated rice pests. *Bulletin of Entomological Research* 99(5): 503-512.