

Edizioni dell'Assemblea

67



Le fasce tampone come strategia
per la riduzione dell'inquinamento
dei corpi idrici

a cura di Beatrice Pucci

Atti del Convegno
Firenze, 1-2 marzo 2012

Consiglio regionale della Toscana
Edizioni dell'Assemblea

Le fasce tampone come strategia per la riduzione dell'inquinamento dei corpi idrici : atti del convegno, Firenze 1-2 marzo 2012. – Firenze : Consiglio regionale della Toscana, 2012

1. Toscana <Regione>. Consiglio regionale

363.739463

Risorse idriche – Protezione – Impiego di Fasce tampone – Atti di congressi

CIP (Cataloguing in publication) a cura della Biblioteca del Consiglio regionale.

Grafica e impaginazione: Massimo Signorile, Settore Comunicazione istituzionale, editoria e promozione dell'immagine

Stampa: Tipografia Consiglio regionale della Toscana

Prima edizione: novembre 2012

Copyright sulla pubblicazione: Consiglio regionale della Toscana

Via Cavour 2, 50129 Firenze

ISBN 978-88-89365-15-1

Sommario

MARCO MAZZONI <i>Responsabile scientifico del progetto RIPARI, Hydrogea Vision s.r.l.</i>	
Presentazione	9
GIANNI SALVADORI <i>Assessore all'Agricoltura, Regione Toscana</i>	
Saluti	11
Prima giornata LE FASCE TAMPONE COME STRATEGIA PER LA RIDUZIONE DEI CORPI IDRICI	
STEFANIA NUVOLI <i>Regione Toscana</i>	
Strategie del settore agricolo per la tutela delle acque dall'inquinamento da nitrati	15
BRUNA GUMIERO <i>Università di Bologna</i>	
Le Fasce Tampone e il miglioramento qualitativo delle acque	23
ANDREA BUTTURINI <i>Universitat de Barcelona, Ecology Department</i>	
Applicazione delle Fasce Tampone in Europa	39
BEATRICE PUCCI <i>Hydrogea Vision s.r.l.</i>	
Il progetto R.I.P.A.R.I.	49
BRUNO BOZ <i>Università di Padova</i>	
Previsione dell'efficacia depurativa (il modello REMM), applicazione nel sito NICOLAS	59

SANDRO ANGIOLINI <i>Esperto agro ambientale e monitor di progetti europei</i>	
Fasce tampone e la condizionalità	73
GIUSTINO MEZZALIRA <i>Veneto Agricoltura</i>	
Le Fasce tampone e la filiera delle biomasse	81
CHRISTIAN FARIOLI, FERNANDA MORONI <i>Autorità di bacino del fiume Po</i>	
Le fasce tampone vegetate: utilità e prospettive per il territorio del bacino del fiume Po	93
STEFANO RAIMONDI <i>Consorzio di Bonifica Acque Risorgive</i>	
La gestione dei canali con le Fasce Tampone	105
ARONNE RUFFINI <i>Consorzio di Bonifica Emilia Centrale</i>	
Le Fasce Tampone e la riqualificazione ambientale	115
DANIELE GALLI <i>Istituto superiore "Antonio Zanelli"</i>	
Le fasce Tampone e la riqualificazione ambientale	121
Seconda giornata	
IL PROGETTO R.I.P.A.R.I.	
LORIS ROSSETTI <i>Presidente Commissione Agricoltura e Sviluppo Rurale Consiglio regionale della Toscana</i>	
Apertura dei lavori	133
ANDREA ADINOLFI <i>Hydrogea Vision s.r.l.</i>	
Risultati dei monitoraggi della Fascia Tampone	137
FRANCO FRANCINI <i>ETG s.r.l.</i>	
Strumenti innovativi per la misura in continuo di parametri chimico-fisici e meteorologici per l'analisi del comportamento della Fascia Tampone	149

GIUSEPPE MESSANA <i>Istituto per lo Studio degli Ecosistemi, CNR Firenze</i> Biomonitoraggio delle acque sotterranee	161
LUIGI P. D'ACQUI <i>Istituto per lo Studio degli Ecosistemi, CNR Firenze</i> Monitoraggio delle proprietà chimico-fisiche del suolo	173
FEDERICO GASPERINI <i>Hydrogea Vision s.r.l.</i> Attività di disseminazione del progetto RIPARI	179

MARCO MAZZONI

Responsabile scientifico del progetto RIPARI, Hydrogea Vision s.r.l.

Presentazione

Il risanamento ambientale e la tutela delle acque rappresentano ormai un punto centrale delle politiche europee; infatti la Direttiva Europea 2000/60/CE pone al centro dell'attenzione le esigenze di protezione e ripristino degli ecosistemi acquatici allo scopo di garantire, oggi e in futuro, la disponibilità di acqua di qualità per tutti gli usi prioritari. D'altra parte, durante lo scorso secolo, i moderni metodi di produzione agricola, basati sulla meccanizzazione e l'intensificazione dell'impiego di mezzi tecnici (fertilizzanti, acqua, fitofarmaci, etc.) hanno puntato a incrementare le rese per ettaro senza preoccuparsi dell'impoverimento degli habitat e del paesaggio, privilegiando la semplificazione degli ordinamenti colturali.

Da qualche decennio invece è andata maturando la consapevolezza della necessità di ripristinare elementi del paesaggio che avessero anche una forte valenza ecologica e non solo estetica.

Inoltre, i cambiamenti climatici in atto hanno messo ancora più in evidenza la fragilità di un sistema produttivo, sia agricolo che industriale, basato su elevati consumi idrici. L'applicazione di strategie di risparmio della risorsa rappresentano ormai una scelta obbligata per il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità.

Da anni la Regione Toscana è impegnata a divulgare le buone pratiche irrigue, nonché a elaborare norme volte a ridurre e/o contenere l'inquinamento nei corpi idrici sotterranei e superficiali. La realizzazione di fasce tampone rappresenta una delle soluzioni tecniche che favoriscono il raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti nel Piano di Tutela e nella vigente normativa europea per i corpi idrici.

L'eutrofizzazione delle acque superficiali e la compromissione delle acque sotterranee, per la presenza di alte concentrazioni di fosforo e azoto, rappresentano due criticità e priorità a scala di bacino, anche nel rispetto di quanto richiesto dall'Unione Europea per gli Stati membri per la programmazione ambientale ed agricola 2007-2013.

La ricerca effettuata in molti Paesi europei ha confermato che la salvaguar-

dia e l'incremento di aree boscate o filari arborei e arbustivi, interposte fra le sorgenti di inquinamento diffuso e un corpo idrico recettore, risulta essere una delle strategie più efficaci per la riduzione di questi carichi. Infatti le Fasce Tampone, quando intercettano i deflussi delle acque, agiscono come zone filtro fra l'ambiente terrestre e l'ambiente acquatico, trattengono e rimuovendo attivamente nutrienti ed inquinanti.

Le Fasce Tampone, per le proprie peculiarità, possono rappresentare, soprattutto in un territorio semplificato come quello agricolo, luoghi ideali per la riproduzione, il nutrimento e il rifugio di specie animali ormai in sofferenza per l'elevata frammentazione del territorio. Quindi, in altre parole, possono facilitare quei processi che permettono l'incremento di biodiversità.

Per quanto concerne la Politica Agricola Comunitaria (PAC), le azioni strategiche sono piuttosto chiare e decise: la sfida per i prossimi anni è quella di saper cogliere nuove opportunità di mercato e di trovare soluzioni che consentono di intervenire abbinando contemporaneamente le esigenze produttive e di reddito agricolo alle esigenze emergenti rispetto ai grandi temi dei cambiamenti ambientali, della produzione di energia rinnovabili, della gestione sostenibile della risorsa idrica e della tutela della biodiversità e della salute umana.

Per tali motivi abbiamo ritenuto importante attraverso il progetto R.I.P.A.R.I. (Riduzione dell'Impatto delle Pressioni Agricole sulla Risorsa Idrica) finanziato dalla Regione Toscana nel Programma POR CREO FESR 2007-2013 LINEE D'INTERVENTO 1.1 A e 1.1 B fornire un contributo tecnico-scientifico che potesse aggiungere una nuova esperienza sperimentale al panorama europeo e italiano, fornendo elementi utili a supportare scelte di pianificazione per l'applicazione diffusa di Fasce Tampone sul territorio regionale, nonché elementi guida per una corretta comprensione del funzionamento di tali sistemi e quindi per la loro progettazione.

La presente pubblicazione della "Edizione dell'Assemblea" nasce per raccogliere gli atti del convegno che si è tenuto nei giorni 1 e 2 marzo 2012 a Firenze presso la Sala delle Feste di Palazzo Bastogi. In tale data si è svolto l'evento conclusivo del progetto R.I.P.A.R.I. nella forma di un convegno dove sono stati illustrati i risultati perseguiti dal progetto e una rete di analoghe esperienze condotte a livello italiano ed europeo.

GIANNI SALVADORI
Assessore all'Agricoltura, Regione Toscana

Saluti

Più che un intervento conclusivo ai lavori di questa giornata ho preferito portarvi un saluto iniziale, considerato che non avrei potuto seguire la discussione e le riflessioni delle tante persone impegnate in questo convegno, quindi per rispetto e per non apparire presuntuoso ho preferito limitarmi a portarvi il mio saluto e quello di tutta la Giunta regionale; partendo da un elemento di novità interessante che penso debba essere considerato, cioè che stiamo cercando di affrontare le tematiche che riguardano il territorio quindi da un lato le attività che ci vengono svolte, in particolar modo l'agricoltura, con tutti gli intrecci che queste hanno con l'urbanistica, l'ambiente, l'energia, l'utilizzo adeguato delle risorse, partendo appunto da un uso razionale del territorio stesso che vedendo l'agricoltura come un'attività funzionale a questo obiettivo, cioè quello dell'utilizzo razionale del territorio.

Questo presuppone un fatto, cioè riportare l'agricoltura al centro, perché fino ad oggi si è fatto l'opposto, cioè l'agricoltura è stata considerata attività residuale, e magari addirittura si diceva che l'agricoltura "inquina".

Oggi se non ripartiamo dall'agricoltura non avremo più paesaggio, non avremo più tutela ambientale, quindi questa scelta mi sembra una scelta importante ed è la prima cosa che voglio sottolineare per cui questa azione di valutazione complessiva delle questioni che abbiamo di fronte ci può portare veramente ad un salto di qualità degli interventi stessi, perché una cosa è agire sul mondo agricolo spiegando che l'obiettivo è che l'agricoltura viva e l'agricoltore viva con l'agricoltura e per far questo occorre anche una tutela complessiva di quello che sta intorno all'attività e dentro l'attività, una cosa è dire l'opposto, ecco mi sembra cambi completamente visione e ottica del ragionamento.

Sicuramente il tema dell'inquinamento delle acque è un tema importante e sui cui bisogna riporre attenzione, voi avete fatto una sperimentazione in una zona che è particolarmente delicata: quella della Val di Chiana, con la presenza pesante di nitrati, quindi una zona su cui l'attenzione è maggiore rispetto che altrove, e anche per le colture che in Val di Chiana si fanno

che hanno bisogno di tutta una serie di interventi di sostegno che voi conoscete sicuramente meglio di me. Quindi mi risulta che l'attività svolta ha prodotto risultati interessanti da punto di vista di poter costruire le condizioni per ridurre l'impatto delle sostanze utilizzate nei confronti dell'acqua e questo credo sia un risultato cui poter lavorare e potere guardare al futuro estendendo anche esperienze in questo senso; l'acqua è sempre stata ma lo diventa sempre di più un fattore decisivo per i cambiamenti climatici in corso, noi dobbiamo in tutti modi ripensare al territorio non più come territorio veduto ma come territorio vissuto e tale da poter costruire le condizioni perché anche l'acqua che piove e che arriva non si disperda o non generi quei disastri che ha generato, drammaticamente, ma ritorni a ad essere utile, per far questo dunque bisogna anche ripensare a tecniche colturali e modalità alle quali fino ad oggi non si faceva riferimento, non ci pensavano più di tanto, e quindi c'è la necessità, quindi un ripensamento importante su cui ci stiamo addentrando in maniera strutturata ed organizzata.

Concludo facendovi gli auguri di un buon lavoro che sia proficuo per voi ma anche per l'impatto che può avere per il territorio e conseguentemente per il futuro della nostra regione.

Prima giornata

**Le fasce tampone come strategia
per la riduzione dei corpi idrici**

STEFANIA NUVOLI
Regione Toscana

Strategie del settore agricolo per la tutela delle acque dall'inquinamento da nitrati

Nel quadro delle modifiche che l'Health Check della PAC (Reg. n. 73/09/CE del 19/1/2009) ha apportato alla condizionalità la "protezione e la gestione delle risorse idriche" è stata introdotta tra le Buone Condizioni Agronomiche e Ambientali (BCAA) che le aziende agricole devono rispettare, affiancando le altre misure già contemplate per :

1. la protezione del suolo
2. il mantenimento dei livelli di sostanza organica nel suolo
3. il mantenimento della struttura del suolo
4. la conservazione dei terreni e degli habitat

La tutela delle risorse idriche rappresenta dunque assieme alla biodiversità, ai cambiamenti climatici e alle energie rinnovabili una delle nuove sfide ambientali della PAC. In particolare l'applicazione dell'obiettivo 5 delle BCAA a livello nazionale, prevede l'articolazione della norma "Misure per la protezione e la gestione delle acque" in due standard:

5.1 - Rispetto delle procedure di autorizzazione, quando l'utilizzo delle acque a fini irrigui è soggetto ad autorizzazione, in vigore già dal 2010;

5.2 - Introduzione di fasce tampone lungo i corsi d'acqua, vale a dire la protezione dei "corsi d'acqua" dall'inquinamento e dal ruscellamento (run-off), provocati dalle attività agricole, attraverso la creazione di un "buffer" di protezione vegetale che fiancheggi tali corsi, obbligatorio dal 1° gennaio 2012 .

È opportuno sottolineare che l'introduzione di questa nuova norma relativa alla tutela delle acque tra le BCAA, si collega al recepimento nazionale della Direttiva 2000/60/CE attraverso due provvedimenti fondamentali: il D. Lgs. n. 152/2006 ed il Decreto 7 aprile 2006.

La stessa Direttiva prevede tra gli obiettivi la protezione delle acque, la valutazione di tutti gli impatti e delle acque in termini di stato chimico e biologico, il raggiungimento dello stato di qualità "buono" entro il 2015

e l'approccio integrato tra tutti gli strumenti di programmazione, di cui si ricordano i principali riferimenti:

- Piani di gestione dei Siti Natura 2000
- Piani di gestione dei Distretti idrografici
- Piani di Tutela delle Acque (PTA)
- Piani per l'Assetto Idrogeologico (PAI)
- Programmazione a scala territoriale e locale (PTC)
- Programmi di Sviluppo Rurale (PSR).

Si fa presente inoltre che nell'attuale Piano di Sviluppo Rurale 2007-2013 all'Asse 2 – *Miglioramento dell'ambiente e dello spazio rurale* è previsto quale obiettivo generale la “tutela qualitativa e quantitativa delle risorse idriche superficiali e profonde”, articolato in due obiettivi specifici: la promozione del risparmio idrico e la riduzione dell'inquinamento.

Specificatamente a questi obiettivi è riconducibile la Misura 214, articolata in:

- . a 1. Introduzione o mantenimento dell'agricoltura biologica
- a 2. Introduzione o mantenimento dell'agricoltura integrata
- a 3. Conservazione delle risorse paesaggistiche e ambientali

a sua volta diversificata in:

- a. frammentazione dell'uso del suolo e costituzione di corridoi ecologici
- b. sospensione delle produzioni agricole con impossibilità di ricavare qualsiasi tipo di reddito
- c. creazione di fasce tampone inerbite lungo la rete idrografica
- d. colture per l'alimentazione della fauna selvatica.

La Direttiva Nitrati

Anche per la Regione Toscana l'inquinamento delle acque da nitrati rappresenta una delle problematiche ambientali più rilevanti a carico delle risorse idriche, in quanto interferisce con la possibilità di impiego delle acque per gli usi idropotabili.

Per contenere e possibilmente prevenire l'inquinamento delle acque superficiali (fiumi, laghi) e sotterranee (falde) causato dai nitrati di origine agricola è stata emanata in Europa nel 1991 la Direttiva Nitrati (91/676/CEE), che prevede l'introduzione di corrette pratiche di fertilizzazione minerale e organica.

La Direttiva Nitrati prende in considerazione esclusivamente l'inquinamento diffuso derivante dallo spargimento degli effluenti di allevamento e dalla concimazione e individua la necessità di adottare norme tecniche di gestione degli effluenti di allevamento e dei fertilizzanti, per limitare il fenomeno della lisciviazione dell'azoto; si introduce il principio di determinare le quantità di azoto strettamente necessarie alle colture sulla base di un bilancio dell'azoto, confrontando le asportazioni con gli apporti. La Direttiva fissa inoltre un limite per lo spandimento degli effluenti di allevamento, pari a 170 kg di azoto per ettaro. Le regioni italiane della Pianura Padana hanno ottenuto lo scorso anno una deroga a questo limite.

La Direttiva Nitrati prevede per gli stati membri i seguenti adempimenti:

1. Individuazione e perimetrazione delle zone vulnerabili, ovvero delle aree che già presentano acque inquinate (concentrazione di nitrati superiore a 50 mg/l) o che potrebbero diventare tali se non si interviene con adeguati provvedimenti, da compiere sulla base dei risultati del monitoraggio della qualità delle acque sotterranee e superficiali.
2. Applicazione nelle zone vulnerabili dei Programmi d'azione, che fissano le modalità di gestione della fertilizzazione azotata e minerale, per ridurre l'inquinamento provocato da composti azotati provenienti da fonti agricole.
3. Predisposizione ed attuazione di interventi di formazione e di informazione sul Programma di azione per gli agricoltori

Anche l'attuazione della Direttiva Nitrati è stata mediata a livello nazionale attraverso l'elaborazione del Decreto legislativo n. 152/2006 "*Norme di tutela ambientale*" e il Decreto 7 aprile 2006, che disciplina le attività di utilizzo agronomico degli effluenti di allevamento e delle acque reflue, così come definita dall'art. 74 del D.Lgs. 152/06: "La gestione di effluenti di allevamento, acque di vegetazione residue dalla lavorazione delle

olive, acque reflue provenienti da aziende agricole e piccole aziende agro-alimentari, dalla loro produzione fino all'applicazione al terreno ovvero al loro utilizzo irriguo o fertirriguo, finalizzati all'utilizzo delle sostanze nutritive e ammendanti nei medesimi contenute". In particolare il Decreto 7 aprile 2006 ha fortemente condizionato i contenuti tecnici del Programma d'azione approvato in Toscana nel 2006 (DPGR n. 32/R del 13 luglio 2006), come del resto quello di tutte le altre regioni italiane, introducendo l'equazione di bilancio tra gli apporti di azoto e le uscite, sulla base della quale eseguire il calcolo del Piano di Utilizzazione Agronomica (PUA), definendo in maniera molto dettagliata i parametri tecnici da utilizzare per la valutazione dei contenuti in azoto delle deiezioni animali nelle diverse tipologie di allevamento.

Nel 2003 la Regione Toscana ha individuato, sulla base dei risultati del monitoraggio ambientale eseguito sulle acque sotterranee e superficiali, le prime zone vulnerabili (Del Reg n. 170 e n.172/ 2003): l'Area del Lago di Massaciuccoli, a causa dell'alta concentrazione di nutrienti presenti nelle acque del lago e l' Area costiera tra Rosignano Marittimo e Castagneto Carducci, per l'elevato contenuto di azoto delle falde, che rappresentano la quasi esclusiva fonte di approvvigionamento per gli usi idropotabili.

Nel 2007 sono state individuate e perimetrate altre tre zone vulnerabili:

- l'Area costiera tra S.Vincenzo e la Fossa Calda (D.G.R. n.520/07);
- l'Area del Canale Maestro della Chiana (D.G.R. n.521/07);
- l'Area costiera della Laguna di Orbetello e del Lago di Burano (D.G.R. n.522/07).

per le quali è stata resa obbligatoria l'applicazione del Programma di Azione.

Circa i contenuti del Programma di Azione Regionale, l'aspetto di maggiore rilevanza è rappresentato dall'obbligo per tutte le aziende agricole comprese nelle zone vulnerabili di compilare un piano di concimazione per le colture e di adempiere ad alcuni adempimenti (l'obbligo di comunicazione al Comune della produzione e della distribuzione delle deiezioni e l'elaborazione del PUA), diversificati in relazione alle quantità di deiezioni animali prodotte e distribuite, che consentono di garantire la tracciabilità delle deiezioni, dalla stalla al campo.

Parallelamente è stata introdotta in Toscana anche una normativa per

l'Utilizzazione Agronomica nelle zone non vulnerabili (DPGR n. 46/R - 8 settembre 2008 Regolamento di attuazione della L. R. 20/2006 "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento"), che prevede analoghi adempimenti al Programma di Azione Regionale, che si applicano a quantitativi di deiezioni decisamente più elevati rispetto a quelli previsti nelle ZVN.

Per quanto riguarda gli impatti dell'agricoltura sul fenomeno dell'inquinamento da nitrati è opportuno ricordare che l'apporto nelle acque di nitrati derivanti dalla mineralizzazione della sostanza organica prodotta dagli organismi viventi (piante e animali) è un processo del tutto naturale. Tale processo diventa un problema ambientale quando le attività antropiche che si svolgono sul territorio determinano un apporto di nutrienti in maniera concentrata e in misura incontrollata: per quanto riguarda il settore agricolo le principali fonti di azoto sono rappresentate dai fertilizzanti minerali od organici e dalle deiezioni animali, oltre che dai residui vegetali derivanti dalle colture praticate.

Circa la valutazione del carico potenziale di azoto derivante dall'attività zootecnica si rileva che sulla base dei dati del VI Censimento dell'Agricoltura (ISTAT, 2012) negli ultimi dieci anni è ulteriormente diminuita la consistenza degli allevamenti in Toscana (Tabella 1).

N° capi	Anno 2010	Anno 2000
bovini	92.641	103.008
suini	147.771	171.612
ovini	416.656	554.664
caprini	12.296	17.138
equini	15.502	18.589
avicoli	2.481.684	3.463.957
conigli	83.594	537.924

Tabella 1: La consistenza degli allevamenti in Toscana (ISTAT, V e VI Censimento dell'Agricoltura)

La contrazione della consistenza degli allevamenti ha ridotto le quantità globali di azoto derivanti dalle deiezioni animali di circa il 20 %, passando da 10.372 t a 8.475 t: la stima di queste quantità di azoto è stata eseguita moltiplicando il contenuto di azoto per la quantità media di deiezioni prodotte dalla diverse tipologie animali.

Più controversa risulta la valutazione dell'impatto dell'azoto derivante dall'utilizzo dei fertilizzanti. La metodologia più ampiamente utilizzata determina il carico effettivo di azoto sulla base delle statistiche relative alle quantità di concimi acquistati e applica ai quantitativi di fertilizzanti venduti una percentuale (20-25 %) indifferenziata, che non tiene conto né delle colture a cui vengono applicati i concimi, né delle tecniche di distribuzione dei fertilizzanti. Inoltre viene applicato un fattore moltiplicativo (compreso tra 0,8 e 1,5) in funzione della permeabilità, della pendenza del terreno e della piovosità. In tal modo la stima si avvicina più ad una valutazione del carico potenziale rispetto al carico effettivo.

Il dato che invece interessa maggiormente da un punto di vista ambientale per la valutazione degli effetti inquinanti è l'azoto lisciviato, vale a dire l'azoto che viene trasportato al di sotto del livello radicale. Per la sua corretta valutazione andrebbe seguita una stima, almeno per i principali gruppi colturali (es. erbacee primaverili estive, erbacee autunno-vernine, arboree), sulle quantità di azoto che effettivamente lisciviano dal terreno dallo strato di suolo interessato dalle coltivazioni, a partire dai quantitativi complessivamente distribuiti, dalle rese produttive, dalle tecniche di frazionamento adottate e dalle specifiche condizioni climatiche (soprattutto alta o bassa piovosità) in cui si verifica la distribuzione dei fertilizzanti. E' evidente come nelle aree coltivate della nostra regione si verificano condizioni più favorevoli alla lisciviazione in occasione della distribuzione invernale di concimi ad alta solubilità, ad esempio ai cereali autunno-vernini, quando lo sviluppo della coltura è fortemente rallentato ed è elevato il rischio di pioggia. Decisamente più contenuto risulta essere il rischio di inquinamento quando la distribuzione di azoto avviene per fertirrigazione, come ad esempio sulle colture ortive, soprattutto se frazionata nel corso del ciclo di sviluppo delle piante. Dobbiamo infatti debitamente considerare che oltre alla limitazione dei quantitativi di fertilizzante azotato complessivamente apportati, svolgono un ruolo assai determinante ai fini del contenimento della lisciviazione anche le seguenti azioni:

- le modalità di frazionamento della distribuzione di fertilizzante in relazione al ritmo di accrescimento della coltura;
- la natura del terreno di coltivazione e il contenuto di sostanza minerale e di azoto minerale;
- la tipologia di fertilizzante utilizzato (azoto nitrico, ammoniacale, ureico);
- la piovosità dell'ambiente di coltivazione rispetto al momento in cui è stata eseguita la fertilizzazione;
- le modalità di gestione dell'irrigazione
- il mantenimento della copertura vegetale sui terreni coltivati (cover crops).

È quanto emerge anche dall'attività di ricerca svolta attraverso il Progetto RIANPA - "Riduzione dell'Inquinamento delle Acque da Nitrati Provenienti dall'Agricoltura" promosso dalla Regione Toscana e condotto tra il 2007 ed il 2010, che ha eseguito uno studio sulle relazioni tra attività agricola e inquinamento da nitrati e ha prodotto alcuni strumenti tecnici di supporto per la corretta gestione della fertilizzazione azotata, a partire dalla rilevazione delle tecniche colturali impiegate dalle aziende presenti nelle zone vulnerabili ai nitrati. Il monitoraggio condotto in quattro delle ZVN della Toscana ha messo in rilievo come le tecniche di fertilizzazione adottate dalle aziende toscane, anche nell'ambito della stessa area, siano estremamente diversificate e ha individuato gli interventi tecnici da consigliare per ottimizzare la distribuzione dell'azoto, affinché l'attività agricola possa risultare pienamente compatibile con la tutela della qualità delle risorse idriche, in primo luogo attraverso un appropriato dosaggio dei quantitativi di azoto in relazione alle esigenze colturali. Il progetto ha messo a punto infatti un software per l'elaborazione dei piani di concimazione di colture erbacee, orticole e frutticole, in agricoltura convenzionale, agricoltura integrata e nelle zone vulnerabili ai nitrati, che rappresenta un utile strumento di supporto per facilitare l'applicazione del Programma di Azione Regionale nelle zone vulnerabili ai nitrati.

Oltre alle strategie di carattere operativo che riguardano direttamente l'impiego dell'azoto, è opportuno sottolineare come la tutela della qualità acque, soprattutto di quelle sotterranee, è fortemente condizionata an-

che dalla gestione quantitativa delle risorse idriche: lo stress al quale sono sottoposte le falde determina una forte concentrazione degli inquinanti. Interventi per il risparmio idrico, quali l'impiego di strumenti tecnici che razionalizzano gli interventi irrigui e il dimensionamento degli impianti di distribuzione, che possono limitare gli sprechi, consentono indirettamente anche un contenimento dell'inquinamento da nitrati delle acque.

Va inoltre evidenziato come nel panorama agricolo toscano esista la necessità di intensificare gli interventi a favore della valorizzazione delle acque superficiali, attraverso la realizzazione di opere per l'accumulo di acque piovane, onde garantire un sufficiente approvvigionamento idrico in primo luogo per il settore agricolo, attenuando la pressione attualmente esistente a carico delle falde.

Molteplici quindi risultano essere le interrelazioni tra agricoltura e tutela quantitativa e qualitativa delle risorse idriche. In primo luogo l'attività agricola è chiamata ad una revisione delle pratiche di coltivazione in direzione di una gestione più controllata dell'azoto minerale e organico e più in generale ad una maggiore attenzione nei confronti di tutti i fattori che possono influenzare la qualità delle acque. In tal senso nei prossimi anni dovranno essere ulteriormente intensificate le azioni di supporto tecnico e le iniziative di informazione e formazione per veicolare le innovazioni tecniche che possono ottimizzare la gestione dell'azoto e dell'acqua. Allo stesso tempo si rende opportuno un significativo impegno nella diversificazione degli approvvigionamenti, verso una maggiore valorizzazione delle acque superficiali, non soltanto per rispondere a frequenti situazioni di crisi idrica, che si stanno accentuando anche a seguito dei cambiamenti climatici in atto, ma per garantire un maggiore equilibrio nella gestione dei prelievi soprattutto nei confronti delle acque sotterranee.

BRUNA GUMIERO
Università di Bologna

Le Fasce Tampone e il miglioramento qualitativo delle acque

Nonostante siano stati fatti evidenti progressi nel migliorare la qualità delle acque superficiali l'accumulo di nitrati nelle falde ed i fenomeni di eutrofizzazione (Fig.1) delle acque superficiali continuano a destare problemi. Ad esempio uno degli effetti dell'eutrofizzazione è quello di ridurre le capacità degli ecosistemi acquatici di "assorbire" stress esterni, quali il cambiamento climatico.



Figura 1: Esempi di acque eutrofiche in zone fluviali a lento corso

Per tale ragione la riduzione dell'inquinamento diffuso di azoto e fosforo proveniente da diverse attività, in particolare quelle agricole, rimane un obiettivo prioritario della Direttiva acque europea WFD 2000/60 recepita in Italia dal Dlg 152/2006 e successivi aggiornamenti. Trattandosi di un problema "diffuso" sul territorio richiede una risposta di tipo gestionale complessa. Mettere in atto una strategia di riduzione efficace degli inquinanti diffusi richiede prima di tutto di conoscerne i percorsi e le dinamiche.

In estrema sintesi possiamo distinguere due principali comportamenti delle molecole che si muovono assieme alle acque di deflusso del suolo. Il primo è rappresentato dalle molecole solubili che avendo un'elevata affinità con l'acqua, come i nitrati, si spostano assieme ai deflussi di dilavamento del terreno. Per questa ragione i nitrati vengono facilmente lisciviati (leaching)

nelle falde e lì si accumulano, oppure raggiungono la rete di canali superficiali. Dall'altra parte abbiamo molecole che hanno una maggior affinità con le particelle di suolo, come i fosfati e lo ione ammonio che "viaggiano" adsorbiti alle particelle di suolo nel ruscellamento superficiale delle acque oppure si accumulano nel terreno. Anche l'ampia gamma dei fitofarmaci può venire suddivisa a seconda delle caratteristiche delle molecole in quelle che facilmente si sciolgono in acqua e quelle che creano legami chimico-fisici o elettrostatici con le particelle di suolo (adsorbimento).

Le acque che scorrono e dilavano il terreno possono venire suddivise in tre categorie di **deflussi** (Fig. 2):

- a. deflusso superficiale o ruscellamento (runoff);
- b. deflusso ipodermico o subsuperficiale;
- c. acque di percolamento verticale.

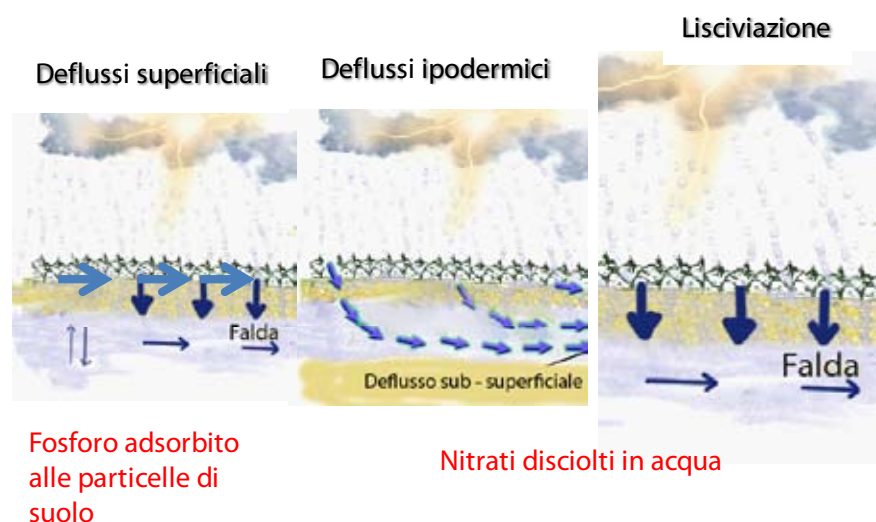


Figura 2: Schema delle tre tipologie di deflusso (B. Boz)

Il deflusso superficiale o ruscellamento è rappresentato dalle acque che scorrono sui versanti vallivi e che si immettono nel sottostante alveo fluviale. I fattori che regolano questo tipo di deflusso sono essenzialmente:

- l'entità delle precipitazioni e la loro durata (dovuto ad esempio a piogge molto intense, che superano per intensità la capacità d'infil-

trazione o permeabilità del suolo, oppure a piogge di minore intensità che cadono su un terreno già saturo d'acqua a causa di piogge precedenti o di flussi sub-superficiali);

- la forma del bacino idrografico (pendenza e scabrosità) e la sua natura litologica (suoli più o meno permeabili);
- la copertura vegetale.

Questi deflussi sono la causa dei fenomeni di erosione più o meno accentuata dei primi strati di suolo trasportando particelle di terreno alla rete idrica. Questi deflussi vengono agevolati oltre che da forti pendenze anche da suolo nudo. Per questo motivo con le nuove politiche agroambientali si cerca di incentivare la copertura dei suoli anche nel periodo invernale.

I deflussi sottosuperficiali o ipodermici sono costituiti dalle acque d'infiltrazione che scorrono a profondità limitata, nella parte più superficiale del suolo. Essi sono favoriti dalla presenza di una fascia d'alterazione superficiale sviluppata e molto permeabile sovrastante ad uno strato impermeabile. Il deflusso ipodermico può raggiungere valori elevatissimi sui versanti debolmente inclinati o sui suoli forestali con abbondante humus.

Le acque superficiali che incontrano un suolo particolarmente sciolto si infiltrano nel sottosuolo (deflusso verticale di percolamento) e vanno ad alimentare la falda, cioè uno strato di saturazione, con gli interstizi tra le particelle di terreno completamente occupati dall'acqua.

Mettendo assieme le caratteristiche delle molecole degli inquinanti diffusi con i deflussi delle acque nel suolo si capisce come i nitrati raggiungano facilmente sia le acque di falda dove nel tempo si accumulano, sia quelle superficiali che a loro volta li trasportano in ecosistemi lentiche come i laghi o le aree costiere dove si accumulano e frequentemente causano assieme al fosforo i fenomeni di eutrofizzazione. D'altro canto il fosforo adsorbito alle particelle di suolo se da un lato raggiunge facilmente le acque superficiali mediante i fenomeni di ruscellamento difficilmente verrà trasportato in falda.

La funzione tampone degli ecotoni ripari

Quando si parla di ecotono ripario si intende una zona di transizione tra l'ambiente terrestre e quello acquatico, sono aree di territorio strette ed allungate che si estendono lungo i corsi idrici siano essi dei piccoli torrenti

o dei fiumi di grandi dimensioni. Gli ecotoni ripari si diversificano dalle aree terrestri adiacenti per le loro particolari caratteristiche dovute alla vicinanza con l'ambiente acquatico. In condizioni non disturbate, all'interno degli ecotoni si può osservare un continuum di diverse comunità vegetali formate da specie adatte a sommersioni degli apparati radicali secondo gradienti di frequenza e durata che dipendono dalla distanza dal corso idrico. Questi sistemi sono infatti influenzati con intensità diverse dalla frequenza e consistenza delle piene e dai fenomeni di erosione e sedimentazione (Fig. 3). L'interazione di questi processi determina una notevole eterogeneità idro-geomorfologica all'interno dell'ecotono stesso, la cui struttura risulta correlata all'intensità e alla frequenza dei fenomeni fluviali. A sua volta l'elevata diversità idro-geomorfologica (struttura a mosaico) è in grado di sostenere un'elevata biodiversità sia vegetale che animale. Infine, queste aree sono caratterizzate da un'elevata produttività della comunità vegetale dovuta all'elevato grado di umidità dei terreni, ai suoli profondi, alla consistente disponibilità di nutrienti e alla sua forma stretta ed allungata che riduce la competitività intra-ed inter specifica per i fattori limitanti.

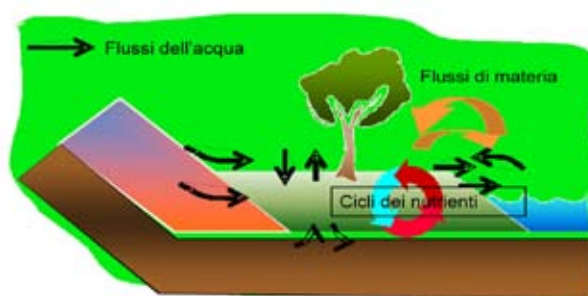


Figura 3: Schema generico di un ecotono ripario

Questi sistemi di interfaccia non sono solo un'area di passaggio delle acque dal territorio alla rete idrica ma al loro interno le molecole trasportate dai deflussi vengono intrappolate, trasformate e rimosse temporaneamente e/o definitivamente. Tuttavia è importante rammentare che gli ecotoni ripari non sempre hanno modo di esplicitare la loro funzione tampone nei confronti dell'inquinamento diffuso. Gli ecotoni ripari possono agire da fasce tampone se e solo se c'è una connessione idrologica tra il territorio agricolo ed il corso idrico e quindi se sono in grado di intercettare gli inquinanti

prima che essi abbiano raggiunto i corpi idrici. Nei casi in cui il corso idrico è arginato oppure dove è presente un drenaggio tubulare che trasporta direttamente le acque, in uscita dal campo agricolo, all'interno del canale, o più in generale se le acque che defluiscono dal territorio passano oltre l'ecotono ripario, la funzione tampone viene meno. Come conseguenza non si può fare riferimento a quanto si vede sopra il piano campagna (vegetazione erbacea, arborea o arbustiva) ma è necessario conoscere l'idrologia dello strato interessato dalle radici della vegetazione (rizosfera).

Le fasce tampone possono essere dirette o indirette in relazione al fatto che siano in grado di intercettare gli inquinanti rispettivamente prima o dopo che essi abbiano raggiunto i corpi idrici. L'azione diretta di intercettazione dei deflussi superficiali e ipodermici diretti al corpo idrico riguarda principalmente il reticolo idrografico minore. La diffusione capillare del reticolo minore nel territorio permette di avere enormi superfici di interfaccia tra il sistema terrestre e quello acquatico e conferisce alle fasce tampone dirette un ruolo essenziale nella regolazione e nel trasferimento della materia sia organica che inorganica dal bacino di drenaggio al corpo idrico ricevente.

I flussi di energia e di materia lungo i grandi fiumi sono invece principalmente orientati dal fiume alla piana alluvionale che funge così da area tampone indiretta. In questo caso i trasferimenti di energia e di materia sono largamente influenzati da durata, frequenza e grandezza degli eventi di piena che favoriscono l'interazione con la piana alluvionale e permettono il verificarsi di fenomeni di deposizione dei sedimenti e di trasformazione di sostanze inquinanti trasportate dal corso d'acqua.

L'azione diretta ed indiretta delle fasce tampone naturali, può essere riprodotta in ambienti controllati mediante sistemi forestali per la produzione di biomassa a corta rotazione (short rotation 3-5 anni). In Svezia ad esempio per rimuovere l'azoto ed il fosforo contenute negli effluenti provenienti da un sistema di trattamento secondario è stata utilizzata un'area di 12 ettari ricoperta a Salice. In Nuova Zelanda, l'utilizzo di impianti a rapida rotazione di *Eucalyptus* per il trattamento di reflui di varia natura è in costante aumento. Esempi di fasce tampone controllate e gestite dall'uomo incominciano a proliferare anche in Italia ed in particolare nel Veneto (vedi sito Nicolas).

Vediamo ora cosa succede ai nostri inquinanti all'interno di una fascia tampone.

La vegetazione riparia ha un ruolo sia diretto che indiretto ma sicuramente non è la sola protagonista della funzione tampone, anzi è nella componente batterica del suolo che dobbiamo prestare la massima attenzione. Una fascia tampone se ben articolata con vegetazione diversificata (erbacea, arbustiva ed arborea) può essere un'efficiente trappola, per i sedimenti e le molecole che si muovono adsorbite ad essi quali ad esempio **il fosforo**. Una fascia tampone adeguata infatti è in grado di trattener i sedimenti per tempi più o meno lunghi durante i quali le molecole inquinanti possono essere degradate da processi biologici (ad es. ad opera di microrganismi del suolo), o chimico-fisici mediante luce, temperatura o raggi UV. L'effetto tampone esercitato dalle fasce tampone vegetate sul fosforo particellato (PP) dipende soprattutto dalle condizioni ambientali, infatti l'anione fosfato può essere adsorbito o liberato secondo un preciso equilibrio diverso per i diversi sistemi suolo-soluzione. I suoli minerali spesso trattengono quantità crescenti di fosforo in eccesso, per cui si assiste ad una lenta ma progressiva saturazione degli orizzonti superficiali del terreno, che può portare in un secondo momento ad elevate concentrazioni di fosforo disciolto (DP) nelle acque di ruscellamento. Inoltre, l'assorbimento radicale garantisce un'azione di utilizzo dei nutrienti durante la maggior parte dell'anno ma nel periodo di riposo vegetativo diversi autori hanno osservato un incremento della concentrazione di fosforo disciolto nelle acque ipodermiche. Per questi motivi il range di rimozione del fosforo risulta estremamente variabile (da 20 a 90%). Nella ritenzione del PP svolgono un ruolo importante anche le aree paludose e gli stagni collocati negli ultimi tratti del fiume. Per aumentare l'efficienza tampone in particolare rispetto ai deflussi superficiali è possibile, se c'è sufficiente disponibilità di territorio, creare una scolina di carico che rallenta i deflussi e trattiene i sedimenti (Fig. 3).

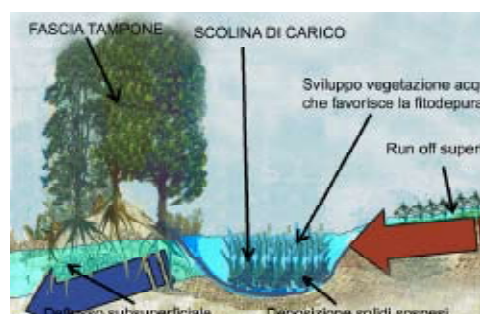
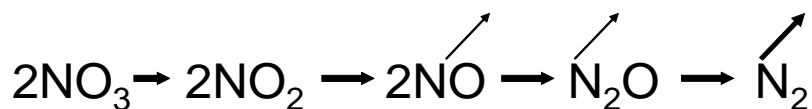


Figura 3: Esempio di fascia tampone con scolina di carico

I **nitrati** nel suolo possono intraprendere quattro vie: l'assimilazione da parte delle piante in cui i nitrati entrano nel ciclo breve dell'azoto (organizzazione dell'azoto da parte delle piante e successiva mineralizzazione senza "passare" per l'atmosfera), l'assimilazione da parte dei batteri, in entrambi i casi abbiamo una sottrazione temporanea dell'azoto dalle acque di deflusso, la denitrificazione è il solo processo in grado di rimuovere in maniera definitiva dal suolo i nitrati, tutto quello che rimane viene lisciviato in falda o nelle acque superficiali. Quindi più riusciamo ad agire sui processi di assimilazione e ancor più sulla denitrificazione più il nostro sistema tampone sarà efficace.

L'unico processo che consente una rimozione definitiva dell'azoto nel terreno è la denitrificazione, cioè un processo di riduzione biologica operato da batteri anaerobi facoltativi (batteri denitrificanti), che in condizioni di anaerobiosi (mancanza di ossigeno) utilizzano il nitrato per la respirazione invece dell'ossigeno. Nelle diverse fasi di questo processo il nitrato (+5) è ridotto a nitrito che a sua volta è ridotto ad azoto molecolare che viene liberato in atmosfera principalmente come N_2 .



La denitrificazione è strettamente correlata alla pedologia, all'idrologia ed alla vegetazione del luogo, in quanto tali fattori condizionano alcune caratteristiche chimico-fisiche del terreno come: la disponibilità di nitrati e di carbonio organico, l'assenza di ossigeno (condizioni di anaerobiosi), la temperatura ed il pH. La disponibilità di carbonio organico è legata ai processi di decomposizione della lettiera e agli essudati radicali, per questo motivo la vegetazione pur non partecipando in maniera attiva al processo ha il ruolo fondamentale di procurare il cibo ai batteri denitrificanti. Nonostante la riduzione di nitrati in azoto atmosferico avvenga in ambiente anaerobico, una certa disponibilità di ossigeno è necessaria affinché la sostanza organica possa decomporsi più velocemente e vengano favoriti i processi di nitrificazione rendendo disponibile l'azoto nella forma ossidata (azoto nitrico). La condizione ottimale è quindi rappresentata dalla compresenza di zone areate e di zone sature così come assicurato facilmente nei terreni ripari interessati da continue fluttuazione della falda. Un ec-

cessivo abbassamento del livello di falda può portare ad un annullamento della funzione tampone. Maggiore è la disponibilità di carbonio organico, maggiore è l'efficacia della denitrificazione. In relazione alla distribuzione del carbonio, i livelli massimi di denitrificazione si hanno generalmente in prossimità degli strati superficiali del suolo dove la quantità di sostanza organica è più elevata. Una fascia tampone arborea matura potenzialmente è più efficace di una erbacea nella riduzione dei nitrati perché negli strati più profondi della rizosfera l'apporto di sostanza organica è garantito dagli apparati radicali attraverso gli essudati ed i tessuti in decomposizione, sia indirettamente attraverso le masse microbiche ospitate nella rizosfera.

Durante l'autunno e l'inverno l'umidità del suolo e le piante in stasi vegetativa rendono ottimali le condizioni per la denitrificazione. In primavera ed estate, invece, le piante assimilano la maggior parte dei nitrati disponibili.

Grazie al processo di denitrificazione il range di rimozione dei nitrati è molto meno variabile e mediamente più elevato (65-95%) di quello del fosforo. Nonostante ciò va segnalato un aspetto non trascurabile e cioè il rischio di una maggior emissione di ossidi di azoto in atmosfera considerati gas serra circa 290 volte più pericolosi della CO₂. Gli ossidi di azoto volatili si formano quando non ci sono le condizioni ottimali perché avvenga un processo di denitrificazione completo. In particolare, l'aumento di ossidi di azoto in atmosfera è direttamente correlato con la riduzione di carbonio organico disponibile di cui si alimentano i batteri denitrificanti.

Pianificazione territoriale

Perché le fasce tampone possano svolgere la funzione di depuratore naturale nei confronti dell'inquinamento diffuso devono essere sufficientemente diffuse e ben distribuite sul territorio. Si rende necessario quindi individuare una strategia di gestione/pianificazione razionale del territorio al fine di individuare l'idoneità dei sistemi tampone a seconda degli obiettivi e quindi definire la priorità degli interventi da effettuare sul territorio.

Per poter quantificare i deflussi delle acque nei terreni, è necessario far ricorso all'utilizzo di modelli di bilancio idrologico che considerano tutti gli apporti idrici e le perdite di umidità che si verificano a livello del terreno, basandosi sulle caratteristiche pedologiche (caratteristiche dei suoli, macroporosità e crepacciature, pendenza e soggiacenza e risalita capillare

della falda ipodermica), agronomiche (irrigazione, sistemazione e lavorazione dei terreni) e sui dati meteorologici (precipitazioni, intensità eventi piovosi, evapotraspirazione). A seconda della necessità di intercettare i deflussi superficiali o quelli ipodermici (sub-superficiali) la classe d'idoneità idrologica verrà calcolata in modo differente.

Nel caso in cui si voglia programmare azioni finalizzate a ridurre l'apporto di azoto, in particolare nitrati, o altre molecole solubili, alle acque superficiali, l'idoneità verrà definita prevalentemente in base alla capacità di intercettare i deflussi sub-superficiali. Si stabiliscono quindi delle classi di velocità (da lento a rapido) e di frequenza (da "presenza per lunghi periodi nel corso dell'anno" ad "assenza di deflussi sub-superficiali."), che verranno integrate al fine di ottenere la classe di idoneità idrologica.

L'individuazione delle fasce tampone idrologicamente idonee al controllo degli inquinanti veicolati tramite ruscellamento superficiale quali i fosfati, o altre molecole che tendono ad adsorbirsi alle particelle di suolo, viene focalizzata sulla pendenza e permeabilità dei suoli privilegiando quelli meno permeabili. La carta di idoneità finale si ottiene escludendo siti non idonei per motivi geografici come ad esempio le aree urbanizzate, quelle già forestate, i corpi idrici etc.

Nel caso dell'azoto diffuso si può arrivare ad un dettaglio maggiore di idoneità utilizzando carte tematiche, che rappresentano i fattori limitanti il processo di denitrificazione come: contenuto di sostanza organica, pH e temperatura dei suoli; mediante la metodologia dell'"overlay mapping" ovvero della sovrapposizione di mappe tematiche. Questa ulteriore elaborazione permette di individuare all'interno di aree con un determinato grado di idoneità, delle zone in cui è ritenuto più opportuno realizzare prioritariamente gli impianti di FT per avere una resa, in termini di abbattimento, maggiore fin dai primi tempi della messa a dimora, ma la classe di idoneità assoluta resta comunque invariata.

Infine, vengono sovrapposte ma non aggregate le informazioni relative ai carichi con quelle precedentemente considerate, allo scopo di ottenere informazioni aggiuntive da utilizzare prevalentemente a fini programmatici e gestionali.

Quando non si ha a disposizione un modello idrologico a scala di bacino si può procedere a definire le classi di idoneità ricorrendo ad un'analisi

si incrociata delle due informazioni di tipo pedologico che influenzano maggiormente l'andamento dei deflussi. Nel caso di quelli sub-superficiali la permeabilità e la soggiacenza della falda. A questo semplice incrocio (overlay mapping) di dati possono venire inseriti, se disponibili, fattori di correzione relativi alla pendenza, ai dati meteorologici e agli aspetti agronomici. Nel caso di deflussi superficiali i parametri che influiscono maggiormente sono il grado di impermeabilità e la pendenza. In questo caso l'idoneità massima viene associata ad una permeabilità più bassa possibile. La pendenza entro certi limiti è direttamente correlata all'idoneità. Si deve sempre tener conto che gli interventi più efficaci per ridurre l'inquinamento diffuso sono quelli che vengono realizzati il più vicino possibile alla sorgente dei carichi.

La progettazione di fasce tampone boscate da collocare lungo canali, capofossi e scoline deve inoltre considerare con attenzione i diversi aspetti di natura forestale, ecologica, agronomica, normativa e sociale, con particolare attenzione a:

- contesto legislativo;
- contesto naturalistico e paesaggistico;
- caratteristiche dell'area di progetto in relazione agli obiettivi depurativi;
- funzioni accessorie assegnate alla fascia boscata (oltre alla finalità depurativa);
- caratteristiche ed esigenze tecnico-produttive delle aziende agricole;
- finalità ed esigenze di gestione dei canali.

Tale metodologia va comunque intesa come uno strumento adatto ad una analisi territoriale ad ampia scala a supporto di azioni pianificatorie, ma non a livello di progettazione e realizzazione di fasce tampone che invece richiedono un'analisi di estremo dettaglio ad una scala dell'ordine di 1:100 1:1000. A questo scopo può essere utile utilizzare un modello specifico come ad esempio il modello REMM.

Il sito sperimentale “NICOLAS”: analisi pluriennale dell’efficacia e dei processi di rimozione dell’azoto in un’area tampone boscata ad alimentazione inversa

Il sito sperimentale “Nicolas”, è stato realizzato all’interno dell’Azienda Pilota e Dimostrativa “Diana” di Veneto Agricoltura, nell’ambito del progetto promosso e attuato dal Consorzio di Bonifica Acque Risorgive “Interventi di riqualificazione ambientale lungo il basso corso del Fiume Zero per il controllo e la riduzione dei nutrienti sversati nella Laguna di Venezia” finanziato dalla Regione.

Il sito sperimentale è collocato all’interno di un’area tampone arborea di 30 ha, realizzata in terreni a precedente uso agricolo a seminativo, lungo l’argine sinistro del basso corso del fiume Zero in località Bonisiolo di Mogliano Veneto (TV). In quest’area sono stati realizzati sistemi tampone forestali, in appezzamenti equivalenti (0,35 ha ciascuno) e strutturalmente identici. Ciascun appezzamento viene irrigato attraverso un sistema di scoline con acqua prelevata, attraverso un impianto di sollevamento, dal limitrofo fiume Zero. Gli impianti arborei presenti nei diversi appezzamenti sono nettamente distinguibili in base alla loro funzione: prevalgono gli impianti naturalistici, come quello realizzato nel sito sperimentale, ma sono presenti anche impianti produttivi, sia per la produzione di legna da opera, sia per la produzione di biomasse legnose.

L’area utilizzata per la sperimentazione occupa complessivamente circa 0,7 ha (227 m di lunghezza e 30 m di larghezza) ed è composta da due appezzamenti strutturalmente identici e divisi dalla presenza di una scolina di drenaggio. Due scoline adacquatrici, veicolano l’acqua prelevata dal fiume Zero ai 2 appezzamenti; la baulatura imposta ai terreni permette di avere una differenza di quota tra i solchi adacquatori e le scoline di drenaggio (pendenza media del 4-5%), favorendo così l’instaurarsi di un deflusso ipodermico posto ad una profondità compresa fra i 40 e gli 80-90 cm dal piano campagna e poggiante sul sottostante strato impermeabile (presente fra gli 80-90 e i 160-180 cm dal p.c.). In ciascun appezzamento sono state poste a dimora, in quattro file parallele circa 1000 piantine forestali, sia di specie arboree che arbustive (Fig. 5).

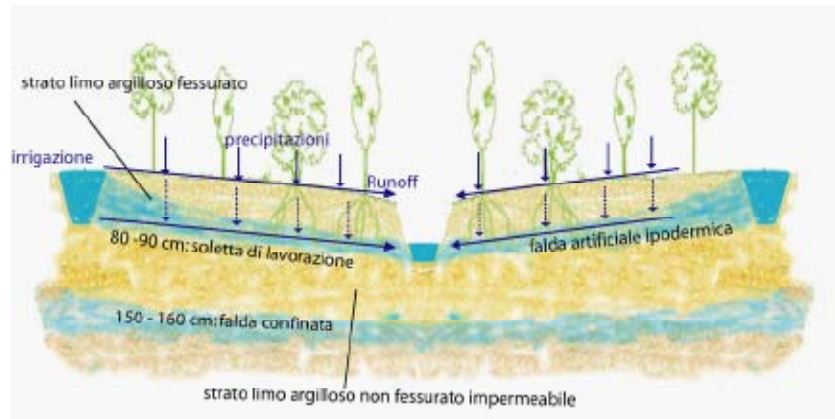


Figura 5. Sezione trasversale del sito sperimentale.

Il piano sperimentale, realizzato in accordo con le indicazioni fornite dal progetto europeo NICOLAS (Burt et al. 2002) è risultato funzionale a monitorare gli effetti dell'area filtro forestale nella rimozione di azoto dalle acque in essa veicolate e a comprendere i principali processi biogeochimici che determinano tali trasformazioni. In particolare, sono state realizzate accurate analisi idrologiche (stima della profondità della falda, misura dei tempi di ritenzione, bilancio idrico), l'analisi della qualità chimico-fisica dei suoli e delle acque prelevate dalle scoline e dai piezometri con determinazione di diversi composti dell'azoto, cloro, solfato, orto fosfato e carbonio disciolto, la misura delle variazioni di alcuni processi significativi per il ciclo dell'azoto (denitrificazione, nitrificazione, mineralizzazione, *uptake* vegetazionale e accumulo nella biomassa microbica) ed infine uno studio delle popolazioni microbiche dei suoli e delle acque.

Le attività si sono concentrate in due fasi triennali di raccolta dati: dal 1999 al 2002, con il sistema di neo-formazione e dal 2007 al 2010 con il sistema già in fase matura. Durante le fasi di monitoraggio due aspetti rendono i risultati di questa esperienza particolarmente meritevole di attenzione:

1. la possibilità di studiare lo stesso sistema tampone arboreo per un periodo a lungo termine (10 anni), a partire dalla sua conversione da zona agricola ad oggi, e seguirne il suo sviluppo durante le diverse fasi di maturazione;
2. la particolare struttura del sistema basato sull'integrazione di opere

idrauliche (scoline, sistema di pompaggio) all'interno di un sistema naturale (il bosco); questa integrazione ha permesso un controllo diretto su alcuni parametri, come l'afflusso e il deflusso dell'acqua, che in sistemi naturali ripariali non possono generalmente essere gestiti e misurati con precisione.

Il principale risultato atteso da questo studio era quello di verificare la possibilità di ridurre il livello di azoto che affinisce al sistema lagunare facendo defluire sub-superficialmente una parte delle acque di un corso d'acqua superficiale attraverso il suolo di un sistema forestato; è stato osservato che:

- una fascia tampone larga 15 metri è in grado di rimuovere l'eccesso di azoto proveniente dalle acque superficiali con concentrazioni medie inferiori ai 5mg/l di Ntot e pompate in continuo nel sistema; con questi input, risultati ugualmente positivi (stesse percentuali di abbattimento) sono stati osservati anche in una fascia tampone più stretta, di soli 5 metri;
- dal primo al terzo anno (2000-2002) della conversione dell'area da campo coltivato a bosco, si è registrato un significativo incremento della capacità di ritenzione dei nitrati, con percentuali di abbattimento che passano da circa il 40% all'85%;
- in generale, fin dal secondo anno i dati di bilancio sulle diverse forme azotate nelle acque che attraversano il suolo dell'area tampone, prevalentemente per via sub-superficiale, hanno evidenziato significativi tassi annuali di rimozione dell'azoto: 55-64% di Ntot e 80-85% di N-NO₃, che corrispondono ad una rimozione di 74-84 Kg Ntot ha⁻¹ anno⁻¹ ed a circa 73 Kg N-NO₃ ha⁻¹ anno⁻¹ rispettivamente;
- per l'azoto organico le concentrazioni in uscita nei primi tre anni sono sempre risultate superiori rispetto a quelle in entrata, ma con una progressiva riduzione dei rilasci passando dal primo al terzo anno. Alla luce di questo andamento la rimozione dell'azoto totale disciolto è passata da 23% nel primo anno a valori di 64 e 63% nel secondo e terzo anno rispettivamente;
- a otto anni dall'impianto (2007 – 2008) le percentuali di ritenzione si sono confermate in linea con quelle degli anni precedenti (60%

per Ntot), nonostante la quantità assoluta di azoto immesso sia aumentata a seguito dell'incremento dei volumi di irrigazione. La principale differenza ha riguardato l'azoto organico che non è stato più rilasciato in quantità superiori a quelle immesse ma è stato ritenuto e trasformato dal sistema;

- nel 2009, nonostante siano stati indotti artificialmente dei picchi stagionali (di durata settimanale) di N-NO₃ con concentrazioni 10 volte superiori (25-30 mg/l N-NO₃) alle concentrazioni medie delle acque di irrigazione, e che hanno portato ad un incremento complessivo dell'input di Ntot da circa 150 a circa 300 Kg ha⁻¹ anno⁻¹, le percentuali di rimozione si sono confermate in linea con quelle registrate negli anni precedenti, con un significativo incremento in termini di Kg di Ntot rimossi.

Un altro importante obiettivo perseguito nella terza fase del monitoraggio è stato quello di investigare il ruolo della comunità batterica del suolo, ed in particolare quello dei batteri denitrificanti, nel processo di rimozione dell'azoto e la sua relazione con i principali fattori limitanti quali l'idrologia, i suoli, il clima, la vegetazione e la disponibilità di nutrienti.

I risultati ottenuti dimostrano che:

- in suoli a tessitura fine (limo argillosa), come quelli presenti nel sito sperimentale, i ratei di denitrificazione più elevati sono stati misurati nell'interfaccia tra la zona satura e quella insatura, dove si alternano sia spazialmente che temporalmente processi aerobici (nitrificazione) e anaerobici, come la denitrificazione;
- la denitrificazione potenziale è fortemente influenzata dalla stagionalità, dalla profondità dei suoli e dall'uso del suolo e sua gestione (zona agricola o bosco): le stagioni più calde hanno in genere ratei di denitrificazione potenziale più elevati; la potenzialità a svolgere il processo di denitrificazione si riduce drasticamente negli orizzonti di suolo più profondi a causa della diversa distribuzione delle popolazioni batteriche che si concentrano negli strati più superficiali. Dal confronto del solo strato superficiale, il suolo forestato mostra un rateo di denitrificazione potenziale maggiore di quello di un suolo

agricolo.

- in generale la disponibilità di carbonio organico risulta il fattore maggiormente limitante per la denitrificazione; nel corso della sperimentazione nello strato superficiale (0-15 cm) è stato riscontrato un aumento del contenuto di carbonio dovuto alla componente vegetale sia erbacea che arborea mentre nessuna variazione significativa è stata riscontrata negli strati sottostanti (40-95 cm).

Va infine evidenziato che i dati sperimentali sono stati utilizzati per tarare e validare il modello REMM Riparian Ecosystem Management Model (Lowrance, 2000), sviluppato da USDA-ARS per simulare i processi fisici, chimici e biologici che si verificano in una fascia riparia.

Altre funzioni delle Fasce Tampone

Confermata la notevole capacità delle fasce tampone nel rimuovere i nutrienti diffusi, in particolare l'azoto, non va dimenticato che questi sistemi sono in grado di svolgere molte altre funzioni utili non solo di tipo ambientale come l'incremento della biodiversità quando vengono inseriti all'interno delle reti ecologiche in cui hanno un'importante ruolo di corridoi ecologici, ma anche importanti funzioni di tipo socio-economico quali ad esempio consolidamento delle sponde, laminazione delle piene, produzione di biomassa, azione frangivento, funzione mellifera, attività ricreative e didattiche.

Di conseguenza è sempre importante individuare una strategia multi-obiettivo che valuti questi sistemi nell'insieme delle loro potenzialità al fine di ottenere una gestione del nostro territorio più efficiente e sostenibile.

ANDREA BUTTURINI

Universitat de Barcelona, Ecology Department

Applicazione delle Fasce Tampone in Europa

In questo intervento descriverò in forma riassuntiva i risultati di un progetto Europeo iniziato nel 1998-99 e che, vista la prospettiva storica, è stato pioniero in Europa sul tema delle fasce tampone. Il progetto NICOLAS si è centrato soprattutto sullo studio delle zone ripariali nella loro capacità di trattenere, di attenuare o di ridurre la concentrazione di inquinanti, principalmente nitrati, nelle acque freatiche, prima che per deflusso siano convogliate nei corpi idrici superficiali. Attualmente questo è un tema di cui in Italia si parla moltissimo, ma quando il progetto è iniziato ancora era un argomento poco seguito. Francia e Inghilterra hanno creato gruppi di lavoro sull'argomento circa 20 anni fa. Personalmente ho collaborato con il Prof. Sergi Sabater e altri cattedratici di altri *team* all'interno di questo progetto Europeo. Un sito pilota all'interno del progetto NICOLAS è stato realizzato in Spagna e sarà descritto successivamente riassumendo con alcuni grafici i risultati più rilevanti; le pubblicazioni scientifiche nate da queste sperimentazioni sono nate all'inizio del 2000, 2002, 2003, 2004 e 2005. Sembra che il reale impatto sull'inquinamento diffuso si inizi ad osservare adesso dopo sei, sette, otto, dieci anni, cosa abbastanza naturale nell'ambiente scientifico, i risultati infatti non si scoprono nel brevissimo termine, debitamente al recepimento dell'intorno socio-economico della ricerca attuata nel mondo accademico.

Nel periodo di tempo intercorso tra le pubblicazioni dei risultati ed oggi sono stati eseguiti nuovi esperimenti. I risultati che presenterò qui sono conclusioni che si basano su questi risultati anche se la ricerca sta progredendo in questa direzione, dando a sua volta origine ad altri progetti, come probabilmente RIPARI.

Parlerò in questo intervento dell'esperienza specifica spagnola in cui abbiamo sviluppato la nostra ricerca all'interno del progetto NICOLAS, cominciando a lavorare su un bacino idrografico e creando un *background* scientifico sviluppato negli anni sulla stessa area di sperimentazione. I lavori proseguono da più di 10 anni in forma intensiva con risultati interessanti.



Fig. 1. Location of the NICOLAS study sites.

Figura 1: Ubicazione dei sistemi pilota del progetto NICOLAS.

Gli obiettivi del progetto NICOLAS sono la ricerca sulle zone ripariali, sull'attività agricola, la contaminazione freatica principalmente da nitrati. Siccome fino ad allora i lavori erano soprattutto concentrati in bacini idrografici francesi, olandesi e inglesi, chiaramente c'era l'idea di ampliare le conoscenze in altre regioni con differenti clima e problematiche. Il progetto quindi incluse otto gruppi di ricerca di diversi Paesi, tra i quali due caratteristici dell'ambiente mediterraneo, cioè noi e il gruppo della Dottoressa Bruna Gumiero che entrò un anno più tardi, infine un gruppo polacco, uno rumeno, inglese, olandese, francese e svizzero.

Non mi dilungherò sulla definizione di zona ripariale però il concetto importante di zona di interfaccia è fondamentale: è una zona di incontro e di conflitto tra due masse d'acqua che interagiscono e si mischiano, cioè quella del freatico e quella del corpo idrico superficiale, a volte predomina la prima e allora il freatico alimenta il fiume e altre volte al contrario è il fiume che alimenta il freatico. Perciò l'ecotono si caratterizza per specifiche ecologiche, vegetative e zoologiche differenti dal suo intorno. Questa particolare zona è ricchissima in biodiversità con specie arboree, avifauna e anfibi caratteristici. In questo intervento sottolineerò soprattutto l'aspetto biogeochimico.

Gli obiettivi del progetto erano comprendere quali fossero le condizioni più appropriate perché queste fasce vegetative di interfaccia fossero effettivamente delle fasce tampone, e se queste condizioni esistano e si ripetano

in differenti aree geografiche indipendentemente dalle caratteristiche litologiche, idrologiche, climatiche, ecc.

La caratteristica comune a tutti i paesi partecipanti al progetto NICOLAS, essendo un lavoro di ricerca pionieristico, è stata la scelta di corpi idrici superficiali di dimensioni ridotte e caratterizzati da piccole portate. In generale si tratta di siti molto differenti tra di loro e anche con una storia differente: in alcuni casi drenano campi agricoli, altri campi agricoli abbandonati ma con attività zootecnica. La differenza più importante su cui ci concentrammo all'inizio è stato il tipo di vegetazione presente nella zona ripariale. La ricerca ha diviso perciò le zone di studio in due grandi gruppi: una con bosco ripariale, principalmente con masse forestali, quindi alberi, e un altro con masse erbacee, considerando perciò non solo la biomassa ma anche altri effetti come la stabilità del letto del fiume, l'ombreggiamento ecc., come esposto nell'intervento della Dottoressa Gumiero.

Il sito pilota del gruppo di studio spagnolo è stato dimensionato su un'area 20x50 m². In tutte le fasce tampone nel progetto NICOLAS è stata realizzata una maglia di pozzi piezometrici ad una profondità variabile tra pochi centimetri fino 7-8 m, come nel nostro caso. La scelta chiaramente dipende dalle condizioni climatiche: con un livello piezometrico che raggiunge il piano di campagna non c'è bisogno di andare in profondità. In ogni caso la maglia dei pozzi serviva, non solo per campionare l'acqua e vedere la differenza di concentrazione di nitrati ma soprattutto per fare un'analisi idrologica, per vedere come variavano da un momento all'altro i livelli freatici, in che momenti il freatico che viene dal campo agricolo entrava nella zona ripariale e si dirigeva verso il fiume e viceversa ad esempio durante un evento di piena.

Dopo una valutazione empirica sono stati elaborati i dati facendo un primo bilancio di massa, conoscendo le caratteristiche idrologiche, i gradienti idraulici, la conduttività idraulica e quindi le proprietà del suolo, dei sedimenti, del substrato. Sono stati correlati questi dati ad altri parametri chimici soprattutto i soluti inorganici come il cloruro di solfato, per analizzare mescolamenti di acque differenti, e dato che una diluizione poteva influenzare i risultati è stato fatto un altro bilancio di massa, considerando la portata liquida e i flussi di nitrati in entrata e uscita. Infine è stata calcolata la rimozione per ogni metro lineare di fascia dei nitrati disciolti, considerando che con valore negativo è il caso di una liberazione e se positivo una ritenzione.

Analizzando i risultati ottenuti buona parte delle fasce hanno dimostrato una grande capacità di ritenzione. Nel grafico sono riportati i valori di rimozione ottenuti nel progetto NICOLAS: i siti pilota sono ordinati dal più efficiente al meno efficiente, il valore massimo è 30 in Francia, cioè il 30% del flusso di nitrato è stato rimosso per metro lineare, un ottimo risultato.

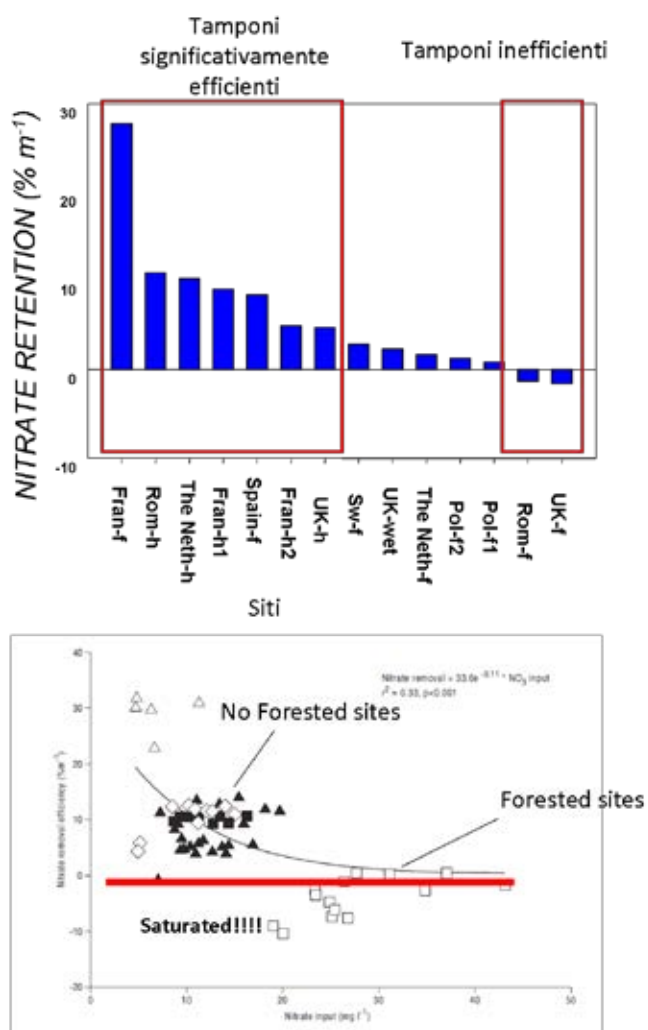


Figura 2: Grafici che riassumono i risultati principali dl progetto NICOLAS

Uno degli obiettivi era valutare la variabilità tra i siti pilota nella rimozione di nitrati e comprenderne le cause. In primis va ricordato il piccolo numero di siti che ovviamente non rappresenta l'intera variabilità europea, ma come prime conclusioni sembra che il tipo di vegetazione non abbia una grande importanza nella ritenzione, cioè fascia arborea o erbacea non è stata una discriminante sull'efficienza delle fasce.

Un'altra evidenza è che la concentrazione di nitrati in entrata dalla zona agricola nella fascia ripariale non gioca un ruolo fondamentale. E' stato osservato che con una concentrazione di nitrato intorno ai 6 mg/l, aumentando la concentrazione dell'input diminuiva l'efficienza della fascia. Questo suggerisce che forti concentrazioni hanno difficoltà ad essere rimosse, indipendentemente dalla vegetazione. Adesso altre ricerche stanno confutando questo risultato come ad esempio le esperienze sviluppate dal gruppo di ricerca della Dottoressa Gumiero. Questo è un aspetto importante che dobbiamo riconsiderare e ricanalizzare, ricordando che questi sono risultati di dieci anni fa.

La denitrificazione ha un ruolo fondamentale. Se noi analizziamo i processi caratteristici a scala di bacino, sembra che la denitrificazione sia poco importante per piccoli corpi idrici superficiali rispetto ai grandi fiumi. Perciò il fatto che la denitrificazione non era molto importante nel nostro caso di studio può darsi sia relazionato al fatto che stavamo lavorando su un piccolo bacino idrografico. Quello che sembra emergere invece, da studi più recenti, è che le piante, indipendentemente dal tipo di fascia arborea o erbacea, rivestono un ruolo fondamentale. Riassumendo l'effetto tampone è evidente in molti siti pilota anche se diversi tra loro geograficamente e climaticamente; il tipo di vegetazione non sembra molto importante ma la presenza di piante è fondamentale; i risultati indicano anche che le concentrazioni di contaminazione sono determinanti per l'efficienza di rimozione. Infine un aspetto sorprendente, che mi permette di introdurre il sito spagnolo nel progetto NICOLAS, è che l'idrologia non sembra giocare un ruolo principe.

Procedo quindi a illustrare i dati del caso di studio spagnolo, introducendo l'aspetto idrologico, soprattutto in ambienti mediterranei dove lo stress idrico è un aspetto che dobbiamo considerare maggiormente.

Il bacino di Fuirosos si estende su un'area di 15 Km², totalmente boscoso, eccetto vicino all'alveo fluviale dove ci sono delle terrazze agricole storiche;

l'attività agricola in realtà è residuale. Fino a 30-40 anni fa c'era attività umana poi abbandonata, siamo a 50 Km da Barcellona. Un piccolo corso d'acqua, di carattere mediterraneo scorre a fondo valle, qui piove in un anno buono 650 - 700 mm/m², mentre mediamente sono 450-500 mm/m² anno, perciò nella stagione estiva l'alveo è secco. Il bacino biochimicamente e idrologicamente non presenta problemi di contaminazione da nitrati, ma il fatto che fosse piccolo e che presentasse terrazze agricole limitate e una fascia ripariale lo ha reso perfetto come sistema pilota.

Al momento della scelta dell'area di progetto fu preso un accordo con i proprietari dei terreni per riprendere le attività agricole, con seminagioni e concimazioni per poter quindi valutare l'effetto della fascia tampone, installando piezometri e strumenti.

L'approssimazione empirica: la parcella sperimentale "tipo"

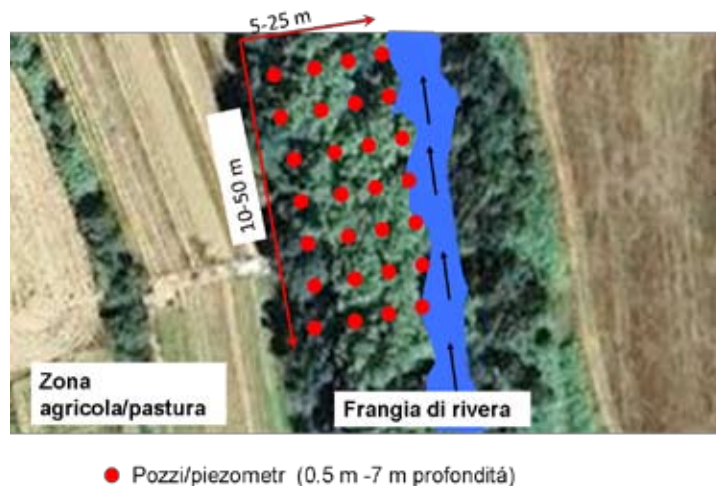


Figura 3: Esempio di una parcella "tipo". Nel riquadro si può osservare un pozzo per il campionamento dell'acqua del freatico ripario.

In ambiente mediterraneo il suolo della zona ripariale è totalmente saturo in corrispondenza di eventi di piena altrimenti secco, perciò ossigenato. Parliamo di un sistema pulsante dove abbiamo importanti eventi di piena e lunghi periodi secchi, chiaramente a questa variazione temporale della portata è associata una variazione dei livelli verticali e laterali dei livelli freatici della zona ripariale e fluviale. Dal periodo secco al periodo umido in

5 ore il sistema cambia completamente, con una pioggia infatti la falda sale e incrementa di 1 m di profondità. È proprio in quel metro che le radici degli alberi si posizionano e possono assimilare eventuali nitrati. Ed è in questo metro dove possiamo avere situazioni sature/insature quindi più o meno appropriate per i processi di denitrificazione.

L'aspetto idrologico è fondamentale: durante le piene il livello del fiume è più alto di quello freatico, perciò l'acqua si muove nella direzione della falda e viceversa durante le condizioni di portata base il freatico tende ad alimentare il fiume; perciò abbiamo una zona di mescolamento che condiziona il funzionamento del sistema e influenza l'attività della fascia tampone. Se il livello freatico è alto, in primavera, si comincia ad avere la germinazione delle foglie, l'attività degli alberi e la loro produzione primaria incrementano assimilando l'acqua, il freatico comincia a diminuire e arriva un momento in cui secca. Nel nostro caso la fascia è composta principalmente da platani e ontani. Quando il livello freatico comincia ad essere basso gli alberi non lo intercettano e siamo in condizioni di stress idrico, con il fiume secco e gli alberi che cominciano a perdere le foglie, rilasciando quantità di materiale organico nella fascia o nello stesso alveo. Perciò una parte dell'azoto torna a cadere nel sistema, però non più disciolto nell'acqua ma in forma di materia organica particolata: quando si verificherà un evento di piena ciò che è caduto all'interno dell'alveo sarà trascinato a valle, mentre quello che si trova nella fascia tampone nel tempo alimenterà altri processi microbici che stimoleranno la respirazione, la denitrificazione ecc.

La prima concimazione è stata eseguita nel 1998-99, analizzando quindi la concentrazione dei nitrati in differenti piezometri della maglia, da quelli più prossimi al fiume, cioè fila 1 e fila 2, con concentrazioni di nitrati molto basse, la fila 3 relativamente più elevate e infine valori di concentrazione alti con la fila 4, limitrofa alla zona agricola. Dopo un anno, con un ciclo completo vegetativo, riappare il nitrato di un anno prima, ovviamente in forma ridotta, considerando che il contributo del fiume è stato nullo in quanto privo di carichi di inquinanti. Il risultato è stato evidenziato dalla ritenzione importantissima tra la fila 4 e la fila 3, cioè il primo tratto trasversale della fascia tampone.

Quindi la ritenzione è rilevante soprattutto nella prima parte della fascia adiacente al campo agricolo, mentre nella zona limitrofa al fiume, la più af-

fetta da cambiamenti bruschi dei livelli freatici e con la vegetazione più in contatto col la falda acquifera, la rimozione ha percentuali molto inferiori. Nel sistema pilota ci sono gli *Alnus*, quindi simbionti cioè microrganismi capaci di fissare l'azoto gassoso, risulta che nella parte più vicina al fiume in realtà spesso l'effetto tampone è stato nullo. La zona ripariale in senso stretto, a stretto contatto col fiume, non ha effetto, anzi, a volte presenta una piccola liberazione di azoto. Probabilmente questo processo è dovuto al fatto che gli *Alnus*, vegetazione autoctona, essendo simbionti condizionano il risultato. La fila di platani, limitrofa al campo agricolo e più distante dall'alveo presenta invece valori di ritenzione importanti.

La ricerca sulle fasce tampone svolta in Olanda, Francia, Inghilterra e Svezia, ha contemplato condizioni climatiche completamente differenti, e con carichi inquinanti diffusi altissimi, in Francia ad esempio stiamo parlando di 100-200 mg/L di azoto in falda. Considerando le oscillazioni climatiche ed idrologiche caratteristiche di questi anni e che stanno incrementando come variabilità e magnitudo, è sempre più probabile riscontrare eventi piovosi abbondantissimi e concentrati in poche ore, su questo dovremo lavorare. La nostra esperienza si basa sulla conoscenza di piccoli corpi idrici superficiali ma il sistema fluviale è dato da molti segmenti fluviali che si vanno concatenando, ma il sistema fluviale deve essere considerato uno ed è la loro composizione. La massa d'acqua in montagna poi arriverà a valle, ed è a valle dove mancano le nostre conoscenze, come ripeteva la Dottoressa Gumiero: le zone alluvionali sono fondamentali, è lì dove il fiume alimenta il freatico. È chiaro, se ci sono molte stazioni d'acqua a monte, per centrali idroelettriche o attività agricole, questa alimentazione già non ci sarà però quando il sistema fluviale magari con i suoi problemi di contaminazione alimenta il freatico nella zona alluvionale, quest'acqua che entra porta con se i nitrati, la materia organica e può darsi che lì inizino a instaurarsi condizioni ambientali appropriate perché l'attività microbica, cioè la denitrificazione, possa cominciare a funzionare. Perciò, quando parliamo di fasce tampone, se ci muoviamo verso sistemi sempre più estesi scendendo da monte verso valle dobbiamo considerare la zona alluvionale o quella che chiamano zona iporreica dove interagisce la fascia tampone. Per questo tipi di sistemi ancora mancano informazioni, che dovremo studiare e approfondire.

Il sistema fluviale o il corpo idrico non è un'entità rigida: si dilata, si contrae, ancora di più negli ambienti mediterranei, con stress idrico e contrazione

del sistema. Credo che dovremo porre più attenzione sugli eventi di piena, ad esempio la storia di Firenze è in relazione con la storia dell'Arno e le sue piene. Una piena a monte significa nuovo input di materia e di energia, questa piena si trasferirà alla zona alluvionale e questa sarà un'occasione per stimolare processi di trasformazione della materia come la denitrificazione. Perciò se cambiamo un poco il ciclo e vediamo la piena come un'occasione per creare queste condizioni avremo una visione più globale degli eventi. Una piena inoltre trasforma l'ambiente fisico, ancora di più può stimolare e creare processi microbiologici dentro l'alveo fluviale. Perciò il fiume non è solo una condotta d'acqua, ma un vero e proprio sistema.

BEATRICE PUCCI
Hydrogea Vision s.r.l.

Il progetto R.I.P.A.R.I.

Questo intervento introduce il progetto RIPARI nel suo complesso fornendone una descrizione generale che permetta più agevolmente di seguire e comprendere le relazioni scientifiche specifiche che si terranno nel proseguo della giornata di oggi e di domani e pubblicate in queste atti.

Il partenariato del progetto R.I.P.A.R.I. vede protagonisti tre gruppi, tra cui Hydrogea Vision s.r.l., come capofila, ETG s.r.l. di Scandicci e l'Istituto per lo Studio degli Ecosistemi del CNR di Firenze.

Hydrogea Vision è una società di ingegneria che si occupa di ambiente ed in particolar modo è impegnata nella ricerca di soluzioni innovative e a basso impatto ambientale su vari fronti, dalla fitodepurazione per il trattamento delle acque alla phytoremediation per la bonifica dei terreni ad altre applicazioni; in generale lavora principalmente nel settore delle green technologies.

ETG s.r.l. invece costruisce e commercializza sistemi di monitoraggio ambientale quindi strumenti di misura, di registrazione ma anche di trasmissione ed elaborazione di dati ambientali. Il ruolo del partner del progetto è stato essenziale, visto la volontà di dotare il nostro sito sperimentale di un sistema di monitoraggio avanzato.

Il terzo partner, I.S.E. CNR, all'interno del progetto ha avuto il compito di svolgere in modo costante un'attività di ricerca sugli ecosistemi naturali ma anche sugli ecosistemi antropizzati sottoposti a condizioni naturali e di stress. I settori di ricerca seguiti dall'Istituto all'interno del progetto RIPARI sono molteplici, a tal proposito ci saranno svariate relazioni di diffusione dei risultati conseguiti.

Le finalità generali del progetto R.I.P.A.R.I. sono state essenzialmente tre:

- La prima è stata quella di fornire un contributo tecnico-scientifico per l'applicazione delle fasce tampone; le ricerche europee sono ricerche che hanno uno stato di applicazione avanzato, si parla di esperienze condotte anche 15 anni fa, lo stesso sito NICOLAS italiano ha 10 anni di vita. In Italia però oltre all'esperienza di Nicolas

ci sono state altre applicazioni, ma tuttavia mancano ancora tanti dati scientifici e tanta ricerca deve essere ancora fatta in merito; con il progetto RIPARI volevamo quindi avere un sito sperimentale che fornisse risultati anche e soprattutto in condizioni territoriali specifiche come quelle dalla Toscana.

- L'altra finalità perseguita è stata quella di correlare gli effetti della rimozione degli inquinanti operata da una fascia tampone, con la presenza e la diversità della fauna stigobica, cioè della fauna delle acque sotterranee; quest'aspetto rappresenta una frontiera di ricerca.
- Infine, mettere a punto un sistema di monitoraggio, sia in continuo che non, della qualità delle acque sotterranee e superficiali in corrispondenza del sito pilota che fosse in grado di monitorare le dinamiche e i processi di rimozione degli inquinati all'interno del sito pilota.

Gli obiettivi generali ci hanno portato a realizzare il sistema pilota, a valutare la biodiversità presente negli ecosistemi corrispondenti, a valutare il ruolo e le funzioni di alcune specie di fauna presente nel sito, a studiare la dinamica e le principali caratteristiche chimico-fisiche del suolo attraverso l'uso e l'applicazione della spettroscopia MIR-DRIFT, che è un aspetto piuttosto innovativo anch'esso frontiera di ricerca, e infine ad elaborare delle linee guida per l'applicazione delle fasce tampone in Toscana.

Al momento della scelta dell'ubicazione del sito pilota, già da un'interfaccia preliminare con la Regione Toscana abbiamo individuato l'area della Val di Chiana come un'area particolarmente interessante, per tutti i motivi che sono già stati accennati prima anche nella relazione della Dott.ssa Nuvoli, in quanto zona vulnerabile a nitrati e ricadente in area sensibile.

Il progetto, partito ad aprile del 2010, ha avuto una prima fase non facile. È stato condotto uno studio preliminare per individuare l'area dove ubicare il sistema pilota. La scelta del sito specifico è stata complessa, ma possibile, grazie alla disponibilità dell'azienda "Centro di Collaudo e Trasferimento dell'Innovazione di Cesa" della Regione Toscana, un'azienda A.R.S.I.A. prima che l'agenzia regionale fosse sciolta. L'azienda di Cesa si trova presso il comune di Marciano della Chiana di Arezzo. Il sito ha manifestato le caratteristiche idonee per collocare il sistema pilota sperimentale in quanto vedeva la presenza di un sistema di aree coltivate e per-

ché all'interno dell'appezzamento di terreno scelto si trova un fosso che raccoglie e drena le acque dei due campi coltivati limitrofi. Il corso d'acqua nominato "fosso Pontino" passa in mezzo al sito sperimentale dividendolo in due appezzamenti. Il sistema agricolo esistente presentava già in sinistra e destra idrografica una rete di drenaggio dei campi verso il fosso che è stata completata lavorando il terreno in maniera opportuna. Questa particolare configurazione ha permesso di realizzare due fasce sperimentali, una in destra e una in sinistra idrografica, con l'idea di realizzare due fasce concepite e progettate diversamente l'una dall'altra, in modo tale da ottenere un maggior numero di indicazioni e dati e poter comparare i risultati dei due sistemi.

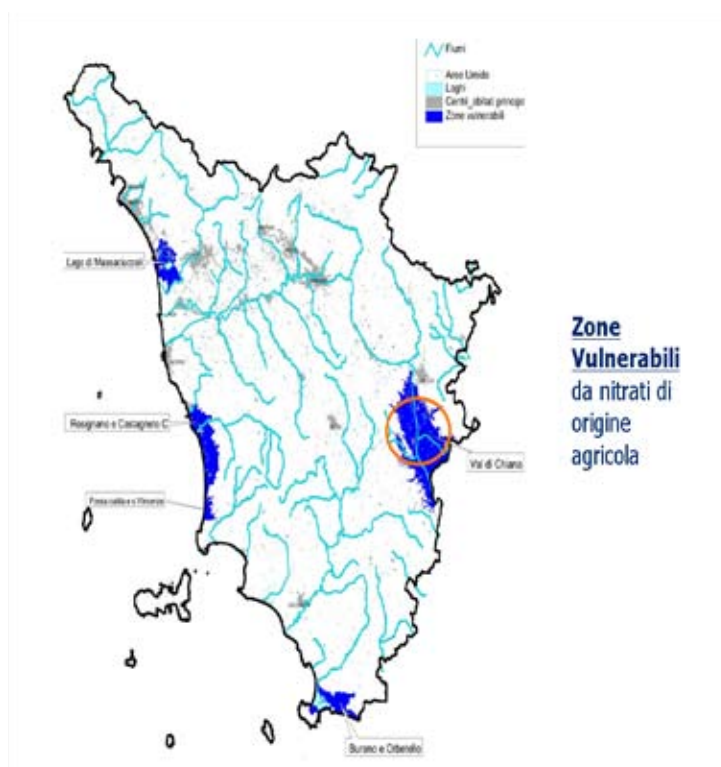


Figura 1: Mappa delle zone vulnerabili a nitrati della Regione Toscana e ubicazione del sito pilota di sperimentazione



Figura 2: Estensione del sito pilota e Fosso del Pontino

Una volta individuato il sito pilota, è stata caratterizzata l'area attraverso indagini geognostiche, stendimenti geoelettrici, rilievi topografici; questo è servito soprattutto a creare un modello geologico dell'area pilota, su cui poi poter costruire, aggiungendo ulteriori dati, il modello idrogeologico del sito, che sarà ampiamente illustrato e discusso nella relazione dell'ingegnere Adinolfi.

Il sito pilota è stato progettato con due fasce di vegetazione. Sulla riva destra troviamo una fascia lunga circa 150 metri costituita solo da un mono-filare di vegetazione arborea-arbustiva, preceduta da una fascia erbacea, complessivamente la fascia tampone è larga 10 metri. In riva sinistra abbiamo volutamente progettato e realizzato una fascia più complessa e articolata della larghezza di 20 metri; questa inizia con una fascia erbacea, seguita questa volta da un sistema pluri-filare di alberi e arbusti che vede impiegato un numero di specie più elevato. La differenziazione dei due sistemi ha avuto anche un valore dimostrativo, illustrando come si possa costruire una fascia per il perseguimento di obiettivi plurimi, come la relazione di Bruna Gumiero ci ha precedentemente ben mostrato. Perché progettare una fascia tampone più articolata e complessa permette, là dove si abbia la pretesa di costruire una fascia che non assolva solo la funzione di abbattimento dell'azoto e di altre sostanze inquinanti, di incrementare la biodiversità, assolvendo la funzione di corridoio ecologico e riparo per gli animali.

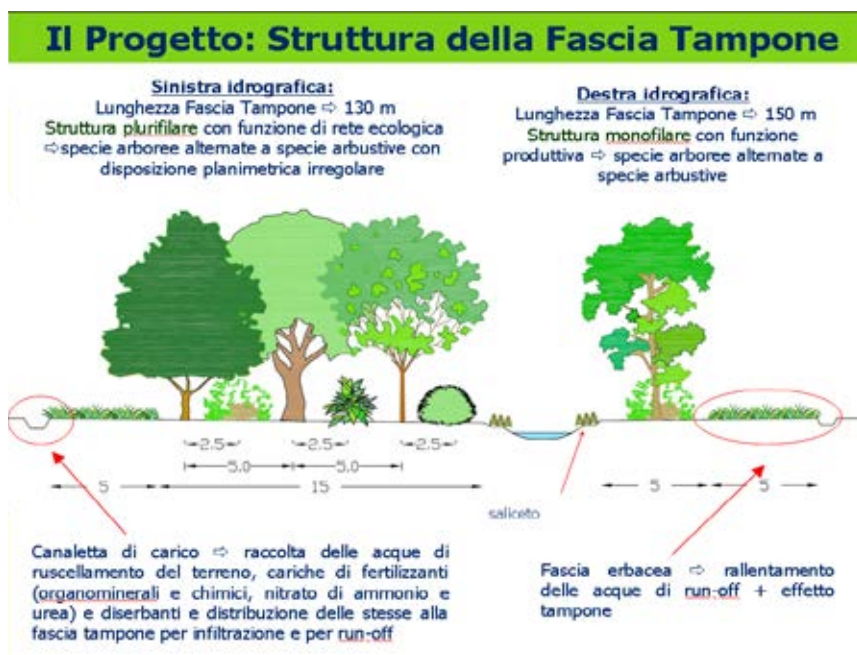


Figura 3: Struttura e dimensioni della fascia tampone in destra e sinistra idrografica

Le specie che sono state introdotte sono: in destra idrografica pioppo nero, pioppo bianco e sambuco che si alternano nell'unico filare; sulla riva sinistra, un numero di specie maggiore come l'acero campestre, l'olmo, il gelso, nocciolo, sambuco ed altre.

Il cantiere di realizzazione della fascia si è aperto nella primavera del 2011, cioè dopo un anno dall'avvio del progetto; questo a causa di una situazione meteorologica sfavorevole che ha visto il susseguirsi di precipitazioni ininterrotte nel periodo compreso fra ottobre ed aprile e che non ha permesso l'inizio dei lavori, facendo slittare le attività previste dal cronoprogramma. I lavori sono finalmente iniziati nell'aprile 2011 e tutto il sistema è stato effettivamente pronto e disponibile dai primi di maggio. Conseguentemente è stata realizzata la prima semina e quindi la prima concimazione dei campi. Dal programma era stato previsto che la fascia sarebbe stata completa in concomitanza della coltivazione del grano, ma per ovvi motivi essendo ad aprile i campi limitrofi sono stati seminati a girasole e questo ha portato

un cambiamento delle previsioni di progetto.

Nelle immagini che seguono è possibile osservare la messa a dimora delle essenze vegetali e l'installazione degli strumenti per il monitoraggio. È possibile inoltre notare come la fascia tampone appaia dopo un anno, le piante sono ancora piccole e non completamente sviluppate.



Figura 4: Fase di cantiere, preparazione del sito pilota



Figura 5: Messa a dimora delle essenze vegetali



Figura 6: Messa a dimora delle essenze vegetali



Figura 7: Stato della fascia tampone dopo circa un anno dalla piantumazione

Il monitoraggio ha avuto essenzialmente due funzioni principali: da un lato verificare l'efficienza della fascia tampone nella rimozione degli inquinanti, dall'altro acquisire una serie di dati chimici, biologici e fisici necessari per elaborare un indice di qualità biologica delle acque sotterranee.

Il sistema di monitoraggio, complesso e sofisticato, ha previsto l'installazione di una stazione meteo, dei misuratori di livello nelle canalette di carico che intercettano le acque che provengono dalle aree agricole, delle sonde multiparametriche posizionate una in una canalette di carico e due lungo il fosso. Queste sonde sono spettrofotometriche e misurano in continuo tutta una serie ampia di parametri. Sul sito sono stati installati anche nove piezometri, posti ad una profondità di 15 m; e ancora, su ben tre sezioni trasversali alla fascia, sono stati installati una serie di strumentazioni formate da TDR e lisimetri per misurare l'umidità della fascia e per poter effettuare i campionamenti dell'acqua da analizzare.

Le attività di monitoraggio in continuo hanno permesso la misura di nitrati, COD, DOC, solidi sedimentabili e altri parametri (ognuno di questi aspetti sarà dettagliato domani in una relazione dedicata). Dai lisimetri è stata invece prelevata periodicamente dell'acqua, poi analizzata in laboratorio, della quale sono state determinate le concentrazioni di azoto totale, ammoniacale, nitrico e nitroso, nonché del fosforo, del carbonio ma anche di pesticidi ed altri elementi.

L'aspetto innovativo del sistema di monitoraggio in continuo è stato quello di avere una trasmissione in tempo reale ad un database remoto dei dati rilevati, attraverso l'utilizzo di un particolare sistema realizzato e studiato appositamente da ETG (tra le relazioni di domani ci sarà uno specifico intervento sui sistemi di monitoraggio).

L'altro aspetto della ricerca, che il progetto R.I.P.A.R.I. ha svolto è stato lo studio di tutta la fauna presente nelle acque sotterranee con la ricerca di una relazione tra l'efficacia della fascia e la qualità dell'habitat per questa microfauna sotterranea; per questo sono state messe a punto tutta una serie di tecniche di campionamento della fauna stigobica cioè crostacei, oligocheti, ed altre specie. Una ricerca bibliografica condotta in merito; ha mostrato che questa fauna possiede i requisiti tipici per essere individuata come un eccellente indicatore biologico per quanto riguarda le acque sotterranee. Questi organismi sono stati dunque campionati e studiati e sono risultati essere dei buoni indicatori dello stato di qualità delle acque sotterranee. In questa relazione volutamente non anticiperemo molto di più dei risultati ottenuti a tale proposito poiché saranno presentati e discussi nel dettaglio dal CNR-ISE nelle sue relazioni.

Il monitoraggio è iniziato nel mese di giugno successivamente alla realiz-

zazione delle fascia e alla realizzazione di uno stato di riferimento o “punto zero”. Ad oggi possiamo contare di fatto solo otto mesi di monitoraggio, un tempo molto breve se considerando che per un lungo periodo in questi mesi le piogge, principali responsabili dell’attivazione dei fenomeni di trasporto degli inquinanti, sono state scarse o assenti. I dati fin qui raccolti non sono molti e per fare delle buone elaborazioni occorrono un numero maggiore di rilevazioni, ad ogni modo, con i dati in nostro possesso è stato possibile elaborare un modello concettuale, idrogeologico. Il modello elaborato costituisce la base di partenza per poter studiare ed individuare l’efficienze di rimozione degli inquinanti e le dinamiche coinvolte. Nel momento in cui avremo un maggior numero di dati il modello concettuale potrà essere trasformato in un modello numerico previsionale che permetta di prevedere il comportamento della fascia e la rimozione degli inquinanti in funzione degli input al sistema.

Per misurare l’efficacia di una fascia tampone, è stato già illustrato da altre relazioni che mi hanno preceduto, è necessario un tempo che consenta al sistema biologico di svilupparsi completamente e di andare a regime. Nove mesi a disposizione, purtroppo, non sono stati un tempo sufficiente perché la fascia tampone potesse giungere a completa maturazione espletando le sue piene capacità depurative. Tuttavia tale lasso di tempo è stato sufficiente perché si cominciasse a osservare i primi risultati. Inizieremo a vedere dati più concreti sul funzionamento della fascia nei mesi di aprile, giugno e ancora meglio il prossimo anno. Per questo motivo è auspicabile che, nonostante il progetto POR sia concluso e abbia terminato il suo finanziamento, la ricerca sul sito pilota non termini. Il progetto ha avuto sfortunatamente un tempo non conciliabile con quello necessario al completamento della ricerca, tuttavia come previsto dal progetto e dal contratto stipulato con la Regione, il sistema pilota rimarrà in vita e sarà mantenuto per altri cinque anni. Quindi per cinque anni avremo ancora l’opportunità di sfruttare il sistema pilota e tutta la fascia tampone così come il sistema di monitoraggio, un’opportunità per tutti gli enti di ricerca, le università e qualunque soggetto voglia approfittare della possibilità per continuare la sperimentazione.

Per la fine del progetto inoltre saranno consegnate delle linee guida, queste linee guida potranno essere un utile strumento per i consorzi di bonifica, per le autorità di bacino, ma anche per i professionisti che vorranno affrontare la tematica delle fasce tampone. In particolar modo saranno un’oppor-

tunità per quei professionisti che hanno un interfaccia con il sistema degli agricoltori e che quindi potranno relazionarsi direttamente con coloro che rappresentano i maggiori *stakeholder* nella realizzazione di queste fasce.

BRUNO BOZ
Università di Padova

Previsione dell'efficacia depurativa (il modello REMM), applicazione nel sito NICOLAS

Descrizione del modello REMM

Vi presento un modello che è stato pensato specificatamente per i sistemi complessi come quelli tampone. La seguente presentazione è stata realizzata in collaborazione con alcuni colleghi dell'USDA che hanno trovato interessante il nostro sito sperimentale (sito NICOLAS, realizzato presso l'Azienda Diana di Veneto Agricoltura nel comune di Mogliano Veneto) e hanno voluto assieme validare e tarare il loro modello; questo perché nel nostro sito sperimentale c'erano alcune condizioni particolari che potevano in qualche modo portare ad un affinamento del modello stesso. REMM sta per Riparian Ecosystem Management Model ed è quindi un modello che vuole dare delle risposte sulla gestione delle fasce tampone. La scala a cui è pensato è una scala di dettaglio quale quella di un sito sperimentale. Il modello contiene una serie di equazioni che cercano, con tutti i limiti del caso, di simulare tutti o buona parte di quei processi molto complessi, sia in termini di trasformazione chimica e biologica, sia in termini idrologici, che avvengono all'interno di questi sistemi. Il modello gratuito scaricabile dal sito www.tifton.uga.edu/remmwww/, che è stato sviluppato alla fine del secolo scorso, anni '96-'98-'99, ma che fortunatamente è ancora "vivo", e che continua ad essere aggiornato con la pubblicazione di nuove versioni; ultimamente è stato reso disponibile, ad esempio, un nuovo applicativo sulla parte relativa ai pesticidi.

Va inoltre ricordato che REMM era stato usato anche per delle simulazioni relative alla rete di siti sperimentali legate al progetto europeo NICOLAS che vi ha illustrato in precedenza Andrea Butturini.

A cosa serve e perché l'USDA si è impegnata molto e ancora si impegna a portare avanti questo modello?

È un modello che, come quasi sempre nelle premesse dei modelli, serve per aiutare i decisori e i pianificatori a prendere delle decisioni. Inoltre risulta

di aiuto anche per i ricercatori, perché costringe in qualche modo a razionalizzare tutti quei processi che avvengono in questi sistemi ripari.

Quello su cui voglio concentrarmi è il tipo di risposte, molto pratiche e applicative, che si possono chiedere a questo modello (ad uso ad esempio degli enti regionali o di bacino preposti alla pianificazione delle fasce tampone), se adeguatamente tarato e validato. Ad esempio, una delle domande classiche che vengono rivolte agli esperti è quanto deve essere ampia la fascia tampone per ottenere determinati standard obiettivi ambientali. In molti casi, come nei casi dei nostri siti sperimentali, io non avrei difficoltà a rispondere, invece in molti altri casi è utile il supporto di uno strumento modellistico. Di seguito un esempio di applicazione dell'USDA.

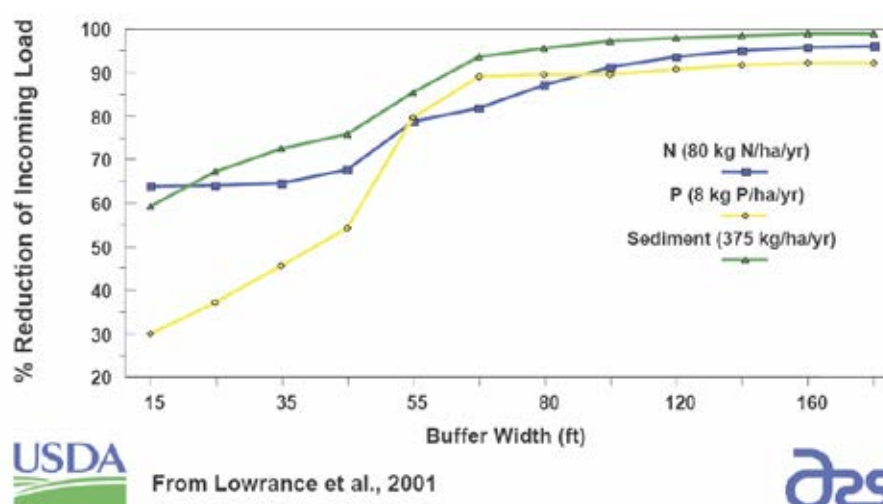


Figura 1: Esempio di applicazione del modello (Lowrance et al., 2001)

In figura viene rappresentata la variazione dell'efficacia di abbattimento di azoto, fosforo e solidi sospesi al variare dell'ampiezza della fascia tampone; nell'esempio non servirebbe andare oltre i 70 piedi (poco più di 20 metri) per raggiungere il massimo dell'abbattimento che è prossimo al 90-100%.

Un'altra domanda classica, soprattutto se pensiamo alla variabilità delle colture che ci possono essere nelle diverse zone agricole, alle varietà stagionali, alle rotazioni, alle evoluzioni anche normative, è quella di capire,

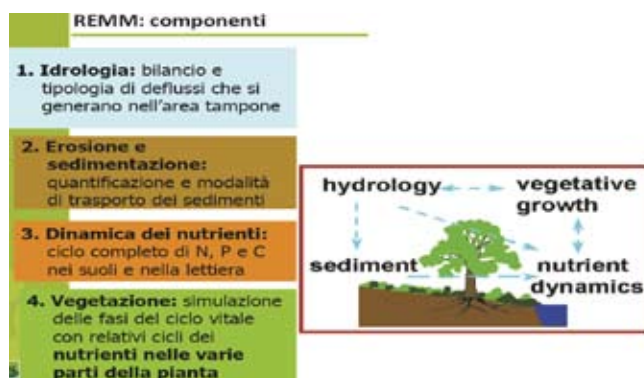
al variare dei carichi in ingresso, come vari l'efficienza depurativa delle fasce tampone. Anche in questo caso REMM può fornire delle indicazioni utili.

Nel corso del convegno si è dibattuto molto sul ruolo della vegetazione nella fascia tampone: (se meglio arborea, o erbacea, come gestirla, se si può tagliare per la produzione di biomasse etc.); anche in questo caso REMM può fornire indicazioni utili, come quelle relative ad esempio alle variazioni dell'efficacia depurativa al variare del tipo di vegetazione presente nel sistema.

Altri aspetti che possono essere considerati potrebbero essere le variazioni dell'idrologia nel sistema: cosa succede ad esempio nel caso si verifichi un abbassamento significativo dei livelli di falda?

REMM infine può fornire ulteriori risposte in merito all'accumulo di sostanze nei suoli, nella vegetazione o in atmosfera.

Come tutti i modelli REMM non si può usare universalmente; si tratta infatti di un modello a transetto ed è in grado di simulare quanto avviene in una fascia riparia che viene attraversata trasversalmente da deflussi che provengono dalle limitrofe aree agricole; ci sono quindi dei punti di ingresso, dei punti intermedi ed un punto di uscita.



Componenti del modello REMM

Cosa c'è dentro questa "scatola" modellistica? Ci sono quattro grandi blocchi. Il primo riguarda l'idrologia; si tratta di un aspetto fondamentale. Qualora non si riesca ad ottenere una buona simulazione del tipo di deflussi diviene inutile simulare anche tutti gli altri processi. Questa parte comprende anche una serie di equazioni legate alla simulazione del trasporto

di sedimenti erosi dall'area agricola e portati alla fascia tampone. Ci sono inoltre tutte le equazioni principali che descrivono il ciclo della materia e soprattutto di azoto, fosforo e carbonio che sono quelli che giocano il ruolo chiave all'interno dei sistemi ripari. Essa considera tutte le possibili zone di accumulo di tali sostanze, comprese le diverse parti delle piante.

Non è un modello semplice; è un modello pensato per siti che hanno già alle spalle una ricerca importante. Richiede dati anche a passo giornaliero, un'ottima conoscenza del sistema e un'ottima conoscenza dell'idrologia del sito.

Per la sua taratura devono essere disponibili dati raccolti in siti sperimentali ben strutturati, (come può essere quello realizzato in RIPARI e come in altri esempi che illustrerò in seguito).

Se tutto viene fatto correttamente, poi si ha il vantaggio di avere anche molti dati in uscita: tutto il bilancio idrologico, tutto il bilancio dei nutrienti, l'andamento dei processi e le zone di accumulo di azoto, fosforo e carbonio in diversi momenti del periodo di simulazione.

Per quanto concerne la schematizzazione in zone trasversali prevista dal modello REMM essa rispecchia un'idea di progettazione delle fasce tampone molto diffusa nella letteratura e nella legislazione di settore americana: una prima zona, indicata col numero 3, che è la zona generalmente lasciata all'erbaceo, ottima per il controllo del *run-off* e idonea per il passaggio dei mezzi agricoli o dei mezzi di manutenzione della fascia; una fascia intermedia, forestata ma gestibile e gestita ad esempio per la produzione di biomasse e infine una fascia (indicata con 1) che è quella a maggiore valenza ecologica posta a ridosso del corso d'acqua che tendenzialmente rimane indisturbata.

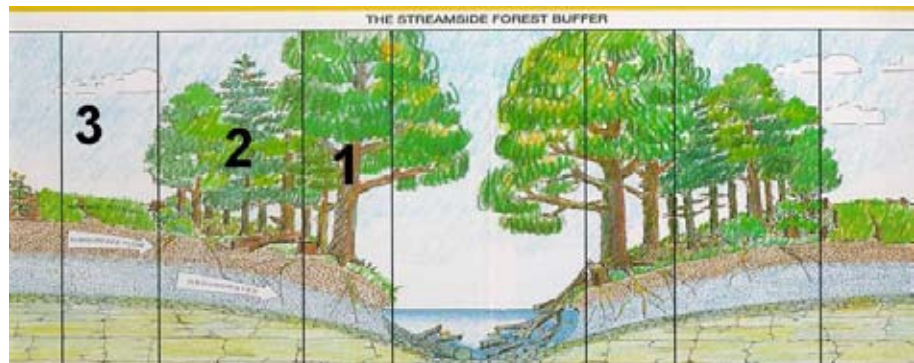


Figura 2: Schema di fascia tampone adottato dal modello REMM

Il modello prevede anche di considerare separatamente tre strati di suolo a diversa profondità: ne deriva una suddivisione in nove celle di simulazione separate: ad es. zona tre strato uno, zona due strato due etc..

Esempi applicativi

Vi illustro un paio di esempi applicativi per chiarire meglio le potenzialità di questo strumento.

1) Sito sperimentale Nicolas di Mogliano Veneto

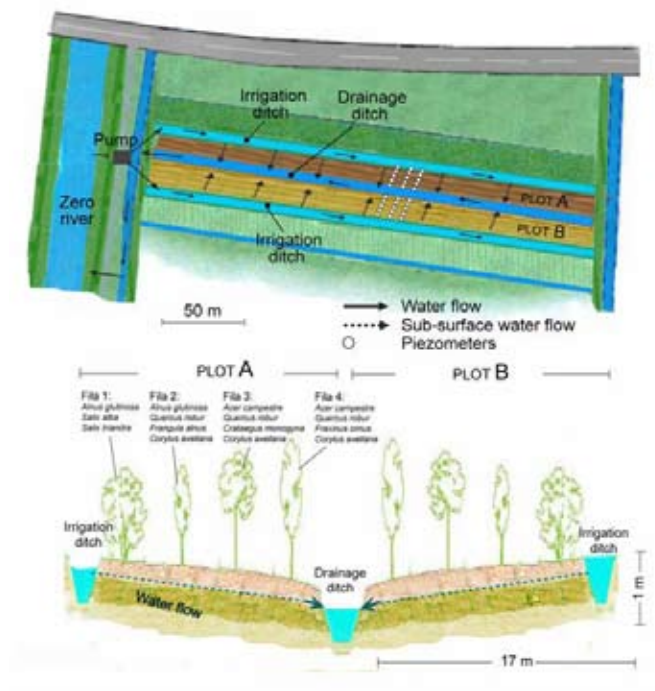


Figura 3: Schema e modellazione del funzionamento del sito pilota

L'interesse dell'USDA per questo sito sperimentale nasce soprattutto dalla particolarità del sistema che presenta il controllo idraulico dei volumi d'acqua in ingresso; non si tratta infatti di un sistema tampone classico alimentato dalle acque di falda o meteoriche derivanti dal limitrofo campo agricolo, ma di un sistema alimentato tramite due scoline di carico collegate ad un sistema di sollevamento; l'acqua in ingresso inoltre, non si disperde in

modo complesso ma tende, grazie alle caratteristiche del suolo che presenta uno strato impermeabile a circa 90 cm di profondità, ed alla baulatura imposta al terreno, a scorrere sub-superficialmente ed essere raccolta in una scolina di drenaggio. È evidente che questo favorisce notevolmente la fase di taratura degli aspetti idrologici.

Non essendo presenti le tre zone a diversa gestione descritte in precedenza, per la suddivisione ci si è basati sulla diversa composizione dei quattro filari arborei presenti.

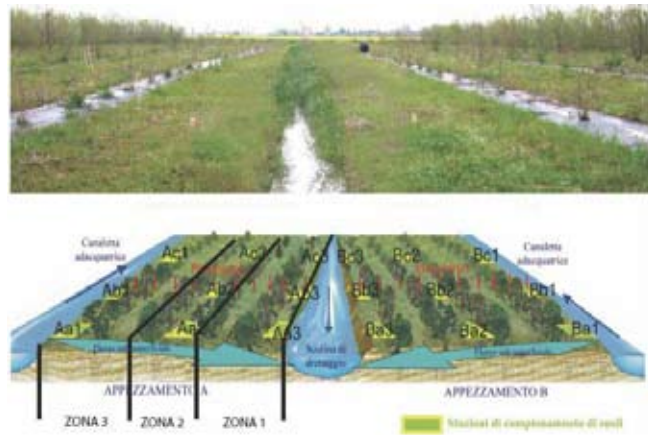


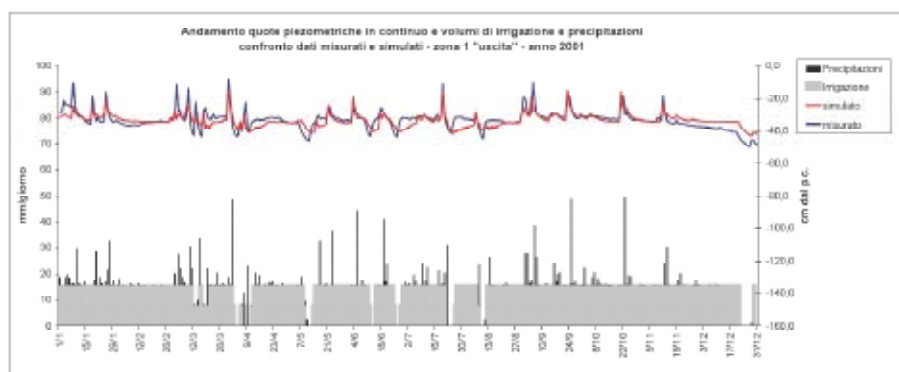
Figura 4: Schema in sezione e modellazione del funzionamento del sito pilota

Siamo riusciti, usando tutti i dati dei primi tre anni di monitoraggio, a tarare e validare il modello. Adesso stiamo lavorando con i dati dell'ultimo triennio per avere una simulazione su un periodo decennale.

Vediamo alcuni risultati del processo di taratura: la simulazione delle variazioni della profondità della falda è risultata molto soddisfacente, anche rispetto ad altri contesti dove non avevano un controllo dell'idrologia così buono.

Il modello ha avuto grande difficoltà a simulare correttamente i tempi di residenza; nel sito è presente un suolo argilloso, con percentuali di argilla anche molto alte, che per sua natura, dovrebbe permettere di trattare portate molto basse vista la ridotta permeabilità a saturazione attesa. In realtà, con studi di dettaglio si è visto che di acqua ne passa eccome: il K_s è di circa due ordini di grandezza più maggiore rispetto a quella attesa considerando

le caratteristiche dei suoli tal quali. Ciò è dovuto all'effetto delle precedenti lavorazioni agricole unite alla crescita ormai capillare degli apparati radicali che ha reso questo sistema ricco di vie preferenziali; REMM non ha equazioni adeguate a simulare questa situazione idrologica ed è stato quindi necessario variare il valore dei parametri dei suoli rispetto a quelli attesi sulla base delle sole caratteristiche tessiturali. Questo per dire che se non c'è una conoscenza buona del sistema l'applicazione del modello avrebbe fornito delle informazioni completamente sbagliate simulando la presenza di un ruscellamento superficiale prevalente su quello sub-superficiale.



ERRORE MEDIO ASSOLUTO (m)

ANNO	2000	2001	2002
ZONA 3 - INGRESSO	0,138	0,123	0,103
ZONA 1 - USCITA	0,087	0,032	0,057

Figura 5: Andamento del livello piezometrico in continuo e volumi di irrigazione e precipitazioni

Una volta tarata l'idrologia, si è vista una buona capacità di simulazione delle percentuali di abbattimento dell'azoto rispetto a quelle misurate con una lunga serie di dati.

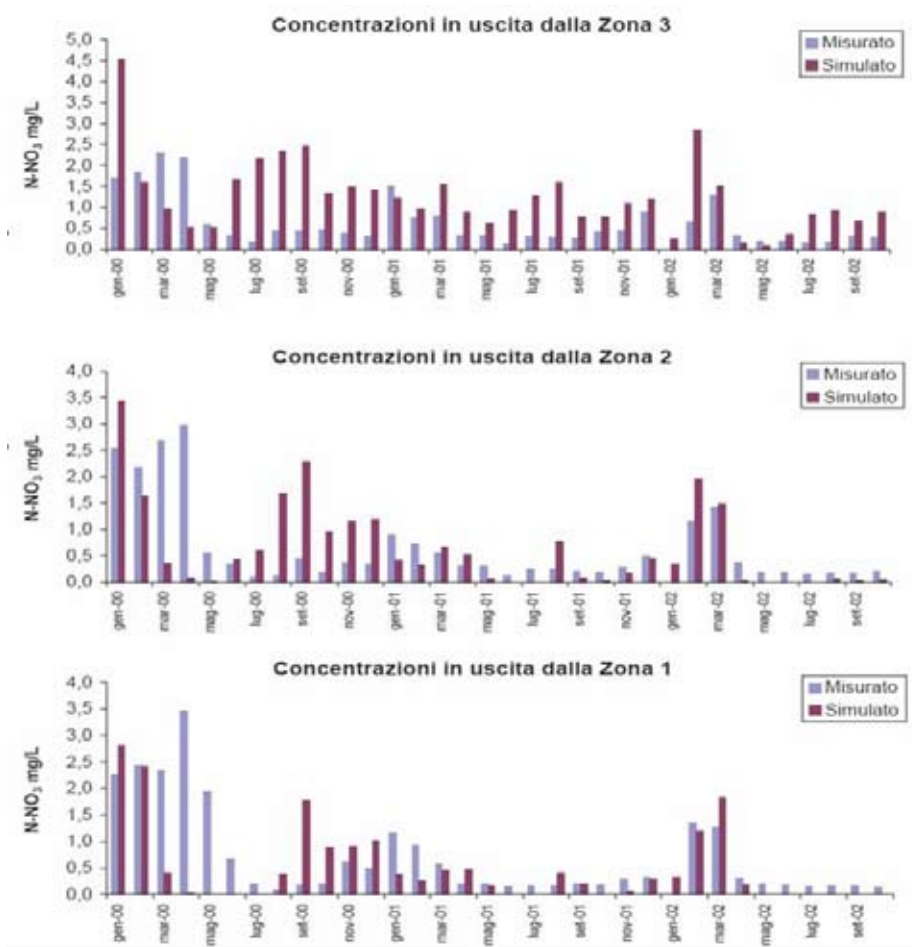


Figura 6: Capacità di rimozione dell'azoto nitrico simulato e misurato

Nella figura seguente si osservi la simulazione delle variazioni di concentrazioni di azoto nitrico nel tempo nelle tre diverse zone (dati triennali).

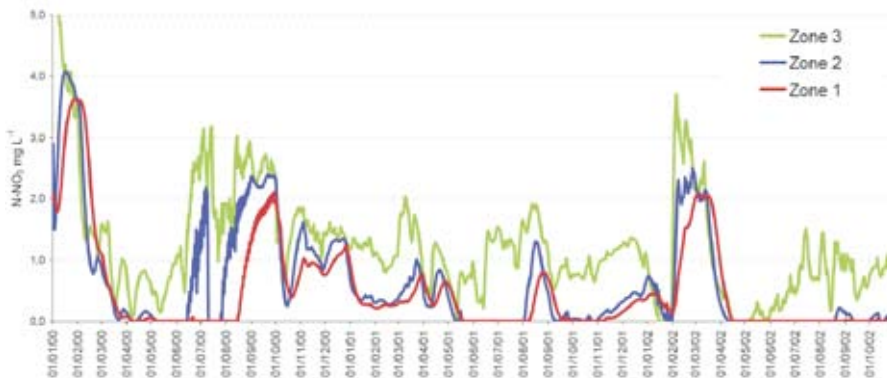


Figura 7: Simulazione delle variazioni di concentrazioni di azoto nitrico nel tempo

Dopo aver fatto la taratura coi primi due anni e la validazione con il terzo anno siamo andati a comparare i bilanci ottenuti con i dati sperimentali, i dati simulati dal modello e le percentuali e i bilanci di massa sono risultati paragonabili ben correlati, anche se il modello nel corso del primo anno, da delle percentuali significativamente superiori rispetto a quelle stimate con le misurazioni.

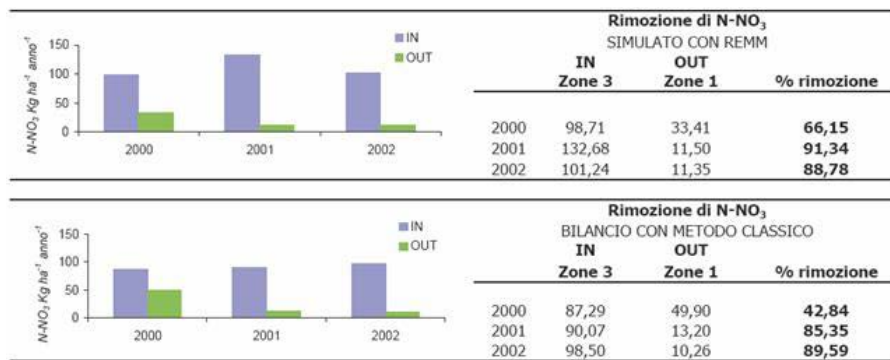
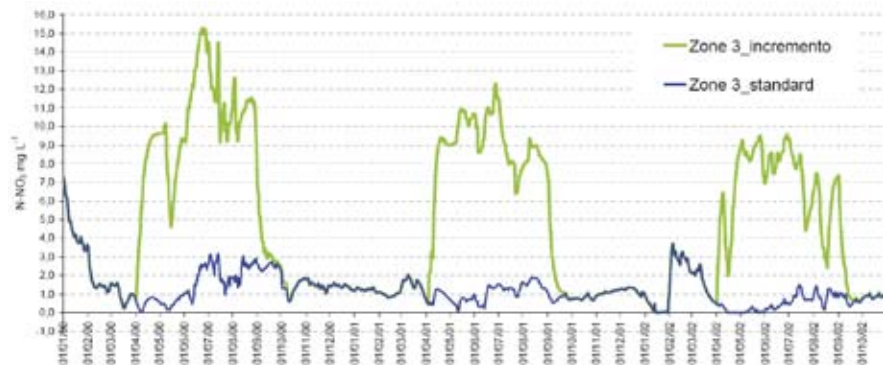


Figura 8: Bilanci di rimozione dell'azoto nitrico effettuato con simulazione e stimato dalle misure

Si riporta di seguito un esempio di simulazione ottenuta con il modello tarato: anziché le concentrazioni costanti ed inferiori ai 4-5 mg/L di N-NO₃ tipiche del fiume Zero (linea blu in figura), sono stati imposti degli input

simili a quelli di fasce tampone alimentate da falde che drenano campi agricoli con picchi nel periodo primaverile ed estivo orientativamente tra i 10-15-20 mg/L di azoto nitrico (linea verde in figura).



Con queste condizioni nel sistema tampone entrerebbe un input molto superiore: come bilancio annuale, si passa da 100 Kg a circa 300 Kg di Ntot. Secondo REMM, con carichi così elevati, le percentuali di rimozione calano di un 10-15% ma non calano in modo lineare rispetto all'aumento del carico; in presenza di carichi più elevati aumenterebbero quindi sensibilmente i carichi abbattuti dal sistema.

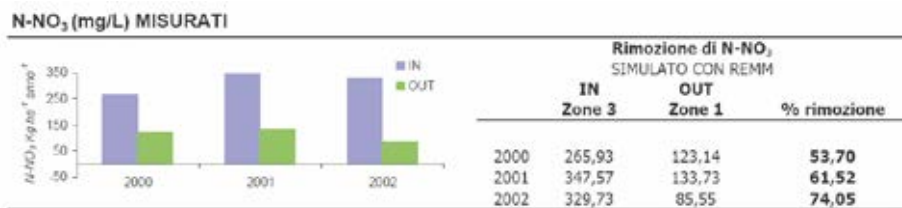


Figura 9: Bilancio annuale dell'azoto nitroso misurato e simulato dal modello REMM

2) CREP Buffer, NORTH CAROLINA

È il principale sito utilizzato da USDA per lo sviluppo e la taratura del modello; è un sistema classico con un bacino agricolo afferente ad una fascia tampone. Anche l'organizzazione del sito sperimentale è classica, con una rete piezometrica posta a distanza crescente dalla coltivazione.

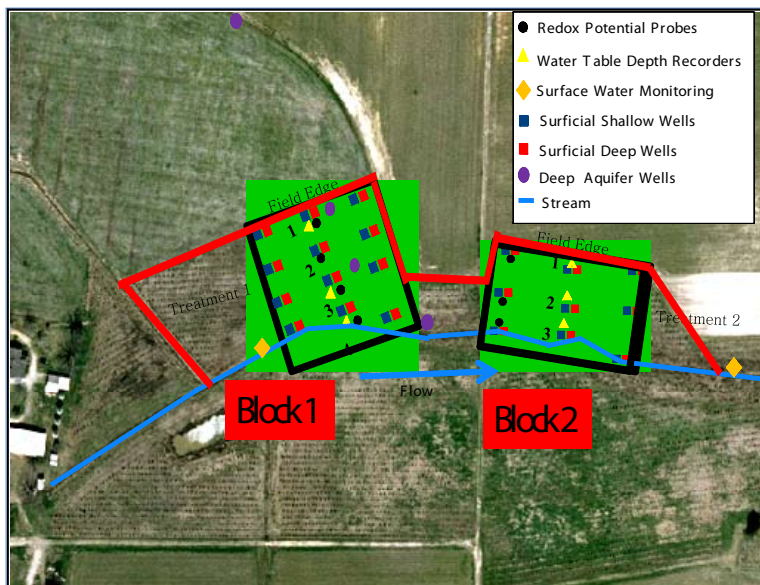


Figura 10: Planimetria e schema dle sito sperimentale in North Carolina

Ecco di seguito i risultati della taratura delle variazioni dell'altezza di falda simulata e misurata.

Measured & Simulated Water Table Depths Stream Edge Zone 1

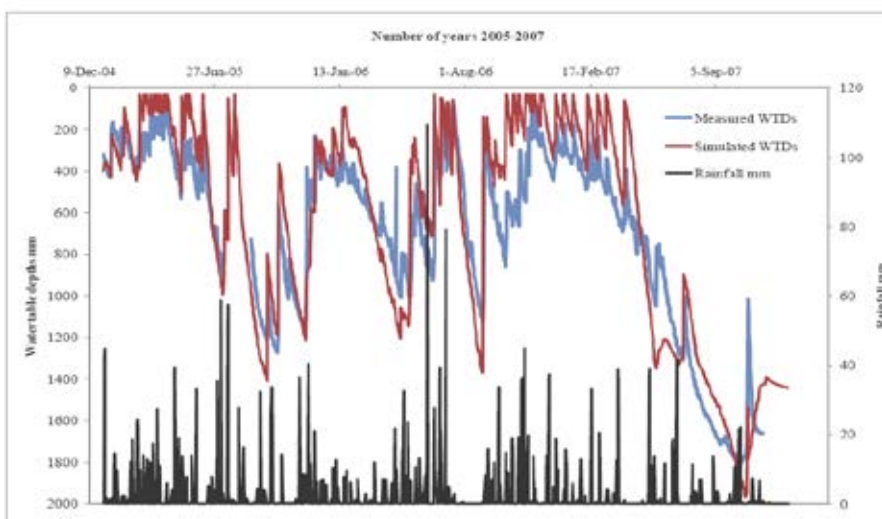


Figura 11: Livelli piezometrici misurati e simulati dal modello

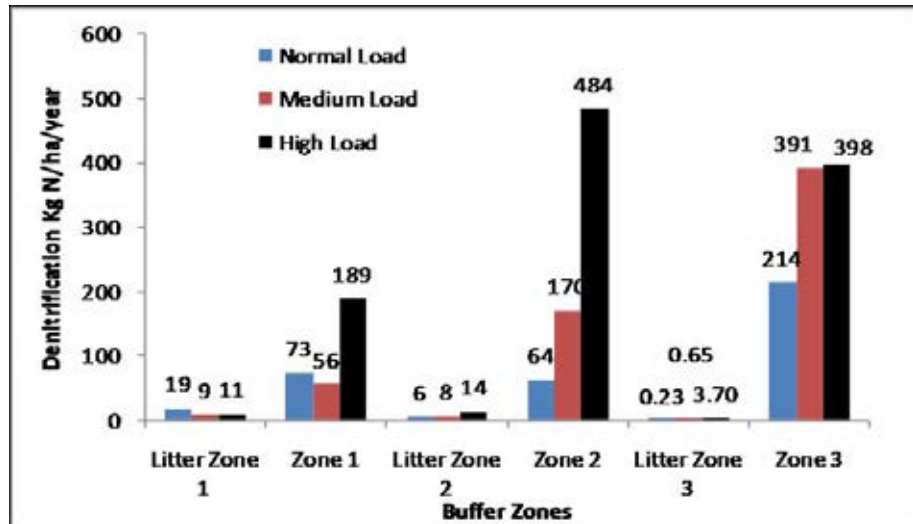


Figura 12: simulazione dell'incremento del processo di denitrificazione al variare dei carichi in ingresso

Un altro risultato pubblicato è questo; si osservano gli accumuli di azoto, carbonio e fosforo nelle varie parti del sistema.

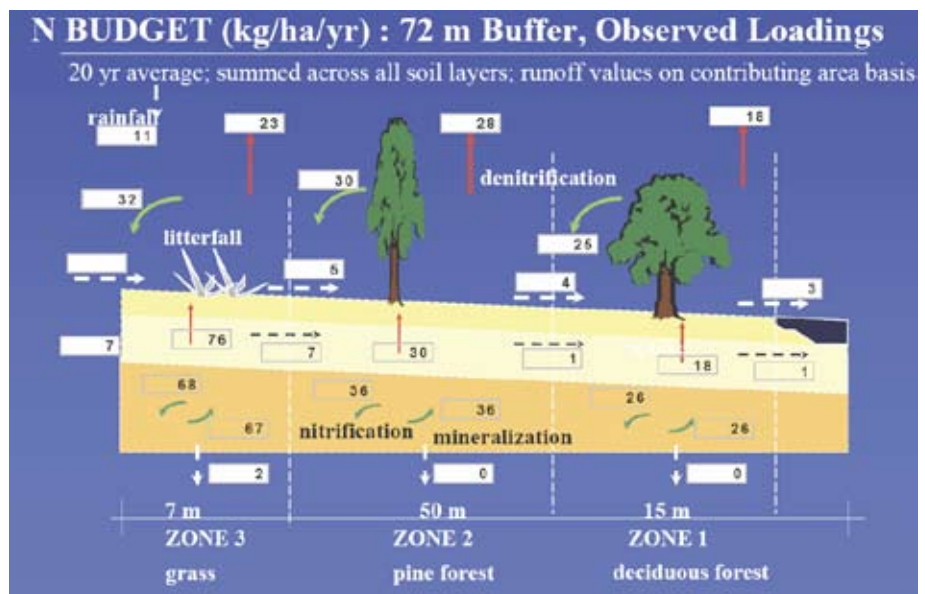


Figura 13: bilancio dell'azoto nelle fascia tampone

Conclusioni

Può essere significativo soprattutto in questa fase storica in cui, un pò per le nuove norme di condizionalità, un pò per la maturità che si è raggiunta sulle conoscenze dei sistemi tampone, un pò per la necessità di azioni che soddisfino le diverse Direttive europee, come ben ha illustrato la Dott.ssa Nuvoli, si può pensare che questi sistemi tampone avranno un buono o ottimo sviluppo nel territorio. Ho solo un dato del Veneto secondo cui sono state ricreate fin'ora circa 3000 Km lineari di fasce tampone con i vecchi PSR; quindi stiamo parlando di numeri abbastanza importanti. Un aspetto che interesserà sempre di più i pianificatori/decisori, sarà quello di monitorare o predire gli effetti a scala ampia delle fasce tampone sulla riduzione degli inquinanti: quante tonnellate di azoto vengono rimossi mediamente all'anno dai 3.000 km di fasce tampone rispetto alla laguna di Venezia? Questa è un pò una domanda a cui bisogna pensare di rispondere cercando di dare delle stime realistiche. Il primo problema, come illustrava la Dott.ssa Nuvoli, è un problema di stimare quanto dell'azoto che io ho immesso nei campi, in base alle caratteristiche dei suoli, alle coltivazioni, al meteo etc., arrivi ai corpi idrici, sia superficiali che profondi. Questo si può fare in tanti modi; da quanto detto, sembra che nella Regione Toscana ci sia un approccio molto semplificato, e cioè si stimi una perdita percentuale fissa rispetto al distribuito; in alternativa si può ricorrere a dei modelli che simulano le perdite dal campo in diversi scenari di uso del suolo; ad esempio in Veneto si usa MACRO-SOIL N.

La domanda successiva è quella di sapere la quantità di inquinanti che viene rimossa dalle fasce tampone in diversi scenari, se ad esempio si realizzano 3000 Km di fasce, tutte larghe 5 m oppure 10 m, oppure tutte arboree o erbacee etc.; in questo passaggio il problema si complica non poco. Fin'ora l'approccio seguito è stato un pò questo: in un bacino ho tante situazioni diverse, soprattutto dal punto di vista idrologico e tante fasce tampone di tipologia ed ampiezza diversa; tutto questo reticolo di fasce al punto di chiusura del bacino quanto effetto ha avuto in termini di riduzione degli inquinanti? Nei casi migliori in ogni Regione, o bacino idrografico o consorzio di bonifica è presente un sito sperimentale: spesso si cerca quindi di partire da quei dati sperimentali e di estrapolarli, nel modo più sensato possibile, a tutta la variabilità di situazioni che ho in quel determinato bacino; in alternativa posso integrare i dati di quella esperienza sperimentale locale con dati di letteratura ed estendo i valori riportati a tutto il reticolo

interessato. Un'altra opzione poco realistica, sarebbe quella di realizzare una rete molto estesa di impianti di monitoraggio che fotografino con dei dati veri tante situazioni diverse. Peccato che come avete intuito dalle presentazioni precedenti, questo monitoraggio costi molti soldi e richieda un impegno duraturo negli anni. Oppure, posso usare i dati della singola sperimentazione locale per tarare REMM (o altri modelli con stesse potenzialità) e ottenere su base modellistica delle simulazioni credibili per alcuni dei diversi scenari presenti. Per questo REMM potrebbe essere uno strumento molto utile sia per stimare gli effetti della realizzazione di fasce tampone in diversi scenari, sia per quantificare l'efficacia di impianti già realizzati e misurare il beneficio ambientale ottenuto.

SANDRO ANGIOLINI

Esperto agro ambientale e monitor di progetti europei

Fasce tampone e la condizionalità

Farò un intervento articolato su quattro sezioni. La prima sezione riguarda il concetto di Condizionalità, da cosa viene fuori e quali sono le sue basi; la seconda, il testo del Decreto Ministeriale del 22 dicembre 2011 che ha sancito l'entrata in vigore dal 1 gennaio di quest'anno della costituzione di fasce tampone su tutti i corsi d'acqua in questo Paese; la terza sezione affronta l'attuazione delle norme Regionali, cioè l'approvazione di atti di attuazione del DM da parte delle singole Regioni; infine, nella quarta sezione, tratto brevemente alcune problematiche gestionali e di controllo in relazione appunto alla costituzione e al mantenimento di fasce tampone.

La prima domanda non è così banale. Perché continuiamo a spendere il 41% dell'intero bilancio comunitario su un settore che rappresenta poco meno del 2% del PIL dell'Unione Europea? Perché indubbiamente gli agricoltori governano più dell'80% del territorio dell'Unione, se escludiamo tutte le aree urbane, le cave, tutto ciò che in qualche modo non è coltivabile, e quindi da un punto di vista strategico ha senso erogare questo flusso di finanziamenti, anche perché l'attività agricola ha una chiara valenza, sia per la salute umana, la qualità dei prodotti che vengono serviti sulle nostre tavole, sia per la tutela di tutta una serie di risorse naturali.

Quando parliamo di Condizionalità parliamo di Condizionalità agricola. Cosa significa? Da circa 12 anni è stato introdotto all'interno della Politica Agricola Comunitaria un premio unico disaccoppiato, vale a dire: tu sei un agricoltore e hai a disposizione una certa quantità di terreno, indipendentemente da quello che ci coltivi ricevi un premio che dipende da una serie di fattori. Uno di questi fattori, che si è molto evoluto nel corso di questi 12 anni, in particolare dal 2009, è appunto la cosiddetta Condizionalità. In sostanza, un agricoltore firma una domanda per un premio agricolo, in uno qualsiasi dei settori dove questo veniva erogato, nel settore dell'agricoltura piuttosto che nel settore della zootecnia, firma automaticamente anche l'impegno a rispettare una serie di norme minime di gestione delle sue attività agricole o zootecniche. Il punto chiave di questa norma è che, indipendentemente da quanto terreno abbia un agricoltore, dai processi

produttivi che vi attui sopra e dall'entità del premio comunitario che egli riceve, è tenuto comunque a rispettare questo insieme di norme di buona gestione minima.

Le due grandi categorie della Condizionalità sono i Criteri di Gestione Obbligatorie e Le Buone Condizioni Agronomiche e Ambientali. All'atto pratico, per l'agricoltore non cambia molto. Cambia essenzialmente il fatto che le prime derivano dall'applicazione e dal rispetto di norme comunitarie di maggiore importanza, le seconde sono viste come norme che facilitano il rispetto degli adempimenti di varie norme comunitarie ma hanno un livello di importanza leggermente minore.

Molti di voi avranno sentito parlare di Pagamenti Agro-Ambientali; la Condizionalità è un'altra cosa. Spero di avervi chiarito già da adesso che mentre il rispetto di alcune norme minime di Condizionalità è un elemento che ogni agricoltore che riceve un minimo contributo comunitario deve rispettare, mentre i Pagamenti Agro-Ambientali, che sono veicolati da determinate misure dei Piani di Sviluppo Rurale, sono dei premi per azioni e interventi che vanno oltre quelle che sono le norme fissate dalla Condizionalità.

Ho ritenuto importante citare brevemente, a proposito dei Pagamenti Agro-Ambientali, un recente rapporto, uscito nell'autunno dell'anno scorso, della Corte dei Conti Europea, sul sistema dei pagamenti collegati ai miglioramenti agro ambientali. Tanto per darvi un'idea parliamo di 22,3 miliardi di euro in un arco di circa 8 anni, quindi parliamo di soldi importanti. Il rapporto ha criticato vari aspetti di questo sistema di erogazione di premi e voglio citare alcune di queste critiche perché poi vedrete che ritorneranno anche nelle problematiche per la gestione delle fasce tampone o per lo meno una parte di queste potrebbe ritornare.

La Corte dei Conti diceva che gli aiuti sulle misure agro ambientali tendevano ad essere poco concentrati, cioè molti stati membri applicavano questi aiuti in maniera molto orizzontale senza fare distinzioni tra zone dove effettivamente le risorse ambientali erano a maggiore rischio ed altre dove lo erano meno, e che, soprattutto, non c'era un monitoraggio degli effetti di questi miglioramenti agro ambientali che permettesse di valutare quanto fosse stato speso bene quell'aiuto, cioè se poi alla fine aveva conseguito quei miglioramenti sulle risorse ambientali che in teoria li dovrebbe giustificare.

Cosa cambierà tra un anno e mezzo? E' in corso un intenso negoziato per quanto riguarda la nuova fase della Politica Agricola Comunitaria. La Politica Agricola Comunitaria ha delle stagioni di 7 anni, siamo dentro un periodo che va dal 2007 al 2013 quindi ci stiamo avvicinando al periodo che coprirà l'arco di tempo compreso tra il 2014 e il 2020. La bozza di riforma che è stata presentata il 12 ottobre scorso dal Commissario Europeo Ciolos, è impostata su alcuni punti fondamentali, alcuni dei quali molto positivi, come ad esempio fissare un tetto massimo all'ammontare di aiuti che ogni azienda può ricevere, la proposta è 300.000 euro, attualmente ci sono aziende agricole che ricevono milioni di euro di contributi comunitari perché hanno superfici molto elevate; allineare questo premio per fare in modo che dal 2019 sia uguale in tutti i Paesi membri dell'Unione, il che significa sostanzialmente abbassarlo per Paesi come il nostro e alzarlo per Paesi dell'Est Europa che sono entrati più di recente, come due vasi comunicanti si abbasserà nei Paesi storicamente membri dell'Unione e si alzerà nei Paesi dell'Est Europa. Ma le novità più importanti che conducono al tema che sono stato chiamato a trattare sono il fatto che un terzo circa dei contributi comunitari dipenderà dal rispetto di alcune condizioni ambientali, tra cui verrà di fatto resa obbligatoria la rotazione sulle proprietà degli agricoltori e – per lo meno questa è la proposta, ripeto, e dovremmo sapere come va a finire entro questa estate per il semplice fatto che ci saranno le elezioni presidenziali in Francia entro il 6 maggio, e dato che la Francia è il Paese che ha la più alta quota di PIL agricolo, è chiaro che il nuovo Ministro dell'agricoltura Francese vorrà dire la sua prima di approvare la versione definitiva al Consiglio dei Ministri entro la fine del 2012. La novità principale della riforma della PAC così come è stata finora proposta è che un terzo dei pagamenti si verificheranno rispetto ad una serie di condizioni ambientali tra cui il lasciare almeno il 7% della superficie aziendale a zone di interesse ecologico; queste zone rappresentano la trasposizione ideale per una fascia di terreno adibita a fascia tampone.

In termini legislativi, poco più di due mesi fa, lo Stato Italiano ha approvato un Decreto Ministeriale (n. 27147) che ha per la prima volta sancito l'obbligo generalizzato di creazione di fasce tampone lungo i corsi d'acqua nel nostro Paese. Queste fasce tampone possono essere inerbite oppure arboree, possono essere frutto della successione vegetativa naturale oppure frutto di impianto specifico, intenzionale, le due cose importanti sono che vengono considerate come ampiezza a partire dal punto più alto dell'argi-

ne scavato dal corso d'acqua e che devono essere considerate al netto delle strade, a meno che le strade non siano inerbite. Per spiegarci, se io ho nel mezzo una strada, o lascio che l'erba ci cresca sopra, allora mi conta come fascia, oppure devo crearmi una nuova strada oltre i 5 m di distanza con gli oneri connessi. Laddove ho delle pendenze ci possono essere delle problematiche specifiche.

Quali sono gli obblighi che entrano in vigore su questa fascia di 5 metri? Essenzialmente due: non si possono lavorare e non si possono distribuire dei concimi di tipo inorganico. Inoltre, la concimazione organica o con liquami, fertirrigazione, è soggetta a delle norme specifiche. Il Decreto è abbastanza succinto, di fatto tre pagine scarse.

Veniamo alle esclusioni dall'obbligo; tutti i corsi d'acqua che fanno parte di una rete di irrigazione artificiale, quindi che non hanno acqua propria oppure i corsi d'acqua pensili o comunque quelli che hanno margini rialzati rispetto al livello del corso d'acqua. L'altra esenzione di applicazione più comune è che sono esclusi i corpi adiacenti gli oliveti ed i pascoli permanenti. C'è un documento molto interessante per chi vuole approfondire questo tema che è la proposta della Rete Rurale Nazionale fatta al Ministero per l'applicazione di questo nuovo standard di Condizionalità, la trovate sul sito della Rete Rurale Nazionale che è praticamente un network di varie amministrazioni e gruppi leader che si occupano di discutere gli impatti della politica agricola, quindi se andate sul sito del MIPAAF, il Ministero delle Politiche Agricole poi arrivate anche a questo, lì era proposto che fossero esclusi anche i vigneti ma questa proposta non è stata accolta.

Inoltre non è dovuta l'estirpazione di impianti già esistenti, perché capite che in tante situazioni – e mi riferisco soprattutto alle zone non interessate a Direttiva nitrati – uno a ridosso, a 1 m dall'argine può trovarsi anche con vari tipi di impianti arborei; sono esenti da divieto di lavorazione i terreni posti in zone classificate come montane, credo per ovvie ragioni di prevenzione del rischio idrogeologico, per poter intervenire laddove ci possono essere rischi particolari, quindi c'è bisogno di effettuare lavorazioni sul terreno; sono infine esenti da obblighi le risaie e i terreni comunque stabilmente inerbiti, perché l'elemento fondamentale per esplicitare le numerose azioni positive di una fascia tampone è il fatto che ci sia un apparato radicale che permette di assorbire le sostanze azotate nonché la possibile deriva sia atmosferica sia il ruscellamento di altre sostanze chimiche.

Questo è il Decreto ma la cosa forse più interessante è che le Regioni avevano tempo fino a ieri (quindi io parlo in un contesto temporale molto particolare...), per adottare dei propri atti che modulassero le norme di questo DM a seconda del contesto della propria regione. E, in particolare, il DM dava la possibilità alle Regioni di variare la fascia di profondità standard, cioè quella di almeno 5 m, in funzione dell'accertata qualità delle acque di quel corso, in questa maniera: se lo stato attuale del corso d'acqua era classificato come scarso o pessimo non c'era verso, si doveva tenere almeno i 5 m di profondità; se sufficiente o buono si poteva scendere a 3 m; se lo stato attuale del corso d'acqua veniva classificato come ottimo si poteva fare a meno di creare la fascia tampone.

Inoltre, altra possibilità di modulare le norme del Decreto era che in presenza di frutteti o vigneti inerbiti dove sono in atto coltivazioni di tipo integrato o di tipo biologico è possibile attuare la fertirrigazione, la distribuzione di liquami.

Visto il particolare momento non avevo a disposizione 21 atti delle varie Regioni Italiane per poter fare una valutazione di insieme, quindi ho sentito tre regioni. È chiaro che se non ci sono provvedimenti regionali si applicano tal quali le norme del DM.

Ho potuto analizzare gli atti approvati da queste tre Regioni, Toscana, Lombardia e Marche. La principale differenza è che, mentre Lombardia e Marche hanno introdotto questo tipo di flessibilità in funzione della qualità dei corsi d'acqua, così come normata all'interno dei Piani di bacino o altri documenti del genere, la Toscana ancora non l'ha fatto. La Toscana è sempre in tempo tra tre mesi a fare un'integrazione a quest'atto, però attualmente è così e per questo voi capite, se iniziate a fare un po' di conti è una regione in cui non c'è una grandissima tradizione di fasce tampone, specialmente un proprietario che per caso ha il terreno laddove passi nel mezzo un corso d'acqua, 5 m da una parte e 5 m da un'altra, non tutti la prendono bene... Inoltre, altro elemento di contesto importante da considerare, in circa poco più della metà delle Regioni Italiane sono in vigore, quindi lo saranno fino al 2013 compreso, misure dei Piani di Sviluppo Rurale che finanziano il mantenimento delle fasce tampone. Da quest'anno le fasce tampone sono requisito minimo, il loro mantenimento però può essere finanziato se le Regioni attivano delle determinate misure, di solito sono la 214, che comprende in generale miglioramenti agro ambientali, la

216 e la 227 che riguardano appunto l'uso non produttivo dei terreni in zone agricole o in zone forestali.

Ho provato a pormi dei problemi di interpretazione della norma, o comunque di gestione di questo nuovo vincolo che viene posto e che è un vincolo molto delicato perché – ripeto – un conto è dire a un agricoltore “tu certi prodotti non li puoi usare, devi usare questi altri” oppure “non puoi smantellare le terrazze che hai sulla tua proprietà”, vincoli di questo genere ce ne sono molti (anche il benessere animale ecc.), però un altro conto è dirgli “in questa fascia di terreno le possibilità produttive si riducono drasticamente”, per cui ci si spinge molto vicini ai diritti di proprietà di questi soggetti, per questo è secondo me una novità che va affrontata con la dovuta attenzione e con una certa cautela.

Quali utilizzi di tipo agricolo? Noi ci troviamo con fasce che non possono essere concimate, non possono essere lavorate, di fatto non ci possono essere dati neanche dei pesticidi perché, anche se formalmente non c'è il divieto di trattamento su queste aree, di fatto c'è perché nelle norme specifiche sulla distribuzione di tutta una serie di antiparassitari e pesticidi ecc comunque è scritto che bisogna rispettare una distanza dai corsi d'acqua che equivale di solito almeno a 5 m, quindi non posso che fare un'agricoltura molto estensiva, permacoltura, però di fatto mi sento di dire che le vedo come fasce vocate per utilizzi non agricoli.

Quale utilizzo a fini turistici? E' chiaro che non posso farci delle ciclo vie perché le devo mantenere inerbite, non posso creare una fascia di 1,2 m in mezzo ai salici e ai pioppi perché inizia ad entrare in contrasto con quelle che sono le finalità originarie di questo nuovo vincolo, però senz'altro posso ripulirla ogni tanto, fare un'attività di taglio che mi lasci libero 50-60 cm di camminamento dove gli agro turisti della mia proprietà possono fare una lunga camminata, senz'altro abbastanza illuminata perché sono su una fascia di 5 m che da un lato ha la fonte di luce che arriva dal corso d'acqua, dall'altro dal campo, quindi è perfettamente plausibile pur con il mantenimento del vincolo e credo che abbia potenzialità e fini ricreativi notevoli.

La cosa è un po' più complessa per quanto riguarda gli utilizzi a fini forestali. Uno si potrebbe chiedere; perché non praticare una pioppicoltura di un certo tipo per produrre biomassa, per produrre carta, per alimentare delle caldaie ad alta efficienza, e così via, e vi devo dire che un funzionario del Ministero dell'Agricoltura mi ha detto “a questo eventualità ci abbiamo

pensato un po' meno, vediamo come gestire questa cosa perché c'è il rischio di andare fuori dai vincoli e dai limiti che questo strumento vorrebbe darsi". Quindi sulla frequenza del turno di taglio, su come attuarlo, mi è sembrato di capire che devono chiarirsi ancora un po' le idee.

Poi c'è un altro problema, queste saranno delle fasce che per chilometri seguiranno un corso d'acqua, però ogni tanto ho anche bisogno di punti di accesso al corso d'acqua per fare degli interventi di manutenzione che evidentemente rompono la continuità di questa fascia; questi non vengono citati nel DM. I 2,5-3 metri forse è meglio che li lasci, magari inerbiti, anzi è logico inerbiti, però forse anche qui ci vorranno delle linee guida perché altrimenti il dubbio potrebbe venire agli organismi che effettuano un controllo. Perché laddove si spendono soldi ci sono sempre dei meccanismi di controllo, in Italia ci sono AGEA a livello nazionale, ARTEA a livello regionale qua in Toscana, che affidano ogni anno dei controlli a campione sulle varie proprietà, quindi occorre che a monte si abbia chiaro cosa debba essere perseguito e cosa non può essere perseguito. C'è inoltre una problematica di questo tipo, cioè come si misura il beneficio apportato alla risorsa idrica dalle fasce tampone?

La logica vorrebbe: vediamo come si evolve la qualità del corso d'acqua interessato dall'istituzione delle nuove fasce tampone però magari ci vuole un lasso di tempo comparabile con la durata del vincolo, anche questa non è una cosa del tutto pacifica, per cui è bene che nella Circolare di Coordinamento che AGEA emanerà per tutti i soggetti che effettuano questo tipo di controlli, vengano chiarite queste cose. Ho potuto verificare che dal 2011 però i controlli si effettuano quasi esclusivamente attraverso foto-interpretazione, cioè non con visite dirette sul posto. Questo mi è stato detto dalla responsabile di ARTEA per quanto riguarda i controlli sulla Condizionalità. Su come si possa verificare se non sono state fatte lavorazioni senza dei controlli diretti sul posto io ho dei dubbi, però questo è l'approccio e la prassi. A dire il vero c'è anche una piccola quota di aziende su cui viene fatto tutt'ora un controllo diretto sul campo però la stragrande maggioranza dei controlli si effettua in questa modalità remota.

GIUSTINO MEZZALIRA

Veneto Agricoltura

Le Fasce tampone e la filiera delle biomasse

Il Veneto è, per il caso come spesso accade in queste cose, la regione del nostro Paese dove sostanzialmente si è iniziato a parlare di Fasce Tampone. Mi piace ricordare che ormai sono passati venti anni dalla prima pubblicazione tecnico-scientifica che faceva il punto su cosa sono le Fasce Tampone. Allora le esperienze in Italia erano assenti e si cercavano a giro per l'Europa esperienze interessanti da "portare a casa". In Francia, nel Nord, a Reims alcune applicazioni e ricerche mostravano il ruolo e la funzione di queste fasce di alberi. I sistemi ripariali o zone tampone sono da sempre appartenenti alla nostra tradizione, quella della pianura veneta come di tutta la valle del Po, delle pianure litoranee costiere del Veneto e di altre pianure italiane; bordare il corso d'acqua naturale o artificiale che fosse, con dei filari, era normale fino a 40-50 anni fa, diciamo fino alla fine degli anni '60; riapplicare questi sistemi con nuova cognizione e funzione era quindi in un certo senso riscoprire qualcosa che l'antichissima sistemazione agraria del nostro Paese ci aveva già consegnato. Non solo questi sistemi erano già stati scoperti e adottati ma anche razionalizzati come una forma moderna e produttiva soprattutto dal punto di vista economico. Associare produttività economica e alberi appare un po' *demodé* perché quando si parla di vegetazione, di margini di corsi d'acqua si ha normalmente la tendenza ad anteporre il paesaggio, la biodiversità, i corridoi ecologici alle normali esigenze di ordinaria conduzione di un'azienda agricola. Ci si dimentica tuttavia che fino a 50-60 anni fa la riva boscata di un corso d'acqua era una parte produttiva, né più né meno del resto dell'azienda, anzi l'interno stesso del corso d'acqua veniva usato per esempio per la raccolta di erbe, come le carici, usate per impagliare le sedie, etc, etc..

Una ventina di anni fa nel Veneto abbiamo iniziato a interrogarci su quale pianura desiderassimo, quale paesaggio agrario e quale spazio per la natura selvatica. Si ricordi che già alla fine degli anni '80 che è iniziato il lungo processo di riforma della PAC che poi, con le misure di accompagnamento alla riforma Mc Sherry del '92, ha gettato le basi per processi che oggi stanno andando a pieno compimento. Il regolamento 2078/92 è di fatto

l'anticipazione delle cose che oggi, esattamente 20 anni dopo, troviamo applicate a grande scala dalle misure di condizionalità, come ha già illustrato il Dott. Angiolini. Già da allora dunque era opportuno interrogarsi su come dare una dimensione economica alla riscoperta di un uso funzionale della riva che ci permettesse di ottenere due fondamentali obiettivi: da un lato usare le fasce ripariali come zone di mitigazione dell'impatto involontario dell'agricoltura; dall'altro evitare che fossero percepite dall'agricoltore come un'imposizione talvolta avvertita anche come lesiva del reddito perché inficiante sulla superficie utile aziendale.

Ecco che abbiamo dato a questo problema una risposta banale nella misura in cui è stata la stessa risposta già data secoli fa dai nostri antenati. La fascia di rispetto, che oggi chiamiamo o con termini tradotti dall'inglese *buffer strip* o *buffer zone* o alternativamente Fascia Tampone, altro non è che qualcosa già presente nella nostra tradizione e nella cultura dei nostri vecchi antenati e chiamata con nomi tipici comunque volti a indicare la stessa cosa cioè: la riva alberata o inerbita vicino al corso d'acqua. Dunque se già storicamente questa zona è risultata redditizia e utile per l'agricoltore doveva e potrà continuare ad esserlo anche nelle nuove applicazioni. Siamo arrivati dunque abbastanza rapidamente alla conclusione che un suo uso produttivo dovesse essere garantito e non ci fosse niente di contraddittorio nel proporre una produzione in un'area ad elevata valenza ambientale. Siamo giunti sostanzialmente ad impostare un ragionamento dove il concetto di produttività della fascia tampone potesse essere associato a reddito attraverso la produzione di biomassa ad uso energetico.

Prima di illustrarvi alcune esperienze sul campo, volevo brevemente ripercorrere come negli ultimi anni ci sia stata nel nostro Paese di fatto una riscoperta di questa tradizionale fonte di energia che è il legno.

Quando parliamo di rinnovabili in Europa, di fatto stiamo parlando non di fotovoltaico o di eolico, ma bensì fondamentalmente di biomasse. Per rendere l'idea della rilevanza del settore si ricordi che in questo momento nell'Unione Europea a 27 paesi, i due terzi dell'energia rinnovabile, intendendo per energia quella elettrica, termica e per i trasporti, deriva da biomasse utilizzate a scopi energetici. Su questi aspetti in Italia ci siamo un po' "addormentati" ma sappiamo tutti che da noi, in Toscana o nel Veneto, sono frequentissimi i vecchi caminetti o le moderne stufe a pellet. Questo rende immediatamente immaginabile che si usa tanta biomassa a scopi

energetici, ma i numeri parlano ancora più chiaro, si veda il rapporto PAN, che è lo strumento che l'Italia ha dovuto adottare per adeguarsi alle Direttive Europee della strategia 20-20-20. Se ragioniamo un po' sui numeri del rapporto si osserva che, la fonte rinnovabile che tutti hanno comunemente in mente come fondamentale e che indirizza le politiche energetiche nazionali è il fotovoltaico, per la quale il PAN da un obiettivo di produzione al 2020 di 829 ktep, alla stessa scadenza le biomasse rappresenteranno una produzione di energia da fonti rinnovabili di un ordine di grandezza più grande, e ciò nonostante che nella programmazione nazionale dell'Italia non sia mai stata poi così orientata a quel settore.



Figura 1: Stima al 2020 del contributo sul consumo finale di energia previsto per ciascuna tecnologia che usa energia rinnovabile in Italia in ktep (fonte: PAN, elaborazione dati Aiel)

Se poi andassimo a vedere da cosa sono rappresentate queste biomasse a scopi energetici troviamo sì il biogas da matrici verdi ma fondamentalmente continuiamo a parlare di legno. D'altra parte analizzando la situazione qui in Toscana dove ci sono oltre un milione di ettari di territorio boschivo, qualche lampadina si accende quando si parla di biomasse; anche per esperienza professionale passata infatti so che la Regione sta giustamente dando molta importanza allo sviluppo di questo settore.

Per spiegare bene perché in fondo ci stiamo svegliando da questo lungo torpore, porto questo esempio che normalmente mostro anche ai sindaci dei comuni e che è illustrato dal grafico seguente.

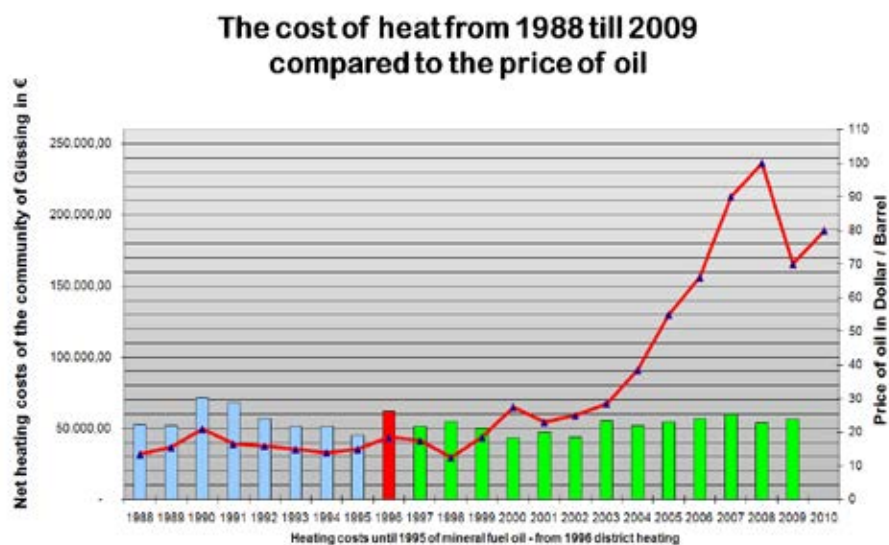


Figura 2: Costo del riscaldamento dal 1988 al 2009 comparato al prezzo del riscaldamento da combustibili fossili per la comunità di Güssing

Gli amministratori di locali di questa piccola comunità, un paesino di 3000 abitanti nel Burgenland, la più povera delle regioni austriache, illuminati da un visionario ingegnere hanno deciso che invece di continuare a comprare combustibili fossili, gas, gpl, gasolio, per riscaldare le abitazioni, avrebbero optato per una rete locale di teleriscaldamento alimentata a biomassa. Il paese è coperto per il 50% da boschi, in mano fondamentalmente ai contadini, un po' come in Toscana, la proprietà di questi boschi è privata agricola. Gli amministratori di fatto hanno consorziato 22.000 proprietari per la fornitura di legno e dal giorno dopo hanno cominciato a riscaldare tutte le loro case e i loro edifici con una rete locale di teleriscaldamento. Questo grafico mostra l'andamento del prezzo del petrolio negli anni mentre in basso possiamo osservare nell'istogramma la spesa complessiva delle famiglie di Güssing nel medesimo periodo di riferimento 1988-2009. Come si osserva, prima del 1996, anno di costruzione della rete, sostanzialmente all'aumentare del prezzo del petrolio aumentava la bolletta energetica del paese; successivamente alla realizzazione dell'impianto di teleriscaldamento a biomasse la bolletta energetica della comunità si è svincolata completamente dall'andamento dei prezzi dei combustibili fossili. Veramente preveggenze è stato quell'ingegnere che ha consigliato il sindaco

del suo paese, perché il prezzo del petrolio dalla fine degli anni '90 ha cominciato a "schizzare" verso l'alto ed oggi sappiamo che è stabilmente su quella fascia. Il legno invece, poiché il costo energetico della raccolta incide per il 10% del valore della materia, non ha subito significative variazioni di costo; ovvero la componente energetica necessaria per la filiera non modifica più di tanto il costo dell'energia che sto raccogliendo, quindi di fatto il prezzo del sistema del riscaldamento del paesino di Güssing è rimasto costante. Immagino ovviamente che questo borgomastro sia stato rieleto dai propri cittadini perché le sue scelte hanno prodotto un bell'effetto sulla bolletta energetica delle singole famiglie e questo è più convincente di qualsiasi altra promessa elettorale.

Ecco il perché di un ritorno prepotente anche se non così sostenuto delle biomasse che non sono incentivate come altre fonti: l'eolico e il fotovoltaico che hanno avuto il boom grazie agli incentivi statali derivanti da un prelievo imponente dalla nostra bolletta energetica; per le biomasse le politiche di incentivo sono molto meno necessarie, come è facilmente intuibile anche dall'analisi delle nostre scelte domestiche che ci vedono preferire la stufa a pellet o di nuova generazione a ceppi non certo perché siamo pagati per installarle ma per convenienza economica. Il ritorno all'uso del legno a fini energetici ha avuto una spinta economica in sé, non legata strettamente a politiche di sostegno e di incentivo.

Analizzando queste cose, è facile dedurre che c'è un gigante nel settore energetico delle fonti rinnovabili che si chiama legno; "dorme", è lì tranquillo, lo consideriamo una risorsa tradizionale, marginale o complementare, eppure è lì che lavora per tutti quanti noi ed ha un enorme potenziale. Finalmente questo gigante si sta svegliando e chiunque anche chi ha gli occhi un po' addormentati sta cominciando a pensare a come sfruttare questa opportunità. Nel caso della pianura veneta, come avete presente, il paesaggio è privo di boschi, rilegati perlopiù alla montagna, tuttavia le risorse legnose ricoprono meno del 20% del territorio del Veneto. È dunque importante pensare a come valorizzare altre possibili risorse legnose che ancora oggi non esistono ma che con i rapidi tempi di accrescimento pluriennale potrebbero rendersi produttive non in 30-50 anni ma in 3-5 anni, se si considerano i tempi di raccolta di un legno ceduo a corta rotazione lineare o a pieno campo. Non ultima un'opportunità importante la danno le produzioni legnose del "fuori foresta". "Fuori foresta" è un altro neologismo, come Fascia Tampone, anche questo deriva da una traduzione let-

terale di un termine straniero, in questo caso francese. Sono stati i francesi infatti i primi ad aver usato l'espressione *dehors forêts* per intendere l'insieme degli alberi e degli arbusti coltivati per finalità produttive, ecologiche, protettive, igieniche, estetiche e ricreative in contesti di tipo non forestale. Il fuori foresta è rappresentato da tutta la vegetazione produttiva che non appartiene ai boschi ed esclude quindi i parchi ed i giardini strettamente detti; ovviamente le Fasce Tampone appartengono a tale sistema.



Figura 3: Esempio di paesaggio Veneto pianiziale con Fasce Tampone appartenenti al sistema fuori foresta

Questo che vedete è un tipico paesaggio della fascia delle risorgive, che si trova ai piedi delle Alpi, a 10-15 Km dalla catena montuosa, dove le acque, infiltratesi nei materassi alluvionali più grossolani della pedemontana, riemergono quando incontrando i primi strati argillosi o torbosi e danno origine a tutta una serie di fiumi. È un ambiente e un paesaggio agricolo di grandissimo pregio. Come vedete in questo contesto è naturale che gli agricoltori piantino lungo i fossi e gli scoli filari di alberi, e ciò avviene non perché c'erano le misure del 2078 o la attuali della 214, ma piuttosto perché, per tradizione millenaria, è abitudine piantare al bordo del campo filari di pioppi, salici, platani o ontani, che trattati a turno breve, (*short rotation forestry*) permettono la produzione di legna da ardere per la casa.

Da un lato la necessità di impiantare Fasce Tampone per la protezione delle risorse idriche dall'altra parte una storica, secolare tradizione di piantare alberi lungo i canali; è naturale che queste fasce finiscano ad essere periodicamente raccolte, così come è naturale che se pianto un vigneto lo poto tutti gli anni. Se pianto una fascia tampone boscata, ogni 3-5 anni raccolgo l'interesse del capitale sotto forma di legna.

Quello che adesso stiamo ipotizzando a grande scala è di arrivare ad avere nella nostra pianura un sistema dell'ordine di 60-80 m lineari di Fasce Tampone boscate per ettaro. Sistema che poi di fatto creerà una rete che si estende dalle zone di bassa, media e alta pianura e funzionerà sia da sistema paesaggistico, rete ecologica. Questo rete rappresenterà una vera e propria compresa forestale, cioè un insieme di particelle che regolarmente coltivate genereranno un costante *output* in termini di legname, nel nostro caso sarà soprattutto biomassa a fini energetici o più volgarmente "legna".

Dunque anche in Toscana ci si accingerà a realizzare Fasce Tampone per la protezione delle acque, soprattutto là dove ci sono zone come la Val di Chiana, il lago di Massaciuccoli e la costa tra Livorno e Pisa, alle quali la Direttiva Nitrati richiede una maggiore tutela dei corpi idrici. L'augurio è che possano essere realizzati decine migliaia di Km di filari lungo fossi, scoline e quant'altro, ricostruendo anche il paesaggio del territorio. Qualora ci sia l'interesse a sfruttare questi sistemi anche per fini energetici, come la Regione sta già facendo per la valorizzazione dei boschi, la nostra lunga esperienza ci permette di suggerire 4 *step*, dal mio punto di vista fondamentali, per ottenere tale valorizzazione delle Fasce Tampone.

Il primo aspetto che dobbiamo assolutamente tener presente è che per piantare questi filari non ci si può improvvisare; dal punto di vista della tecnica per la realizzazione degli impianti e per la loro gestione ci deve essere sin dall'inizio un criterio di razionalità che ponga dei paletti. La domanda da porsi è dunque come riuscire a piantare nel modo più efficiente possibile il sistema, impedendo che i costi d'investimento iniziali mi inficino poi sulla redditività nel lungo periodo. È giusto allora immaginare, a partire dalla vivaistica, quali materiali sia più opportuno usare; l'esperienza ci suggerisce piantine di tipo forestale, perchè costano molto meno, ma non è sufficiente; devo adottare tecniche agronomiche per l'impianto, perchè sto lavorando in terreni estremamente dinamici. Un esempio di quanto sto dicendo, seppur banale, può essere quello della piantina di

trenta centimetri posta su una riva di un corso d'acqua, dove alla metà di maggio, trovo erbe alte due metri che competono con lei impedendone lo sviluppo. Ecco allora che diviene fondamentale la pacciamatura e la difesa degli individui, e lì c'è la necessità di un'analisi tecnica precisa, pena pagare carissimo, quando si tirano le somme, i costi dell'intervento. E siccome i tempi impongono un estremo risparmio di risorse, è opportuno porre molta attenzione su questo aspetto. Un'altra cosa che forse può risultare banale, ma che la nostra esperienza ci segnala non essere scontata, è la larghezza dell'impianto. Perché va bene realizzare 5 m di fascia tampone ma si tenga presente che le piante poi crescono rendendo difficile la loro gestione all'agricoltore e impediscono una potatura razionale. Il risultato è che poi in fase di gestione si utilizzano macchine inappropriate che producono più un "maciullamento" della vegetazione, quando invece ci sarebbero mezzi che consentono un taglio rapido ed efficiente permettendo di realizzare delle vere e proprie siepi mantenendo la fascia entro lo spazio che l'agricoltore ha deciso di destinarli.



Figura 4: In alto moderni sistemi di piantimazione meccanizzati, in basso fascia tampone appena realizzata con pacciamatura



Figura 5: Moderne macchine per la manutenzione della fascia tampone boscata e la raccolta della biomassa legnosa

Un secondo aspetto fondamentale è quello legato alla necessità di ottenere una dimensione economico-energetica congrua. La raccolta dovrà essere periodica, con il turno che oscillerà tra i 3, 5 e i 7 anni al massimo, anche perché altrimenti si comincia ad avere un'imponenza delle dimensioni dei vegetali che prende molto più spazio di quello che previsto di destinargli. È bene anche qui avere le idee chiarissime: si interviene solo con cantieri ad alta meccanizzazione, in pianura ciò è ovviamente più facile, ma ci sono esperienze anche in situazioni diverse. Per altro a Firenze esiste il CNR IVALSÀ che è il centro di competenza nazionale in materia. È dunque opportuno studiare come razionalizzare i cantieri e la raccolta per essere efficienti. Normalmente si adottano tre macchine: una "battitrice" che è essenzialmente una cesoia idraulica, una macchina per il concentramento a bordo campo e un cippatore che mi concentri grossi volumi.

Un terzo aspetto, al quale come Regione Veneto e come Veneto Agricoltura teniamo molto, è che tutto questo processo di valorizzazione sia gestito

direttamente dalla stessa azienda agricola, singola o associata o al limite in collaborazione con altre aziende agricole e il consorzio di bonifica. È il Consorzio insieme agli agricoltori che può dare alla raccolta e alla trasformazione una dimensione tale da rendere efficiente anche il sistema di valorizzazione a valle. Le forme più efficienti e moderne per la gestione di questa filiera energetica non sono rappresentate da singoli agricoltori che operano in maniera scollegata, raccogliendo e vendendo singolarmente la propria produzione di legna, ma piuttosto da un sistema che gli coinvolga tutti, coadiuvati da un soggetto specializzato nella raccolta e trasformazione. Questa forma praticamente rende protagonisti gli agricoltori fino anche all'opportunità di vendere direttamente il "servizio calore" a valle, e non più semplicemente la biomassa. Questa soluzione è ovviamente molto più vantaggiosa e redditizia per il singolo agricoltore, tanto da trasformarsi quasi in una scelta obbligata. Si possono adoperare tecniche oggi molto diffuse nell'Europa centrale, le cosiddette *contracting*, dove i proprietari della biomassa stipulano direttamente contratti di fornitura del servizio di riscaldamento con i sindaci, le pubbliche amministrazioni e i privati, occupandosi della gestione di tutto il servizio fin'anche alla caldaia installata in casa. Di fatto divengono i gestori e venditori di un servizio integrato calore, che possono offrire al 10-20% del costo normalmente sostenuto nel caso di un riscaldamento funzionante a combustibili fossili.

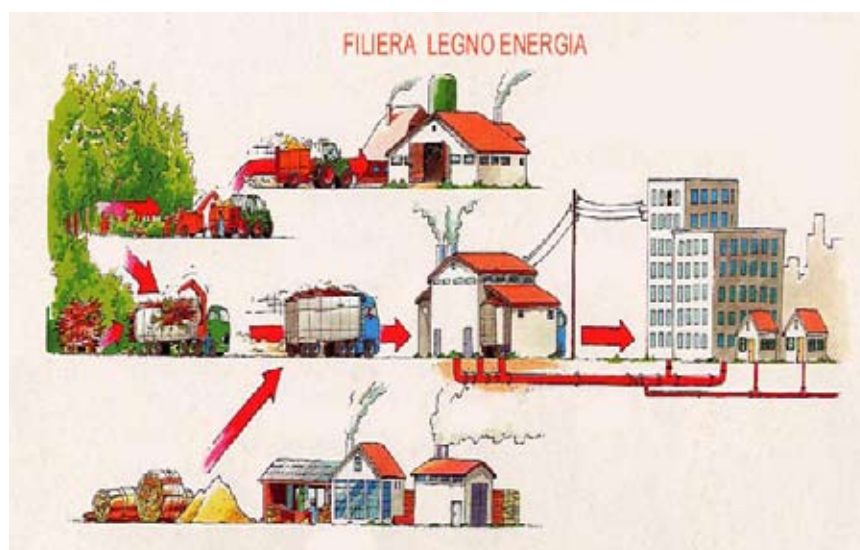


Figura 6: Filiera legno-energia, schemi di funzionamento

L'ultimo aspetto è quello del coinvolgimento degli Enti locali. La Toscana, come il Veneto, ed in generale tutta l'Italia è costituita soprattutto da decine e decine di migliaia di piccoli borghi e di contrade che sono la dimensione ideale per realizzare reti di teleriscaldamento; reti da 50-100 famiglie sono la dimensione ottimale per raccogliere quello che il territorio ha prodotto dai boschi o dai sistemi di fasce tampone e sfruttarlo per il riscaldamento delle case.

Per concludere è necessario accennare alla dimensione produttiva che questi sistemi possono avere. La premessa è che i sistemi di Fasce Tampone Boscate sono nella condizione ottimale per la produttività degli alberi, poiché c'è disponibilità di acqua garantita dal fosso da una parte, disponibilità di nutrienti garantita dal campo ed infine il sole dalla mattina a sera per la mancanza di ostacoli. Una Fasce Tampone può produrre, arrivati alla massima produttività degli alberi, fino a 15-20 tonnellate di sostanza secca per ettaro anno.

Tipologia	Contesto	Produttività (tss/ha anno)
Fasce tampone	Rete idrografica	15-20
Bande boscate	Rete autostradale	10-15
Vigneti	Pieno campo	1-1.5
SRF	Golene fluviali	10-15
	Sistemi forestali filtro	
	Aree alluvionabili	

Tabella 1: Produttività in termini di sostanza secca per ettaro anno

In Veneto si è realizzata una simulazione immaginando che, con l'applicazione della Condizionalità e del Greening, si realizzino circa 40.000 Km di Fasce Tampone Boscate, di cui 3.000 Km sono già in essere.

Tipologia	Contesto	Chi paga?	Potenzialità del sistema	Potenziale produttivo (tss/anno)
Siepi e Fasce Tampone	Bordi dei campi Viabilità campestre Rete idrografica	PSR – Misure agro-ambientali e condizionalità	40.000 km	400.000
Bande boscate	Rete autostradale	Gestori strade a pedaggio	2.000 ha	20.000
Arboreti da legno	Pieno campo	PSR - Misure forestali	3.000 ha	10.000
SRF	AFI SFF Aree alluvionabili	Consorzi di Bonifica Gestori depuratori Gestori acquedotti	3.000 ha	40.000
TOTALE				470.000

Tabella 2: Potenziale produttivo nel 2020 in tonnellate di biomassa secca all'anno

Decuplicare la potenzialità di qui al 2020 appare un obiettivo tutto sommato più che razionale e possibile sfruttando qualche misura del PSR. Secondo queste ipotesi avremmo una produttività in termini di biomassa secca che può arrivare a circa 400.000 tonnellate anno, che per avere un ordine di grandezza è quello che serve a riscaldare circa 100.000 abitazioni. Non una cosa da poco in termini di contributo alle politiche 20-20-20 dell'Unione Europea.

CHRISTIAN FARIOLI, FERNANDA MORONI

Autorità di bacino del fiume Po

Le fasce tampone vegetate: utilità e prospettive per il territorio del bacino del fiume Po

Introduzione

A scala di bacino del fiume Po, la principale causa dell'alterazione della qualità naturale delle acque superficiali e sotterranee è rappresentata dall'arricchimento di sostanze organiche, in particolare di nutrienti (azoto e fosforo) e dal fenomeno dell'eutrofizzazione nei bacini a debole ricambio.

Il controllo dell'eutrofizzazione diventa fondamentale per il recupero qualitativo delle acque interne (fiumi e laghi) del bacino e per l'influenza determinante degli apporti di nutrienti dal bacino alla fascia costiera del Mare Adriatico, ove i livelli trofici delle acque, possono provocare danni economici agli usi attuali del settore della pesca e del turismo.

Le analisi, finora condotte, hanno evidenziato che, per il controllo dell'eutrofizzazione e per la riduzione dei nitrati nelle acque, occorre operare *in modo integrato e coordinato a scala di bacino*, su due ambiti di intervento:

1. la riduzione del carico dei nutrienti prodotto dalle attività antropiche, attraverso azioni mirate sulle sorgenti di generazione dei nutrienti (comparto civile-industriale e agro-zootecnico), in via preliminare nelle aree sensibili e nelle zone vulnerabili;
2. il controllo della veicolazione degli inquinanti dalle stesse sorgenti ai corpi idrici recettori finali, attraverso interventi di razionalizzazione della gestione dei deflussi e di riqualificazione del reticolo drenante di pianura.

La rilevanza delle attività antropiche che operano nel bacino padano può essere evidenziata con i dati che seguono. Nel distretto padano è concentrato il 35% della produzione agricola, il 55 % della produzione zootecnica e circa il 40% di quella industriale rispetto ai valori nazionali e il quadro delle pressioni è sostanzialmente simile a quello della fine degli anni '80 del secolo scorso.

La popolazione umana è circa 17 milioni di abitanti (2008), e si assiste ad una crescente e invasiva urbanizzazione che non trova linearità con la crescita demografica. L'Osservatorio Nazionale sui Consumi di Suolo ha stimato tassi di urbanizzazione che vanno dai due ettari al giorno del Piemonte ai circa dieci ettari al giorno dell'hinterland di Milano. Il fenomeno interessa soprattutto le aree di pianura o fondovalle, dove si trovano i suoli più fertili e di maggiore pregio agricolo e le più abbondanti riserve idriche, connesse al reticolo idrografico principale.

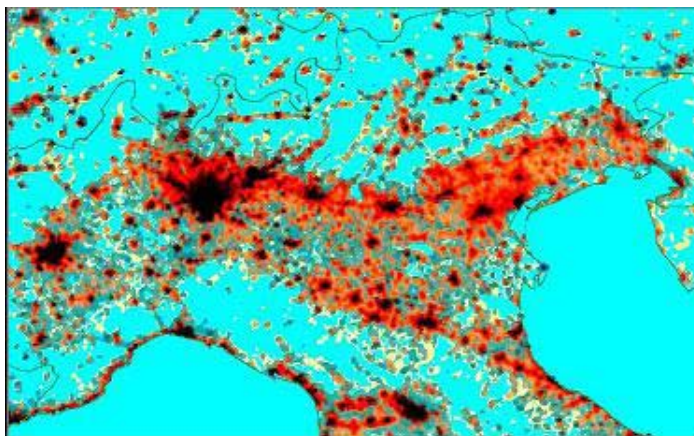


Figura 1: Immagine delle luci, indicatrici del livello e del trend di urbanizzazione (NOAA-NESDIS National Geophysical Data Center, Boulder, Colorado, USA - Azzurro = fondo, nessuna luce/mare aperto; Nero = luce intensa presente nel 1992-93 e nel 2000; Rosso = luce molto più intensa nel 2000. Giallo = luce presente nel 2000 non nel 1992-93 Grigio chiaro = luce soffusa stabile nel 1992-93 e nel 2000; Blu = Luce meno intensa o scomparsa nel 2000).

Si tratta di attività che comportano impatti quali-quantitativi sulle acque, con effetti rilevanti anche sull'Alto Adriatico. Gli importanti interventi messi in atto negli anni scorsi, come quelli volti alla riduzione dei fosfati nei detersivi (DM 7/86) e al miglioramento dei sistemi di depurazione, hanno portato ad una buona riduzione del carico del fosforo. Resta invece elevato il contributo del carico diffuso di origine agro-zootecnica, soprattutto nel territorio di pianura di Piemonte occidentale, Emilia e province rivierasche lombarde, dove si concentra la maggior parte del carico animale. I carichi da trattare restano superiori alle capacità di smaltimento del

settore. Parte del problema è influenzata anche dall'impiego di tecniche non appropriate di gestione degli effluenti zootecnici, di fertilizzazione e di conduzione dei suoli.

BILANCI ANNUALI

	N-NH ₄	N-NO ₂	N-NO ₃	DIN	N tot	P-SRP	P tot	Acqua
	t	t	t	t	t	t	t	10 ⁶ m ³
2003								
pieno	371	137	6081	6589	10820	113	1333	2,6
ordinario	3492	992	75172	79655	90787	1649	4093	23,8
totale	3863	1129	81253	86244	101607	1762	5426	26,3
% pieno	10	12	7	8	11	6	29	8
giorni di piena = 10								
2004								
pieno	1438	384	23102	24924	34139	420	3525	9,1
ordinario	4257	1104	104015	109377	122160	2082	5800	36,3
totale	5695	1488	127117	134301	156300	2502	9325	45,3
% pieno	25	26	18	19	22	17	30	20
giorni di piena = 31								
2005								
pieno	1060	323	18941	20322	28095	376	2959	5,9
ordinario	2303	693	63934	66930	74891	1290	4430	23,0
totale	3431	1015	82775	87252	102786	1674	7389	28,7
% pieno	31	32	23	23	27	22	40	20
giorni di piena = 37								
2006								
pieno	708	192	9847	10747	13651	183	1661	4,0
ordinario	2379	696	84119	87196	103799	1540	4468	25,1
totale	3087	888	93966	97943	117450	1723	6129	29,1
% pieno	23	23	13	14	16	11	23	14
giorni di piena = 19								
2007								
pieno	406	202	11889	12496	16616	308	1951	5,1
ordinario	1150	453	47328	48938	54898	1234	3502	21,2
totale	1564	655	59215	61434	71512	1542	5453	26,3
% pieno	20	31	20	20	23	20	30	19
giorni di piena = 37								

Tabella 1: I carichi di nutrienti nelle diverse condizioni idrologiche in chiusura di bacino (in t/anno).

In particolare il **reticolo idrografico superficiale**, inteso come insieme dei corsi d'acqua artificiali e naturali, a causa delle eccessive pressioni antropiche che ha subito, non riesce più a svolgere quelle funzioni e quei servizi ecosistemici originali che gli consentivano di svolgere il ruolo di "depuratore naturale del territorio" sul carico inquinante, proveniente dalle sorgenti di generazione e veicolati ai corpi idrici recettori.

Riducendo i tempi di corrivazione delle acque (a causa dell'espansione del-

le zone urbanizzate e impermeabilizzate), variando i tempi di ritenzione idraulica nei laghi, eliminando le fasce riparie dei corsi d'acqua sono state, infatti, modificate le modalità ed i tempi di trasporto dei nutrienti, attenuando l'effetto dei fenomeni naturali di abbattimento biochimico degli stessi e aumentando la veicolazione degli inquinanti dalle aree urbane ai corsi d'acqua naturali e ai canali di scolo e/o adibiti all'uso irriguo.

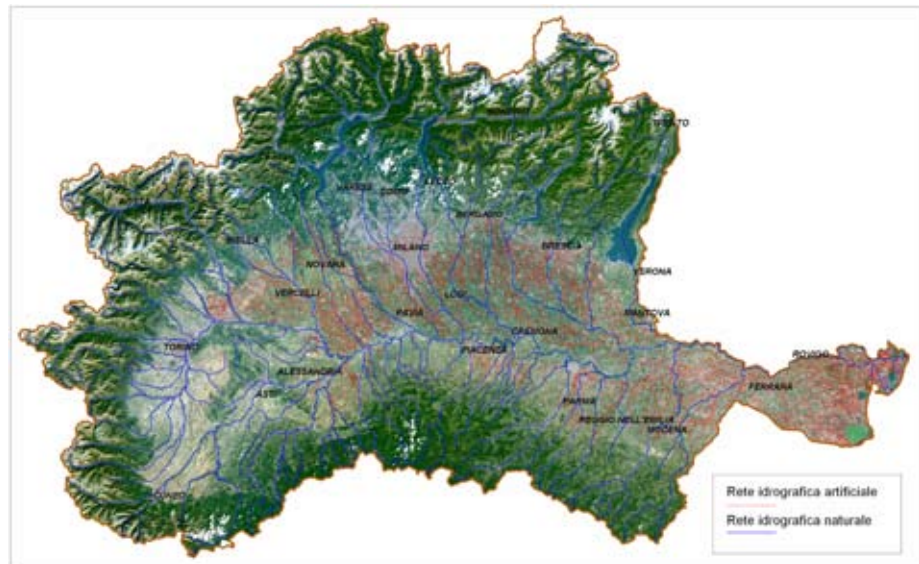


Figura 2: Il reticolo idrografico del bacino del fiume Po

L'attenuazione dei fenomeni di autodepurazione, oltre al degrado generale dell'ecosistema fluviale, è dovuta anche alla riduzione delle portate naturali in alveo, in conseguenza agli eccessivi prelievi delle risorse idriche superficiali per i diversi usi. Del resto, un semplice dato potrebbe sintetizzare chiaramente l'insostenibilità della situazione attuale: tenendo conto di tutti gli usi (compresi quelli idroelettrici, che non consumano risorsa, ma spesso modificano gli elementi idromorfologici di un corpo idrico superficiale), il valore di capacità totale istantanea di prelievo, concesso nel bacino del Po, ammonta a 1.850 m³/s circa, superando quindi il valore disponibile, stimato in circa 1.100 m³/s.

La crescente incidenza di eventi estremi, dovuti ai cambiamenti climatici

in atto, può influenzare la disponibilità dei nutrienti e può determinare impatti non solo sullo stato delle acque interne del bacino, ma anche sulla salinità nella fascia marina di transizione e nell'area più interna del delta del Po. Ne è un chiaro esempio la risalita del cuneo salino nei rami del delta per 20-25 km, avvenuta nel 2003 in coincidenza di portate del fiume comprese tra 200 e 300 m³ s⁻¹. In queste condizioni il sistema deltizio appare particolarmente vulnerabile. Effetti tangibili di questo fenomeno sono già stati ampiamente riscontrati: basti citare l'impatto sui prelievi idrici per l'irrigazione o sulla qualità delle acque di falda non utilizzabili per il consumo umano o animale.

In considerazione dei diversi fattori che rendono complessa la problematica in questione, è evidente che il controllo delle fonti diffuse, che sono significative sia per l'azoto sia per il fosforo, risulta particolarmente difficile e può essere affrontato solo operando a scala di bacino idrografico e non limitandosi alla sola componente continentale. Ed è per questo che le relazioni tra il Po, il suo delta e l'ecosistema marino di pertinenza hanno guidato le attività di pianificazione intraprese fino ad oggi dall'Autorità di bacino del fiume Po.

Le azioni intraprese e il Piano di Gestione del distretto idrografico del fiume Po

Data la rilevanza del fenomeno dell'eutrofizzazione dei corpi idrici, l'Autorità di bacino del fiume Po e le Regioni del bacino, già nel 1998 avevano intrapreso delle azioni per il contenimento dello stesso¹, che sono state il punto di partenza con cui si è proceduto alla redazione del *Progetto di Piano stralcio per il controllo dell'Eutrofizzazione* (PsE).

Il PsE, adottato nel 2001, si qualifica come il primo Piano integrato direttore, contenente i criteri generali e gli elementi di indirizzo per la tutela quali – quantitativa delle risorse idriche a scala di bacino, in adempimento anche alla direttiva 91/271/CEE (direttiva Aree sensibili) concernente il trattamento delle acque reflue urbane e alla direttiva 91/676/CEE (Direttiva Nitrati) relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato da nitrati provenienti da fonti agricole.

¹ “Piano delle direttive e degli interventi urgenti per la lotta all'eutrofizzazione delle acque interne e del Mare Adriatico”, adottato con la delibera n. 24/98 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità.

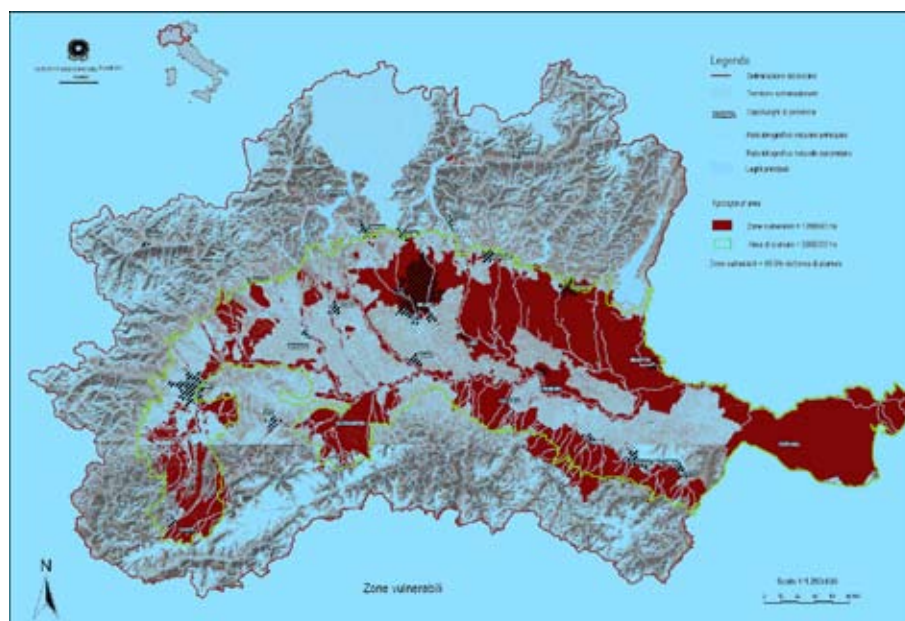


Figura 3: Le zone vulnerabili designate nel bacino del fiume Po.

Secondo i contenuti del Piano, il controllo dell'eutrofizzazione delle acque interne del bacino e costiere dell'Adriatico si deve attuare attraverso una riduzione del carico complessivo di nutrienti tale da assicurare il raggiungimento dello stato trofico ritenuto di riferimento, in termini di valori di concentrazione massima ammissibile fissati per i Grandi laghi prealpini (in quanto strategici ai fini della pianificazione e dell'uso delle risorse) e per alcune sezioni poste lungo l'asta del Po, rappresentative dell'andamento del carico di nutrienti nel bacino.

In considerazione anche di quanto disposto dalle Direttive comunitarie citate, il Piano ha individuato tra le aree d'intervento, di valore strategico per affrontare efficacemente la problematica a scala di bacino, anche il reticolo drenante artificiale, in relazione al ruolo da questo svolto nella veicolazione dei nutrienti.

Per questo ambito di intervento, le azioni previste riguardano:

- rinaturalizzazione delle zone riparie;
- aumento della capacità di invaso delle reti scolanti;
- razionalizzazione dei metodi irrigui e della gestione dei deflussi.

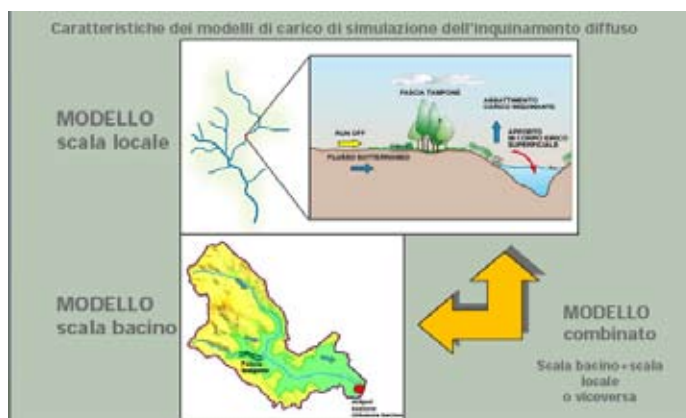
Il PsE è stato attuato attraverso i *Piani di Tutela regionali delle Acque* (PTA), che a loro volta hanno costituito il punto di partenza per l'elaborazione del *Piano di Gestione del distretto idrografico del fiume Po* (PdG Po), adottato nel febbraio 2010 (delibera del Comitato Istituzionale dell'Adb Po n.1/2010) in adempimento alla Direttiva 2000/60 CE (DQA, recepita con il D.lgs 152/06 e smi)

Tra le misure che il PdG Po individua come necessarie al raggiungimento degli obiettivi ambientali fissati dalla DQA, sono comprese anche tutte le misure introdotte dalle Regioni in applicazione del PsE e della Direttiva Nitrati. Inoltre, il Piano prevede che le Regioni procedano alla redazione di Programmi Operativi a scala locale che dovrebbero fornire il dettaglio degli interventi previsti per ciascun corpo idrico naturale e artificiale.

È evidente, quindi, lo stretto legame che intercorre tra il Piano di Gestione e i Piani d'Azione della Direttiva Nitrati, i quali dovrebbero rappresentare uno stralcio della Programmazione Operativa introdotta dalle Regioni in attuazione del PdG Po.

Importanza delle aree tampone per la pianificazione integrata di bacino

Il PdG Po, ad integrazione di quanto già in atto con i PTA, ha individuato le misure specifiche che possono contribuire a promuovere un rallentamento dei processi di degrado ambientale, a incentivare una vera inversione di tendenza nella direzione del ripristino della struttura e funzionalità dei corpi idrici e ad arrestare la perdita di biodiversità.



Tra gli interventi prioritari sono state, quindi, inserite le misure che possono contribuire al miglioramento della qualità e del sistema di gestione del reticolo idrografico di pianura, costituito dalla fitta e capillare rete di corsi d'acqua artificiali adibiti alla funzione di scolo e irrigua, e quelle previste per il ripristino degli ambienti ripariali, in particolare attraverso la realizzazione di fasce tampone boscate e/o arbustive e di ecosistemi filtro di tipo palustre (zone umide artificiali). Operare in un'ottica di riqualificazione di questi ambiti del territorio rappresenta una scelta fondamentale per mantenere o ripristinare le condizioni necessarie per smaltire in maniera naturale le sostanze inquinanti prodotte e per garantire risorse idriche adeguate in termini quantitativi e qualitativi per le diverse esigenze antropiche, oltre che contribuire al mantenimento dei valori identitari del paesaggio rurale e della biodiversità.

L'attuazione diffusa di queste misure, che comportano sottrazione di terreno per le coltivazioni o per altri usi produttivi, potrà avvenire solamente attraverso un coinvolgimento attivo e nuovo del settore agricolo e solo se non comporterà stravolgimenti del modello di agricoltura intensiva, che in alcuni ambiti di pianura è ritenuto ancora valido. Un ruolo importante di tramite può essere svolto dai Consorzi di Bonifica e Irrigui, spesso interlocutori diretti e privilegiati degli agricoltori.

In questi ultimi decenni, la PAC ha messo in atto un continuo processo di revisione e ha proceduto gradualmente fornendo nuovi indirizzi e priorità che hanno sempre di più portato all'integrazione delle problematiche ambientali e all'incorporazione dei principi della sostenibilità sociale, economica e ambientale nella normativa agricola. In sintesi, è avvenuto il passaggio definitivo del sostegno da forme incondizionate e garantite a strumenti selettivi, orientati alla conservazione e valorizzazione dell'ambiente e alla salvaguardia degli elementi caratteristici e funzionali dei territori rurali.

L'agricoltura odierna, proiettata verso gli scenari al 2020, dovrebbe diventare multifunzionale e l'agricoltore oltre ad essere soggetto produttore di beni alimentari dovrebbe diventare un soggetto erogatore di servizi territoriali o ecosistemici; ulteriori sostegni a questi orientamenti vengono forniti direttamente dalle priorità di intervento (cambiamenti climatici, biodiversità, gestione delle risorse idriche, energie rinnovabili) della nuova programmazione dei Piani di Sviluppo Rurale, che potrebbero quindi assumere il ruolo di catalizzatore di questa trasformazione in corso di avvio.

L'Autorità di bacino del fiume Po condivide ampiamente la scelta strategica di implementare le politiche di valorizzazione e riqualificazione dei sistemi rurali per riequilibrare la tendenza al degrado ecosistemico dei corpi idrici e diminuire in generale l'intensità delle pressioni sulle risorse ambientali, poiché esse possono rappresentare un tassello fondamentale per il raggiungimento di importanti obiettivi della pianificazione integrata di bacino, quali:

- la tutela del suolo e la riduzione del rischio idrogeologico;
- la tutela qualitativa e quantitativa delle risorse idriche superficiali e profonde;
- la riqualificazione e la valorizzazione del territorio e delle fasce fluviali, anche per la fruizione per il tempo libero e per attività turistiche;
- la preservazione e la conservazione degli elementi di pregio ecologico e naturalistico dei territori rurali e dei corpi idrici superficiali.
- Inoltre tali politiche consentono di raggiungere importanti obiettivi complementari quali:
 - assorbimento di inquinanti atmosferici, in particolare gas serra, assorbimento rumori, miglioramenti microclimatici;
 - aumento della sostanza organica nei suoli e rallentamento dei processi di desertificazione e di infertilità dei suoli agricoli;
 - creazione di nuove opportunità di integrazione del reddito agricolo (ad esempio produzione di legname di pregio, produzione di biomassa, crediti di carbonio, turismo agreste, servizi connessi alla fruizione degli ambienti fluviali, coltivazioni innovative e sperimentali, ecc.);
 - riprogettazione paesaggistica del sistema insediativo e dello spazio rurale e naturale;
 - promozione di uno sviluppo equilibrato e sostenibile del territorio.

Opzioni strategiche per la gestione integrata di bacino

La centralità delle politiche ambientali per il futuro e l'importanza ambientale e socio-economica dell'agricoltura nel bacino del fiume Po si collocano ad un livello di priorità alto nelle azioni strategiche attivate dall'Autorità di

bacino del fiume Po.

Si ritiene importante costruire un percorso informativo e formativo che aiuti gli operatori agricoli a comprendere il significato della trasformazione del loro ruolo negli ambiti rurali e nel contempo fornisca gli strumenti e le informazioni necessarie per individuare nuove opportunità di reddito. Sul piano socio-economico è necessario che la “società non agricola” riconosca le funzioni che vanno a suo beneficio tramite i servizi ecosistemici presenti in un territorio, che un certo modello di agricoltura può mantenere e garantire che non vengano compromessi, anche, per esempio, dal consumo di suolo.

Coinvolgere, coordinare e attivare gli agricoltori e i consorzi di bonifica e irrigui, su progetti specifici condivisi, possono rappresentare le modalità di azione per affrontare le criticità di varia natura (sociale, economica, territoriale e istituzionale) della complessità in cui deve operare, per ottimizzare le risorse a disposizione ed eventualmente per facilitare la ricerca e l'utilizzo di risorse finanziarie provenienti da diverse fonti, alla luce anche dei nuovi scenari al 2020 evidenziati a livello comunitario per la Politica Agricola Comune (PAC).

L'attuazione del PdG Po, rappresenta la sede adeguata per affrontare responsabilmente queste esigenze: infatti, uno degli aspetti innovativi introdotti dalla DQA è rappresentato dall'integrazione dell'analisi economica con la gestione e la politica delle risorse idriche. La gestione integrata del bacino idrografico necessaria per il conseguimento degli obiettivi ambientali fissati per tutti i corpi idrici naturali e artificiali potrà essere raggiunta solamente attraverso l'applicazione dei principi economici (“chi inquina paga” per disincentivare l'inquinamento e per farne ricadere il costo economico sui diretti responsabili e “chi usa paga”, per conseguire il recupero dei costi dei servizi erogati) e l'adozione di approcci economici (tra cui l'analisi costi/efficacia) e di strumenti economici (come la tariffazione e i canoni).

In linea anche con questi nuovi indirizzi per le politiche ambientali, le azioni programmatiche espresse finora dall'Autorità di bacino del fiume Po non si vogliono, pertanto, arrestare al semplice bilanciamento delle esigenze di sicurezza, di quelle ecologiche ed economiche, ma intendono esprimere e favorire il cambiamento del modello di sviluppo del territorio, in funzione anche delle nuove esigenze sociali e culturali.



Relazione Generale del Piano di Gestione
del Distretto Idrografico del fiume Po

Per fare questo è necessario promuovere, in modo pragmatico, un progetto istituzionale che non debba essere inteso come centralizzazione dei poteri e di responsabilità, ma piuttosto come compattamento del sistema interistituzionale e, in ultima istanza, fusione di culture per creare omogeneità di strategie ed unicità di obiettivi, attraverso una maggiore cooperazione verticale, tra i vari livelli amministrativi, e orizzontale, tra le diverse politiche settoriali e territoriali.

Bibliografia

Autorità di bacino del fiume Po, 1992-2010. La Pianificazione dell'Ente. <http://www.adbpo.it/on-multi/ADBPO/Home/Pianificazione.html>.

Autorità di bacino del fiume Po, 1992-2010. Pubblicazioni: <http://www.adbpo.it/on-multi/ADBPO/Home/PubblicazionidellEnte.html>

Autorità di Bacino del Fiume Po, 2010 - Piano di Gestione del distretto idrografico del fiume Po. www.adbpo.it.

Direttiva Quadro sulle acque della Comunità Europea 2000/60/CE 2000, Quadro per l'azione comunitaria in materia di acqua. Gazzetta ufficiale delle Comunità Europee, ottobre 2000.

AA.VV, 2010. Aggiornamento delle conoscenze sul bacino idrografico pa-

dano. Atti del XVIII Congresso nazionale della Società Italiana di Ecologia S.it.E.. Sessione speciale, Parma 1-3 settembre 2008. *Biologia Ambientale*, volume 24, n.1, giugno 2010.

Consulta delle Province del Po, Autorità di bacino del fiume Po, 2010. *Il Po: una risorsa per l'Italia*. Atti del IV Congresso nazionale del Po. Piacenza, 23-24 novembre 2007.

Moroni F., Balestrini R., Beretta I., 2009. *Le fasce tampone vegetate. utilità e prospettive per il bacino del fiume Po*". Autorità di bacino del fiume Po, luglio 2009

Rainaldi F., 2010. *Governance multilivello e gestione integrata del bacino padano. Un incerto policy mix*. *Rivista Italiana di Politiche Pubbliche*, n. 2, 2010, pp. 59-85.

Naldi M., Pierobon E., Tornatore F., Viaroli P., 2010. *Il ruolo degli eventi di piena nella formazione e distribuzione temporale dei carichi di fosforo e azoto nel fiume Po*. Atti del XVIII Congresso nazionale della Società Italiana di Ecologia S.it.E.. Sessione speciale, Parma 1-3 settembre 2008. *Biologia Ambientale*, volume 24, n.1, giugno 2010.

La gestione dei canali con le Fasce Tampone

Il mio intervento sarà principalmente volto a mostrare una serie di esperienze pratiche, su campo. Quelle che vi mostrerò sono calate su una realtà, quella Veneta, diversa dal territorio toscano, tuttavia credo si possa comunque ricavarne spunti ed elementi comuni.

Cosa viene chiesto oggi ad un corso d'acqua? Una problematica molto sentita nella zona della laguna di Venezia è quella della funzionalità e del ruolo dei corsi d'acqua. Nel corso della presentazione illustrerò alcuni casi di manutenzione dei corsi d'acqua in presenza di fasce tampone, parleremo degli strumenti necessari per la manutenzione della vegetazione e faremo qualche accenno alla meccanizzazione dei sistemi per la manutenzione.

Il Consorzio di Bonifica Acque Risorgive è nato dall'accorpamento tra due consorzi di bonifica e gestisce un territorio vasto che nasce nel cuore del Veneto e si sviluppa verso la laguna di Venezia.

L'ente ha una parte che si occupa di progettazione ed una che si occupa di gestione e manutenzione, solitamente questi due attori hanno visioni divergenti e talvolta in contrasto. La progettazione immagina un canale in funzione dei progetti ambientali che possono essere portati avanti, mentre la manutenzione tende ad avere un altro tipo di approccio.

Il territorio in cui opera il Consorzio di Bonifica Acque Risorgive è soggetto a significative eutrofizzazioni, già alla fine degli anni 80 inizio anni 90, sono nate, a tal proposito, tutta una serie di iniziative anche a livello europeo, per il disinquinamento della laguna. La fortuna dell'Ente è stata quella di trovarsi al centro di una serie di finanziamenti e di opportunità sia dal punto di vista della progettazione, normalmente più pronta e più sensibile a queste occasioni, che dal punto di vista della manutenzione che tuttavia ha avuto più difficoltà a cogliere queste opportunità. Da un altro punto di vista è impensabile che la progettazione e la manutenzione continuino ad essere due realtà operanti senza coordinamento.

Il più classico esempio di divergenza di vedute fra "progettazione" e "manutenzione" nella gestione dei canali e dei corsi d'acqua è quello della rinatu-

ralizzazione. L'inserimento delle piante è visto infatti come un'opportunità dalla progettazione, ma rappresenta un problema per chi si occupa della manutenzione, che vede nella vegetazione un ostacolo al deflusso delle acque, le piante crescono divengono grandi, ostruiscono i deflussi, è sono difficili da rimuovere in caso di necessità per il manifestarsi di problemi di deflusso.

Quando sono stati realizzati progetti di rinaturalizzazione dei corsi d'acqua, la manutenzione, dall'altra parte, già pensava a come eliminare e contenere le specie vegetali; si è generato così un contrasto significativo e di non facile soluzione. Una manifestazione evidente di questa conflittualità si osserva anche dal fatto che mentre i progettisti cominciano a recepire l'importanza della rinaturalizzazione dei corsi d'acqua come un'opportunità per il contrasto all'eutrofizzazione, al contempo non è raro trovare consorzi di bonifica che nella manutenzione spazzolano perfino il muschio su canali in cemento.

La prima funzione del consorzio di bonifica è, ovviamente, quella di garantire la sicurezza idraulica, tuttavia non è possibile dimenticare che un corso d'acqua ha una valenza più ampia che abbraccia anche gli aspetti ambientali, paesaggistici e di fruibilità. Si ripropone dunque la dualità in merito alle funzioni cui un corso d'acqua dovrebbe assolvere: deve essere ricco di biodiversità, ma al contempo essere sicuro idraulicamente; deve ricaricare le falde, ma anche consentire l'irrigazione; naturale, ma ben mantenuto, percorribile, ma che riceva gli scarichi fognari; dotato di piste ciclabili, ma anche manutentabile. transitabile, ma non dietro casa; navigabile, ma al contempo di dimensioni ridotte; ricco di specie cacciabili, ma privo di nutrie, topi e zanzare; bello paesaggisticamente, ma con argini sicuri. Questa è la dicotomia in cui si trova il manutentore che deve assolvere a esigenze e richieste in direzioni diametralmente opposte.

Ricerca un compromesso, fra queste molteplici funzioni è un'esigenza. Tuttavia le soluzioni individuate non sono definitive ma si trovano in un equilibrio dinamico in costante evoluzione.

La siepe e la vegetazione ripariale ha avuto storicamente il suo ruolo nel territorio gestito dal Consorzio di Bonifica Acque Risorgive. Nel 2004 sono state consegnate dalla Regione al consorzio tutta una serie di acque pubbliche, abbandonate da anni. La gestione di queste acque in una regione ad elevata densità di popolazione, ha avuto subito un'importanza fondamentale per il controllo del rischio idraulico. Il Consorzio ha dovuto

dunque prendere in gestione uno alla volta tutte questi corsi d'acqua effettuandone la manutenzione. Per garantire la sicurezza idraulica di questi piccoli corsi d'acqua, una soluzione adottata dal consorzio di bonifica è stata quella di tagliare la vegetazione spondale cercando però di non compromettere definitivamente la fascia ripariale, fresando dunque le ceppaie con delle macchine apposite che non eradicano la pianta.

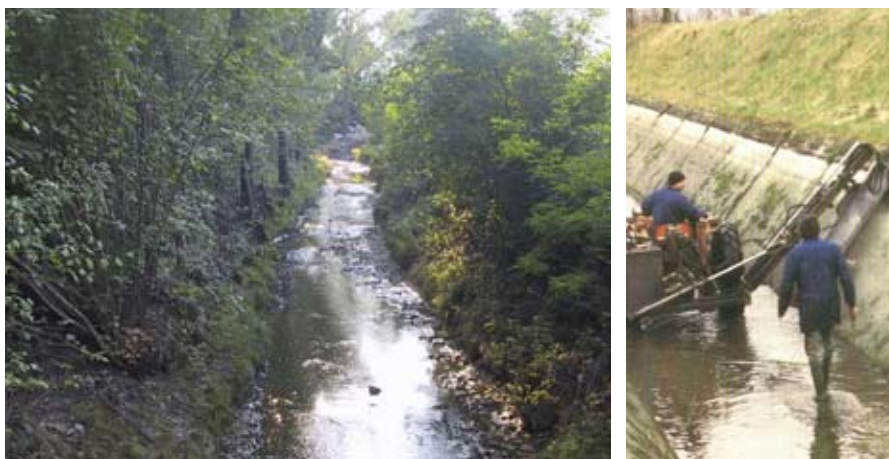


Figura 1: Esempi di diverse modalità di gestione dei corsi d'acqua



Figura 2: Piovega Annati - esempio di manutenzione
a sx prima dell'intervento di fresatura a dx dopo l'intervento

Un altro esempio che desidero illustrare è quello del Fiume Zero: un corso d'acqua che è stato modificato dalla progettazione che ne ha triplicato

l'ampiezza ed ha imposto di non mantenerlo per 10 anni. Su questo fiume si è intervenuti con delle macchinine ad hoc che hanno permesso di gestire ciascuna pianta singolarmente. Durante la manutenzione è stato possibile accedere sulla golena con degli escavatori leggeri, questi escavatori muniti di una cesoia prensile hanno permesso una selezione e taglio della vegetazione oculato. Nelle immagini che seguono possibile vedere il risultato finale delle operazioni di manutenzione. Il materiale vegetale non rimosso è quello più giovane, non inclinato verso l'acqua e anche più "flessibile". Con l'eliminazione della restante vegetazione si è creata una situazione di maggiore sicurezza idraulica aumentato la sezione del fiume, senza tuttavia compromettere totalmente le funzioni ecologiche dello stesso.



Figura 3: Esempi di manutenzione del fiume Zero. In alto a sx prima il fiume prima dell'intervento, in basso a dx il fiume dopo la manutenzione

Un altro esempio, il fiume Dese, qui sono state create delle grosse vasche di laminazione per il perseguimento di due obiettivi: il miglioramento del rischio idraulico e l'abbattimento dei nitrati. Attraverso un sistema di para-

toie viene trattenuta l'acqua all'interno delle vasche con tempi di ritenzione che vengono mantenuti il più possibile alti. Queste paratoie non sono come in passato ad azionamento manuale ma automatizzate attraverso un peso, uno sgancio idraulico che permette all'acqua di attivarle. Questo sistema agevola il manutentore che ha così tempo di andare ad effettuare i sopralluoghi con un po' più di calma. Quest'accorgimento non affatto banale semplifica molto la gestione delle laminazioni perché ci sono centinaia di punti di paratoie, che se dovessero essere attivate manualmente creerebbero non poche difficoltà nella gestione delle portate e nell'attenuazione dei picchi di piena.



Figura 4: Riqualificazione ambientale del fiume Dese con la creazione di vasche di laminazione

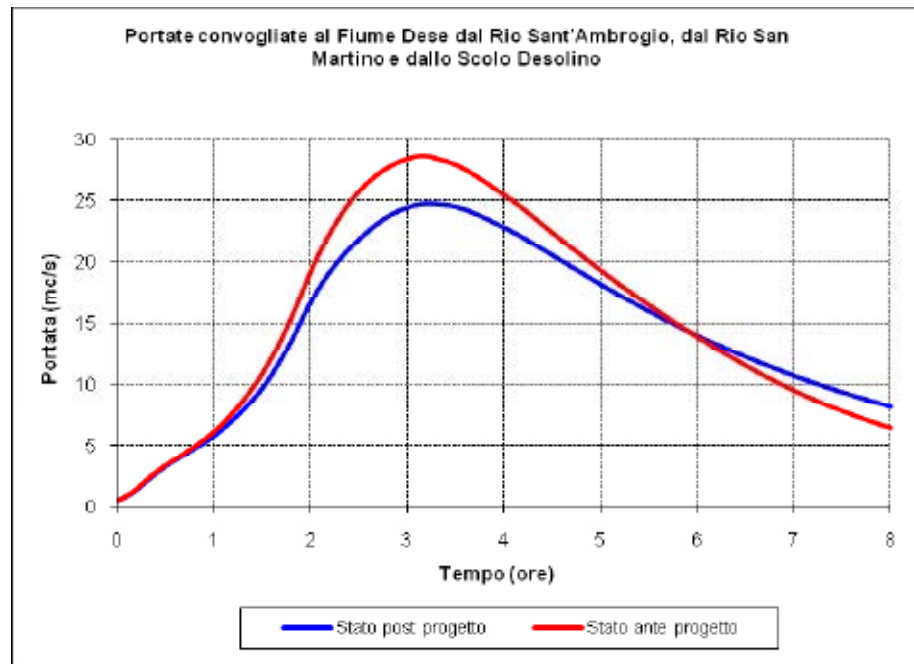


Figura 5: Portate convogliate al fiume Dese prima e dopo la realizzazione delle vasche di laminazione delle piene

Il Consorzio di Bonifica Acqua Risorgive ha poi avviato delle sperimentazioni per comprendere se fosse possibile mettere in sicurezza un canale tagliando solo un terzo della vegetazione. Lo studio di riferimento era stato condotto in Danimarca, ma il Consorzio ha voluto indagare se la replicazione del modello gestionale anche sul suo territorio potesse ottenere i medesimi risultati. Dopo un primo scetticismo iniziale le sperimentazioni condotte, grazie anche al contributo dell'università di Padova, hanno dimostrato che in realtà è possibile garantire lo stesso livello di sicurezza idraulica con un minor sfalcio della vegetazione. Superato l'ostilità iniziale anche degli stessi operai si è riusciti a imporre un cambio di mentalità ed infine si è cominciato a sfalciare in maniera diversa.

Si sono dovuti adottare alcuni accorgimenti anche per limitare le proteste della popolazione originata dallo scetticismo verso le nuove forme di gestione dei canali; ad esempio sono stati introdotti dei cartelli "tratto di manutenzione sperimentale" che motivassero la scelte adottate ed evitassero il

malcontento. È stata effettuata una formazione teorica degli operatori che si è spinta fino ad accompagnarli sui mezzi di lavoro per recepire le loro indicazioni e comprendere le difficoltà operative. Abbiamo infine adottato attrezzature adeguate che facilitassero questo nuovo tipo di gestione.

Un altro risultato ottenuto è che, limitando i tagli sulla sezione del corso d'acqua, si sono avuti dei risparmi economici interessanti legati a un numero ridotto di lavorazioni. Praticamente il taglio completo fino al fondo della sezione lo si fa solo se serve e solo in inverno. Tutta la parte della primavera estate, si cerca almeno nei canali più sicuri di non andare fino ad acqua, anche perché molte volte è inutile e controproducente perché manca proprio la vegetazione e si va ad incentivare i fenomeni erosivi.

Sono state fatte osservazioni anche su canali prossimi ad impianti idrovori dove ci sono delle paratoie che regolano il livello alzandolo e abbassandolo, anche di un metro. In questi sistemi normalmente in assenza di vegetazione spondale, con il continuo cambiamento di livello della frangia capillare e delle pressioni interstiziali, si ha che le sponde franano trascinando con loro del sedimento. Lasciare la vegetazione davanti a queste erosioni e addirittura fare in modo che questa collabori al mantenimento della sponda permette di ottenere presidi più stabili e evita l'interrimento. In questi casi se si deve lavorare sulla sezione lo si fa con barre falcianti; storicamente questa tecnologia era stata abbandonata, perché poco efficiente, ma si riscoprono invece diffusissime in Germania e in Austria, nelle aree protette, dove sono vietati i trinciatori, e le falciatrici a disco, perché queste attrezzature rovinano gli habitat degli insetti.



Figura 6: Gestione dei canali con il mantenimento della vegetazione spondale, a dx macchina con barra falciante

Si è dunque cominciato a mantenere vegetati i piedi delle sponde, nella convinzione che questo assolvesse oltre ad una funzione di sostegno e antierosiva anche quella di denitrificazione e controllo dei nutrienti. Si suppone infatti che il deflusso sub-superficiale dal campo al corso d'acqua che trasporta i nitrati attraversando queste fasce erbacee di un metro, un metro e mezzo incontri le condizioni ideali per la denitrificazione cioè un ambiente saturo, al di là del tipo di essenza vegetale piantumata.

Lasciando crescere la vegetazione si sono sviluppate popolazioni di *carex*, quello che un tempo serviva per impagliare le sedie, potentissimo, difficile da eradicare che fa da importante presidio di sponda. Si è provato in maniera empirica a dare un valore a quanto a questa vegetazione che trattiene il terreno, quanta forza esercita allo strappo, quanta forza da in più a quella sponda.

Specie	Resistenza allo strappo max (kg/cmq)	Resistenza allo strappo min (kg/cmq)
Medicago sativa	665	254
Convolvulus arvensis	210	48
Plantago lanceolata	74	40
Populus nigra	120	49
Salix fragilis	255	97
Salix elaeagnos	163	115
Salix cinerea	122	89
Taraxacum officinale	44	0
Trifolium pratense	185	109

Tabella 1: Resistenza allo strappo di alcune essenze vegetali

Un certo cambio di mentalità risulta anche evidente dal fatto che ci siano eventi dimostrativi in cui vengono presentate macchine, in cui ci sono scambi di opinioni, idee e conoscenze, nonché dal fatto che si cominci a parlare di costi e di produttività. Ciò non era mai avvenuto fino ad oggi, essendo questi ambienti storicamente molto statici ed isolati. Un prima positiva esperienza è stata fatta in veneto con il progetto Nicolas, con una

giornata dimostrativa in cui si è parlato più nello specifico di recupero della vegetazione. Ma al di là delle Alpi, la vegetazione è già considerata una risorsa, in qualsiasi fiera Nord europea è manifesto come deiezioni animali, piuttosto che gli scarti vegetali, siano una grandissima opportunità, da noi, ancora oggi, sono considerati rifiuti, il ch  è sintomatico di due concezioni completamente diverse.

Concludendo il lavoro fin qui svolto e l'esperienza del Consorzio di Bonifica Acque Risorgive permette alcune considerazioni di carattere generale:

1. Verifica dell'applicabilit  delle pratiche proposte con il nome di "manutenzione gentile" (derivato dal danese).
2. Possibili vantaggi economici e delle implicazioni positive:
 - controllo dei fenomeni di erosione e di cedimento che subiscono un brusco rallentamento o addirittura si stabilizzano;
 - l'avviamento di vere e proprie successioni vegetazionali.
3. Una moderna gestione dei corsi d'acqua che deve basarsi sulla meccanizzazione, (adattabilit  alle diverse situazioni, la fattibilit , produttivit  ed economicit ).

Quindi, si pu  ipotizzare una ulteriore crescita e sviluppo di questo settore.

ARONNE RUFFINI

Consorzio di Bonifica Emilia Centrale

Le Fasce Tampone e la riqualificazione ambientale

Come Consorzio di Bonifica Emilia Centrale che ha sede a Reggio Emilia abbiamo realizzato un'esperienza, che ha riguardato la realizzazione di fasce tampone su tratti di alcuni canali di bonifica con funzione di scolo.

Al fine di evidenziare i risultati delle opere realizzate sotto l'aspetto ambientale, in collaborazione con l'Istituto Agrario Superiore di Reggio Emilia (Istituto Zanelli) in particolare dal Prof. Galli, è stato realizzato un monitoraggio dei parametri chimici fisici e biologici delle acque e dei sedimenti con il coinvolgimento di alcune classi di studenti che ne hanno seguito tutto il percorso.

Ci piace sottolineare che questi ragazzi con entusiasmo hanno fatto i prelievi, le analisi, e interpretato i dati, il lavoro è poi terminato con un convegno nel mese di Novembre 2011, in cui gli stessi studenti hanno presentato l'esperienza realizzata.

La soddisfazione e l'entusiasmo ha coinvolto oltre agli studenti che hanno lavorato in prima persona, anche il Preside dell'Istituto e il Presidente del Consorzio nonché l'Ufficio Ambiente del Consorzio stesso.

Per quanto riguarda i risultati dei parametri chimici fisici e biologici, saranno esposti dal Prof. Galli che ha di fatto costruito e realizzato il progetto per conto dell'Istituto Zanelli.

Al fine di farvi comprendere meglio la tematica che andrò ad esporre, mi è necessario esporre un inquadramento territoriale del Consorzio di Bonifica Emilia Centrale;

La Regione Emilia Romagna con la legge Regionale n. 5 del 2009 ha ridotto da 13 a 9 i Consorzi di bonifica, e Il Consorzio di Bonifica Emilia Centrale è stato istituito dalla fusione di due consorzi, Parmigiano, Moglia, Secchia e Consorzio di Bonifica Bentivoglio Enza.



Figura 1: Immagine della Fascia Tampone realizzata sulla fossetta dei morti



Figura 2: Territorio del Consorzio di Bonifica Emilia Centrale

In rosso è evidenziato il comprensorio del Consorzio di Bonifica Emilia Centrale che ha una superficie complessiva di 312.700 Ha; interessa 5 Province, interamante la Provincia di Reggio Emilia e in parte le Province di Modena, Massa Carrara, Parma e Mantova;

I Comuni interessati sono complessivamente 65.

Che cosa è un consorzio di bonifica? È un ente di diritto pubblico con funzioni irrigue, di scolo e difesa del territorio, bonifica montana, queste sono le funzioni istituzionali, inoltre il Consorzio di Bonifica Emilia Centrale, si è dotato di un ufficio per la tutela ambientale e agroforestale.

Il motivo è da ricercare nella scelta politica fatta dall'amministrazione, in quanto la stessa ha ritenuto opportuno seguire una politica di valorizza-

zione del patrimonio ambientale essendo il Consorzio un ente che opera prevalentemente sul territorio.

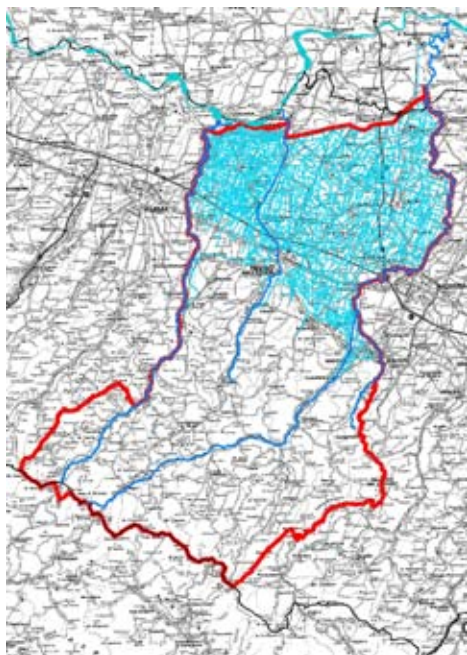


Figura 3: Reticolo idrografico gestito dal consorzio di Bonifica Emilia Centrale

Per adempiere alle funzioni di scolo ed irrigazione, la bonifica ha bisogno di canali e in questa immagine si osserva come a valle della città di Reggio Emilia vi sia una notevole densità e presenza degli stessi.

Alcuni dati: il comprensorio è percorso da circa 3600 km di canali, 6 impianti di scolo, 72 impianti irrigui 12 casse di espansione, migliaia di chiaviche e manufatti di regolazione delle acque irrigue e di scolo, risulta di 120.000 ettari l'area sottesa di irrigazione a servizio di circa 2.500 aziende agricole.

Se andiamo a considerare tutti gli otto comprensori nella Regione Emilia Romagna, si può notare che a valle della via Emilia risulta una densità del reticolo di bonifica significativa.

Sono circa 20.000 km di canali, che distribuiscono approssimativamente 1 miliardo di mc/anno di acqua su una superficie di 650.000 ettari a servizio di 50.000 aziende.

Se come Consorzio di Bonifica Emilia Centrale ci ponessimo l'obiettivo di intervenire almeno per una percentuale del 10%, con 3.600 km di canali disponibili, riusciremmo a realizzare fasce tampone per una lunghezza di 360 km, il che non è poco in termini di risultati sia ambientali che economici.

Risulta evidente la potenzialità che i consorzi di bonifica possono mettere in campo sul tema delle fasce tampone.

Il raggiungimento di questi obiettivi porterebbero a risultati notevoli, in termini di miglioramento della qualità delle acque, di conservazione e ripristino della naturalità, incremento della biodiversità, diversità di habitat, consolidamento delle rive dei corsi d'acqua, aspetto che ci pone molti problemi anche dal punto di vista economico.

Altro aspetto significativo da considerare, è la possibilità di realizzare corridoi ecologici; se prendiamo ad esempio il Cavo Lama Canale promiscuo localizzato in provincia di Modena, in pratica parte a valle della via Emilia e dopo un percorso di 40 km ed arriva al fiume Po, senza interruzioni.

Questo dà la possibilità a qualsiasi specie animale di spostarsi per km. senza difficoltà alcuna, diversamente, un percorso che interessi carrarecce campi o prati, andrebbe a interrompersi per l'esistenza di barriere invalicabili costituite da autostrade, linee alta velocità la ferrovia aree industriali ecc.

Allora bisogna anche in termini di corridoi ecologici fare delle riflessioni.

Mi sento di dire che in futuro bisognerà ragionare anche in termini di servizi eco sistemici, valutando le potenzialità economiche che la realizzazione delle fasce tampone comporterebbe. Interventi di questo tipo, dove vengono realizzati, producono investimenti, incrementano il valore economico delle aziende e dei beni immobili, inoltre si persegue la politica dell'Unione Europea in particolare della Pac 2013 - 2020 volta ad un incremento dei metodi di coltivazione che portino ad un'agricoltura più rispettosa dell'ambiente.

Come Consorzio di Bonifica abbiamo realizzato negli anni 2004-05 dei progetti europei "Life Eco Net", che riguardavano l'esecuzione di progetti pilota localizzati sui Canali Budrione, Cavo Lama, Canale Migliarina, Fossata dei Morti, in provincia di Modena.



Figura 4: Tratti pilota interessati dalle opere

Questa è una diapositiva dei tratti pilota interessati dalle opere per le Province di Bologna e Modena, evidenziati in rosso si individuano in alto sulla sx il Canale Migliarina, Canale Budrione, Cavo Lama, Fossetta dei Morti.

In particolare, con il monitoraggio ambientale, abbiamo ha voluto verificare se la realizzazione delle opere, ha portato ad un miglioramento dei parametri chimici fisici e biologici delle acque e dei sedimenti, come esporrà e illustrerà il professor Galli.

Le opere costruite, in parte finalizzate anche al consolidamento delle sponde con l'impiego di pali di castagno e la realizzazione di palizzate, ha comportato la necessità di realizzare una diffusa copertura con astoni che hanno portato nel tempo alla formazione di una fascia arbustiva riparia.

Sul Cavo Migliarina sono state realizzate anche delle anse laterali per la riproduzione degli anfibi.

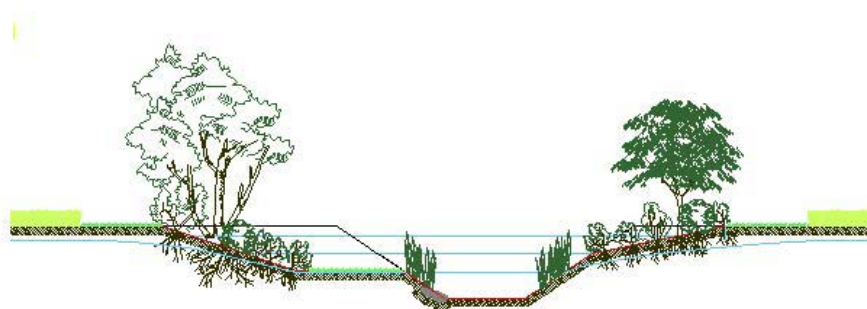


Figura 5: Sezione esecutiva di progetto



Figura 6: Fossetta dei morti

La Fossetta dei Morti, presentava varie problematiche che riguardavano la qualità ecologica, i dissesti e cedimenti di sponda, la qualità dell'acqua. In questa diapositiva si nota la palizzata realizzata a sostegno della sponda e la fascia vegetata in salice.

Il professor Galli illustrerà i risultati del monitoraggio e l'esperienza realizzata dai suoi ragazzi.

DANIELE GALLI

Istituto superiore "Antonio Zanelli"

Le fasce Tampone e la riqualificazione ambientale

L'Istituto superiore "Antonio Zanelli", storicamente rappresenta l'istruzione tecnica agraria della provincia di Reggio Emilia e presenta numerosi utenti provenienti anche dalla limitrofa provincia di Modena. Nel 2010 è stato firmato dal nostro Istituto e dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale una convenzione che aveva sostanzialmente tre finalità: la prima di natura tecnico scientifica, di cui vi esporrò adesso una parte dei risultati, ed altre due funzioni che di solito sfuggono all'attenzione in questa tipologia di occasioni: una finalità formativa ed una finalità sociale. Formativa perché il lavoro è sostanzialmente un progetto extracurricolare a cui partecipavano alcuni ragazzi selezionati su criteri meritocratici delle ultime classi del tecnico agrario; ragazzi che, oltre a ricevere una borsa di studio, in questo modo potevano fare un'esperienza di tipo professionalizzante, che altrimenti non sarebbe stata possibile nell'ambito curricolare, e che li ha portati ad un lavoro di più di un anno di campo, di laboratorio, di elaborazione statistica, di elaborazione cartografica. Al termine di questo lavoro in realtà la convenzione è stata rinnovata e adesso la nostra è un'attività di monitoraggio qualitativo delle acque irrigue dell'intero Consorzio, insieme ad Arpa. La funzione sociale si riscontra dal fatto che il nostro Istituto è ad indirizzo tecnico-scientifico, dove le materie tecniche dovrebbero essere insegnate passando dal metodo scientifico, che è un metodo di osservazione, di raccolta di dati e di analisi di questi dati, e che ovviamente richiede laboratori; i laboratori richiedono risorse, risorse economiche che da 5 anni a questa parte stanno venendo a mancare, con dei grossi problemi, non solo di ammodernamento, quindi di vetustà dei laboratori, ma proprio nella spicciola gestione ordinaria e nell'acquisto dei consumabili. In questo modo noi riusciamo, grazie al Consorzio, a mantenere un'offerta qualitativa della nostra attività didattica laboratoriale assolutamente paragonabile alla precedente, anzi, apportando anche qualche miglioramento di natura tecnica.

L'attività che ci era stata richiesta in questa prima convenzione era il mo-

nitoraggio dell'intervento di riqualificazione idraulico-ambientale della Fossetta dei Morti. La Fossetta dei Morti è un corpo idrico artificiale di piccole dimensioni ma con una serie di criticità. Innanzitutto è ad uso promiscuo quindi ha una funzione di scolo nel periodo autunnale, invernale e primaverile, ed uno scopo irriguo nel periodo primaverile, estivo. Si trova a servire una zona di risaie, quindi la stagione irrigua è più lunga del periodo normale, e ha una duplice alimentazione artificiale: con acque del Po nel periodo estivo e con acque provenienti dal medio corso del fiume Secchia nel periodo primaverile. Le acque del Secchia sono caratterizzate da un chimismo particolare, in quanto il corpo idrico è alimentato da un punto di vista idrogeologico dalle sorgenti che scaturiscono dai gessi triassici e che apportano acque fortemente saline, con un elevato contenuto di sodio e cloruri. Per questa ragione la Fossetta dei Morti è un oggetto di indagine abbastanza complessa. L'intervento di riqualificazione era finalizzato a contrastare soprattutto il dissesto spondale, attraverso la posa in opera di una palificata e la messa a dimora di talee di salice. Al di là della formazione arbustiva riparia, si è venuta a creare una bordura erbacea spontanea, grazie al minor disturbo antropico legato all'agricoltura; quindi l'agricoltore ha "ceduto" quella fascia perché non gli tornava più comodo coltivare e questo ha consentito una rapida colonizzazione da parte di specie igrofile, che ovviamente danno un forte contributo, al di là di quelli che sono gli aspetti progettuali o realizzativi.



Figura 1: Fascia Tampone, Fossetta dei Morti

Abbiamo sentito parlare molto di nitrati e di forme azotate inorganiche, ma la nostra finalità era quella di fare una valutazione multidisciplinare, di tipo quali-quantitativo, prendendo in considerazione più aspetti. Le azioni che abbiamo portato avanti erano legate alla caratterizzazione/monitoraggio delle acque e dei sedimenti, da un punto di vista chimico, chimico-fisico, fisico e microbiologico, a un'attività di monitoraggio dei macro invertebrati bentonici ed infine a una valutazione di tipo più olistico, di funzionalità idroecologica, applicando la metodica dell'IFF.



Figura 2: Fossetta dei Morti

Il progetto è durato 12 mesi solo in termini di campionamento, con un discreto numero di campioni, ma soprattutto con un elevato numero di parametri per campione. Dai parametri fisici e chimico-fisici di base, passando per i fitonutrienti, con un'ampia rosa di elementi disciolti, intesi come forme metalliche, semi metalliche e non metalliche, la SAR, che ha una finalità prevalentemente irrigua, anioni e microorganismi indicatori di contaminazione fecale: *Escherichia coli*, Coliformi fecali, Streptococchi fecali. Il piano di campionamento è stato sviluppato su tre stazioni; molto intuitivamente, una stazione pre-intervento, una stazione a metà dell'in-

tervento ed una stazione nel tratto terminale. Tutti gli studi che avete visto nelle relazioni precedenti erano di tipo trasversale, questo è invece uno studio longitudinale, quindi c'è una differenza metodologica elevata. La frequenza prevedeva prelievi bimestrali delle acque e campionamenti semestrali per quanto riguarda i sedimenti, con dei campioni medio-composti spaziali e trasversali. Lo studio della comunità macrozoobentonica si è svolta nel periodo primaverile-estivo e non stagionalmente e l'attività di valutazione idrofunzionale era legata alla piena attività vegetativa.



Figura 3: Stazioni di campionamento

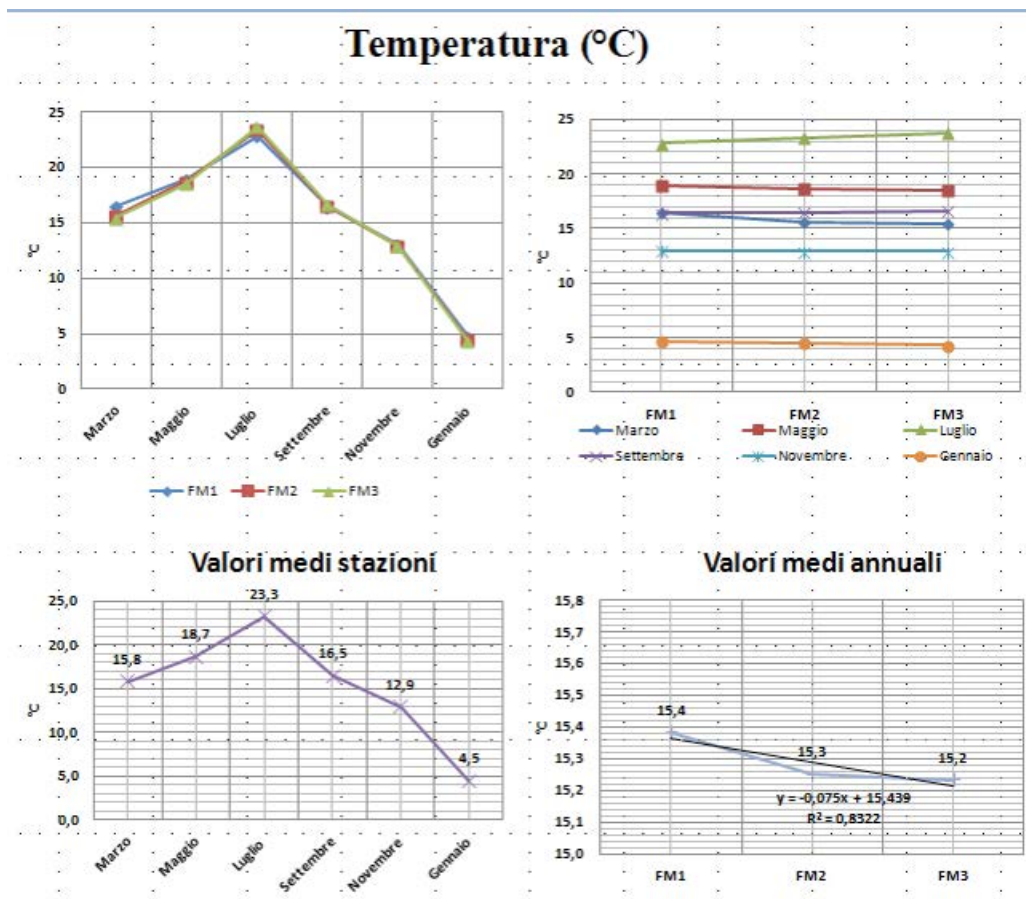


Figura 4: Risultati dei monitoraggi della temperatura

La temperatura è l'esempio più intuitivo. Gli studi sono stati fatti come restituzione grafica sia da un punto di vista sessionale, sia da un punto di vista medio, sia spaziale sia temporale e ci siamo concentrati sui trend spaziali medi, al fine di cercare un'eventuale associazione lineare che, nella stragrande maggioranza dei parametri, abbiamo trovato. Quindi c'è una relazione lineare tra la variazione media di questi parametri, di tipo diretto o inverso, e il cambiamento stazionale, il che ci permette di riassumere i risultati attraverso la variazione relativa dei valori medi tra la stazione prima e la stazione al termine dell'intervento, facendo un paragone in termini percentuali. Vediamo che, per molti parametri, i valori calano, mentre per altri parametri i valori aumentano. La temperatura cala, l'ossigeno

disciolto cala, perché è ossigeno disciolto di origine perfitica. Abbiamo una riduzione della conducibilità elettrica, del COD (domanda chimica di ossigeno), del fosforo ortofosforico e dell'azoto ammoniacale. In realtà l'azoto ammoniacale cala probabilmente per motivi naturali, perché poi si nota un aumento dei nitriti e dei nitrati. Nonostante non si notino eclatanti effetti tampone, emergono dallo studio tutta un'altra serie di risultati interessanti. Vediamo, ad esempio, una riduzione dei microorganismi indicatori di contaminazione fecale; questo è un aspetto importante perché, per noi che ci occupiamo di monitoraggio irriguo delle acque, quella della contaminazione microbiologica rappresenta un forte elemento di criticità, che ha delle ricadute sull'agro alimentare e sul consumo di ortaggi, soprattutto freschi; il fatto che si riducano, non è quindi una cosa da poco. La stessa modalità di indagine è stata applicata per i sedimenti, e anche qui era evidente una relazione lineare per quasi tutti i parametri, dal carbonio organico a quasi tutti gli altri elementi presenti nel sedimento.

Dal punto di vista dello studio del macrozoobentos è stato applicato l'indice biotico esteso, già oggetto del programma didattico della scuola, quindi i ragazzi lo conoscevano nel dettaglio, fino al riconoscimento tassonomico; non abbiamo potuto applicare la metodica tradizionale dei corsi d'acqua guadabili per motivi logistici, ma soprattutto strutturali, in quanto la Fossetta dei Morti era troppo "semplice" e allora, seguendo i dettami della metodica, abbiamo costruito dei campionari a cestello che sono stati arricchiti di materiale autoctono e lasciati esposti per più di 40 giorni nel periodo primaverile estivo. I campionatori sono stati posati, recuperati e poi è stata fatta l'estrazione e il riconoscimento degli invertebrati. I risultati mettevano in evidenza una bassissima biodiversità, con la presenza dell'unico *taxa* utilizzabile (Ditteri Chironomidi), e di molti individui di *Procambarus clarkii*, che la faceva da padrone, intrappolato nelle maglie di questa sorta di nassa.

I risultati sono stati un punteggio di IBE di 1, pari alla classe V; la cosa interessante è però che dalla stazione pre-intervento alla stazione finale non cambiava niente, forse perché l'intervento non ha riguardato il fondale e l'alveo è rimasto da un punto di vista idromorfologico rettilineo e da un punto di vista dei microhabitat fortemente omogeneo e fangoso; in sostanza abbiamo trovato quello che ci aspettavamo. Oltretutto, quelle ritrovate erano tutte unità sistematiche a bassissimo valore: una non utilizzabile ai fini del calcolo dell'IBE e l'altra ha dotata di un'elevata tolleranza all'inquinamento organico.



Figura 5: Campionari a cestello

Stazione di riferimento	Punteggio di IBE	Classe di qualità
FM1	1	Classe V
FM2	1	Classe V
FM3	1	Classe V

Tabella 1: Classificazione IBE delle tre stazioni di monitoraggio

Stazione a cui è riferito il tratto rilevato	Punteggio di IFF - sponda destra	Livello di funzionalità - sponda destra	Punteggio di IFF - sponda sinistra	Livello di funzionalità - sponda sinistra
FM1	52	Classe IV-V	52	Classe IV-V
FM2	103	Classe III-IV	103	Classe III-IV
FM3	103	Classe III-IV	103	Classe III-IV

Tabella 2: Punteggio IFF e indice di funzionalità in riva dx e sx per le tre stazioni di monitoraggio

Per lo studio della funzionalità idroecologica abbiamo applicato sulle tre stazioni l'indice di funzionalità fluviale, nella sua seconda edizione del 2007, utilizzando come TRM 30 metri. La prima cosa che si è potuto notare è che la stazione 2 e la stazione 3 hanno lo stesso identico punteggio, perché l'intervento era in effetti omogeneo e questo poteva essere scontato. Meno scontato era l'uguaglianza di punteggio tra la sponda destra e la sponda sinistra. L'intervento era stato fatto a destra, però sulla sponda sinistra si è sviluppata una bordura erbacea di tipo igrofitico che sostanzialmente determinava un egual punteggio. Di conseguenza l'effetto diretto del minor disturbo antropico ha dato un risultato simile. Cosa interessante, invece, è vedere la differenza tra queste due stazioni e la precedente; c'è stato un aumento di punteggio di quasi il 100%, con un aumento dal punto di vista del giudizio sul livello di funzionalità di una classe intera; da 4-5 è passato a 3-4, quindi un miglioramento vero e proprio di funzionalità, non solo paesaggistico. Gli aspetti di maggior rilievo in questo miglioramento sono quelli legati alla vegetazione riparia, sia per tipologia, sia per ampiezza, sia per continuità, e tutti quelli che sono gli aspetti legati sia alla vegetazione in alveo (macrodrofite), sia al trattenimento del detrito organico. Il detrito organico, che abbiamo visto aumentare come carbonio organico nel sedimento, in realtà si osservava anche visivamente come materiale non più polposo ma fibroso trattenuto su delle strutture di ritenzione che sono fortemente aumentate a seguito dell'intervento. L'idoneità ittica è un po' aumentata. L'ombreggiamento, la riduzione termica, la presenza di qualche tana, la presenza di alcuni individui vegetali in alveo, ha infatti permesso un aumento dell'abitabilità del corpo idrico per certe specie ittiche. Su altri aspetti della funzionalità idroecologica non c'è stato invece nessun effetto; questi erano ovviamente tutti quelli legati all'alveo, all'idromorfologia, alla capacità di esondazione e di erosione, essendo la Fossetta dei Morti un corpo idrico regimato artificialmente.

Concludendo si è osservata una variazione del quadro dei principali fitonutrienti, ma questo non è tale da poterci fare affermare che ci sia in effetti una funzione tampone. Sicuramente invece possiamo dire che c'è una riduzione della produzione primaria; infatti, c'è un forte ombreggiamento, si rileva una minore presenza di perifiton visibile e questo si associa ad una minore quantità di ossigeno disciolto, si riduce il fosforo inorganico e aumentano le macrodrofite strutturalmente più complesse. Aumenta notevolmente l'input di carbonio organico e lo si denota sia dalle analisi sia

Daniele Galli

dall'osservazione visiva. Il consolidamento delle sponde non è stato da noi misurato, ma era sotto gli occhi di tutti perché in quel tratto la strada non franava più; così come non abbiamo misurato, ma abbiamo potuto osservare un forte aumento degli ambienti ripariali: identificazione di numerose tane o nidi, avvistamento di numerosi rettili, anfibi, micromammiferi e passeriformi.

Relativamente alla qualità irrigua delle acque, la riduzione del COD, ma soprattutto la riduzione degli indicatori microbiologici di origine fecale, ci fa ben sperare sull'effetto che il rallentamento del flusso d'acqua e la complessificazione ambientale possa esercitare sull'uso di queste acque.



Figura 6: Campionamenti e analisi di laboratorio

Seconda giornata
Il progetto R.I.P.A.R.I.

LORIS ROSSETTI

*Presidente Commissione Agricoltura e Sviluppo Rurale
Consiglio regionale della Toscana*

Apertura dei lavori

Porto i saluti della seconda Commissione Consiliare che come sapete è la Commissione che riguarda il settore agricoltura, sviluppo rurale, foreste e quant'altro. E' logico che quando si parla di agricoltura e di interventi in campo agricolo l'attenzione da parte del Consiglio è un'attenzione molto alta e nello stesso tempo so che ho a che fare con una platea di persone, di tecnici molto qualificata, durante queste due giornate. So che sono presenti rappresentanti del mondo universitario, nazionale ed internazionale, funzionari delle Regioni, rappresentanti dei Consorzi, del CNR e gli altri soggetti che stanno adoperandosi per quanto riguarda il progetto R.I.P.A.R.I..

Quello del mondo dell'agricoltura e dell'innovazione nel mondo agricolo è uno dei temi molto cari, soprattutto in questa fase della legislazione. Come sapete, ci stiamo apprestando ad una nuova programmazione in campo internazionale: è la nuova PAC che è già stata pubblicata con tutta una serie di principi nuovi che ci troviamo ad affrontare, con delle problematiche completamente diverse e sotto certi aspetti che cambiano completamente lo scenario, cambieranno completamente lo scenario dell'agricoltura, anche in Italia e soprattutto nella Regione Toscana. Ci sono alcune cose che sono accettabili, altre che sono altamente condivisibili alcune delle quali metterebbero anche la Toscana fuori da quello che è un circuito molto importante che riguarda la produzione agricola, e quando si parla di produzione agricola si parla anche di produzione alimentare di qualità. Noi stiamo approntando anche attraverso tutti gli strumenti di programmazione di cui il Consiglio è dotato, una serie di iniziative per un'attività efficace, di razionalizzazione, di innovazione, di miglioramento che però non può non tener conto dell'equilibrio dei fattori naturali, paesaggistici, idrogeologici, i quali sono eretti, al di là della produzione e dell'efficientismo in agricoltura anche a pilastri fondamentali della politica agricola regionale e di cui il PRAF, che è lo strumento di programmazione – invito ad andarlo a leggere, soprattutto in alcuni passaggi – non può non tener conto. Quindi, rispetto dell'ambiente, tutela e salvaguardia dell'ambiente, tutela e salva-

guardia del paesaggio e, soprattutto la parte innovativa che verrà fuori da questo nuovo PRAF è quella dell'assetto idrogeologico, che vede coniugati insieme un'azione di attività agricola e di salvaguardia territoriale che sta diventando sempre di più imprescindibile.

Lo dico perché poi tra l'altro vengo da una zona che è famosa e triste per tutta una serie di vicissitudini, non ultima quella dell'alluvione che è avvenuta il 25 di ottobre ad Aulla che ha causato, oltre purtroppo la perdita di vite umane, anche un grosso dissesto idrogeologico in quel territorio; conseguenza forse, in parte dei cambiamenti climatici ma fondamentalmente una delle cause principali è l'abbandono del territorio stesso. E quando si parla di abbandono del territorio si parla di abbandono dell'agricoltura perché l'agricoltura è un momento di supporto, come dicevo prima, non solo per quanto riguarda la trasformazione e la produzione agricola, ma diventa un grosso elemento di salvaguardia del territorio stesso.

Il tema di questa mattina, questo progetto che viene presentato, la fascia tampone per quanto riguarda la riduzione dell'inquinamento dei corpi idrici, è uno dei temi che va in questo senso, in quello di un'economia e di un'agricoltura fortemente sostenibili dalle quali non si può prescindere nei prossimi anni se vogliamo mantenere alta la qualità e la competitività. Tra l'altro, l'uso dell'acqua in agricoltura, dopo quello industriale è il più elevato. In Toscana è più alto l'uso in campo agricolo che non l'uso in campo industriale, per ultimo viene l'uso per acqua potabile. Il consumo dell'acqua è di primaria importanza nelle aziende agricole per due motivi: anzitutto come utenza, secondariamente come risorsa ambientale. Se infatti un progetto come questo, troverà poi in futuro, anche sia pure con mille problemi, larga applicazione, potrà permettere alle aziende stesse, oltre ad essere dei fruitori a diventare depuratori dei corpi idrici. Quello della tutela delle acque è un elemento imprescindibile, che può vedere le aziende agricole come un duplice soggetto, grande fruitore di questo servizio e allo stesso tempo elemento di tutela e di salvaguardia di questo bene importante come l'acqua.

Il problema affrontato in questo convegno è un problema che logicamente ha delle implicazioni anche di carattere istituzionale, noi non abbiamo un quadro normativo molto chiaro, perché le materie legate alla bonifica, all'uso dell'acqua, all'equilibrio dei territori, alla razionalizzazione e al monitoraggio idrogeologico e delle fonti idriche e al mantenimento della

maglia podereale varia da Regione a Regione. Quindi in qualche modo sarà un problema che anche nella conferenza delle Regioni dovremo affrontare; tra l'altro dicevo che la Regione Toscana sta affrontando un quadro normativo generale di riorganizzazione di un servizio così importante come appunto l'assetto idrogeologico, l'assetto del territorio, la bonifica, cercando di andare nella direzione di un testo unico che superi le attuali divisioni e frazionamenti. La Regione Toscana deve anch'essa fare delle scelte per quanto riguarda l'utilizzo delle acque e soprattutto anche il sistema della bonifica e affrontare situazioni diverse nell'ambito del territorio regionale. Quindi un grosso sforzo anche di carattere istituzionale per arrivare al superamento di questo frazionamento, che riporti l'equilibrio vero e proprio di quello che è l'aspetto naturalistico del territorio, razionalizzazione nel campo idrogeologico e del monitoraggio. E' una sfida che voi lanciate in maniera innovativa, magari con tutte le problematiche delle cose che si affacciano nuove e come tali poi devono essere un po' recepite, ma credo valga la pena di essere accolta con l'attenzione che le istituzioni in primo luogo devono porre a momenti come questo.

Risultati dei monitoraggi della Fascia Tampone

In questo intervento saranno presentati i risultati del progetto RIPARI, ottenuti nel corso del monitoraggio ed elaborati nella sua fase conclusiva. La struttura dell'intervento si sviluppa in primis con l'inquadramento dell'area, quindi la descrizione della fascia tampone e lo specifico modello concettuale, successivamente i risultati attesi e quelli ottenuti come idrogeologia di dettaglio ed efficienza della fascia, infine gli sviluppi futuri del progetto.

L'impianto pilota è stato realizzato nel bacino del Canale Maestro della Chiana, quindi area vulnerabile ai sensi del D.Lgs. 152/2006. Il sito è ubicato nel Comune di Marciano della Chiana, presso Cesa, in un campo agricolo ex A.R.S.I.A. La scelta deriva dal fatto che la Val di Chiana è interessata da un diffuso inquinamento da nitrati, il cui abbattimento è uno degli scopi principali di una fascia tampone. L'estensione dell'area disponibile è risultata idonea per un'analisi che potesse essere realistica; un fosso identificabile come corpo idrico recettore taglia in due quest'area permettendo la realizzazione di due fasce tampone indipendenti, lungo ciascuna delle due sponde del fosso. La superficie agricola è stata coltivata durante il corso del progetto con girasoli e grano secondo i normali cicli agrari.



Figura 1: Area destinata al sito pilota

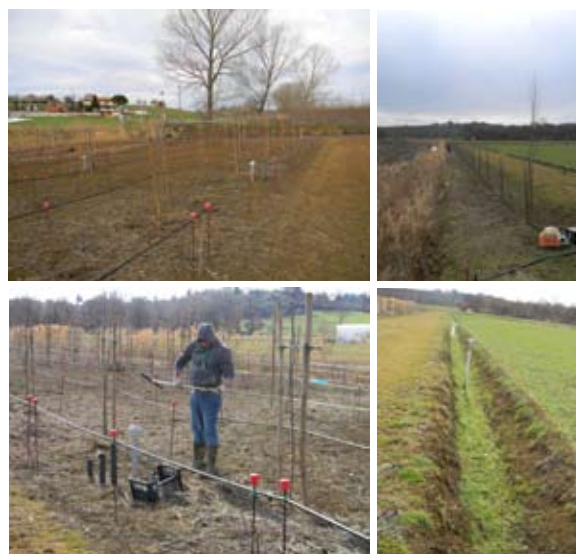


Figura 2: Realizzazione del sistema pilota di fasce tampone

Il progetto esecutivo ha previsto in sinistra idrografica una lunghezza della fascia di 130 m e una larghezza di 20 m, di cui i primi 5 corrispondono al requisito minimo secondo i dettami della condizionalità, ma la natura sperimentale del sito ha richiesto una larghezza maggiore per una raccolta approfondita delle informazioni.



Figura 3: Sezione della fascia tampone in sx e dx idrografica

La fascia è stata perciò suddivisa trasversalmente in 5 metri erbosi e 15 arboreo-arbustivi. Le canalette di carico sono state progettate secondo l'analisi idrologica per poter raccogliere tutte le acque di run-off. La struttura è plurifilare e ovviamente ha una funzione di rete ecologica e le specie arboree sono alternate a quelle arbustive con una distribuzione irregolare.

In destra idrografica la lunghezza è di 150 m con una larghezza pari a 10 m, di cui 5 erbosi e 5 arboreo-arbustivi. L'area drenata in sinistra idraulica è di 15.000 m² e la fascia corrispondente si estende al suo interno per 2.600 m²; in destra idraulica la proporzione invece è data da 11.000 m² di cui 1.500 m² di fascia.

L'inquadramento è stato condotto durante la fase di progettazione, per conoscere il contesto in cui realizzare il sistema pilota e quindi la migliore soluzione impiantistica. Allo stesso modo, come esposto negli interventi relativi al progetto REMM, questa fase è necessaria per valutarne la replicabilità in siti con le stesse caratteristiche idrauliche, idrologiche e litologiche.

L'area appartiene al complesso argilloso-sabbioso su depositi fluvio-lacustri, caratteristici appunto della Val di Chiana, le litologie sono argillose e limo-argillose. Queste caratteristiche indicano perciò acquicludi e acquitardi. Le prime conclusioni della geognostica eseguita nell'area pilota sono un drenaggio molto lento con microporosità che ostacola il movimento dell'acqua, umidità legata a fenomeni di capillarità caratteristici di terreni argillosi e infine l'esclusione della presenza di una falda freatica.

Sono stati approfonditi studi pregressi sulla qualità delle acque sotterranee nel contesto territoriale. Tra questi quello redatto da ARPAT, all'interno del PRAA 2007/2010, analizza il rischio da nitrati in Val di Chiana, area di particolare interesse in quanto classificata come zona vulnerabile. Lo studio è intitolato "Implementazione di un sistema di monitoraggio finalizzato all'approfondimento delle conoscenze del territorio per quanto riguarda zone vulnerabili e aree sensibili", si basa su una serie storica di dati di monitoraggio negli anni compresi tra il 2002 e il 2006 oltre a misure sparse successivamente. Sono stati selezionati alcuni punti di misura per inquadrare da un punto di vista qualitativo l'area del sistema pilota. Le elaborazioni più interessanti indicano ad esempio che ci sono 4 stazioni della rete di monitoraggio limitrofe alla superficie di progetto con una concentrazione media di nitrati superiore a 50 mg/L che è quella di riferimento per normativa. ARPAT ha condotto elaborazioni statistiche che individuano assenza di trend stagionali, né di incremento o decremento, cioè il territorio contestuale presenta costantemente una elevata concentrazione media di nitrati, superando i limiti di legge.

In questo contesto il primo passo è stato creare un modello concettuale

che rappresentasse il funzionamento delle due fasce tampone con le proprie specificità idrogeologiche e le relative condizioni al contorno. L'input principale del modello sono le piogge, le quali attivano le fasce tampone, composte in entrambi i casi da fascia erbosa e arborea-arbustiva. Il modello include la canaletta di carico, il recettore finale e la stratigrafia ottenuta dalla geognostica.

Eventi meteorici prevedono uno scorrimento delle acque piovane secondo tre dinamiche principali:

- run-off: scorrimento superficiale. Il terreno è saturo, la pioggia fa sì che l'acqua una volta arrivata sul terreno scorre per gravità; nel nostro caso il run-off si conclude nelle due canalette di carico, una per ciascuna fascia tampone, che drenano l'intera area agricola;
- infiltrazione: l'acqua, in caso di terreno non saturo, filtra nel terreno e prosegue il proprio moto secondo il gradiente idraulico come descritto nella legge di Darcy;
- flussi di acque sotterranee: a profondità maggiori, filtrando con le velocità caratteristiche della stratigrafia.

Il run-off conseguente ad un evento piovoso veicola superficialmente le acque meteoriche o attraverso le scoline caratteristiche della sistemazione agricola, alimentando perciò la canaletta di carico e trascinando con sé gli inquinanti. L'acqua poi per filtrazione alimenta la zona iporreica, il canale ed il fosso recettore, come nel caso in cui il terreno non sia saturo.

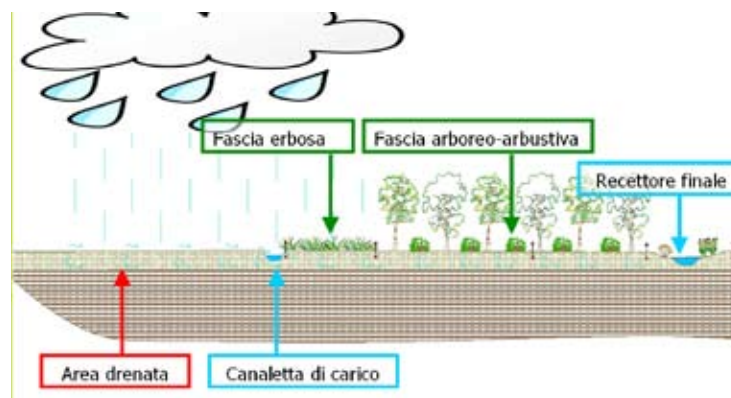


Figura 4: modello concettuale

I risultati attesi dalla fase di inquadramento ed analisi del modello concettuale sono stati un bilancio idrogeologico capace di calcolare le portate attraverso la fascia, i volumi che veicolano gli inquinanti e il bilancio di massa basato su portate e concentrazioni. Per quanto riguarda la stima del coefficiente di permeabilità l'obiettivo è stato correlare i dati di monitoraggio lungo le sezioni della fascia procedendo trasversalmente, cioè fotografare istantaneamente la fascia per monitorare ciascun volume d'acqua e la sua qualità durante il suo attraversamento; anche in questo caso l'obiettivo è stilare il bilancio di massa degli inquinanti. Negli interventi precedenti sono stati descritti gli strumenti di monitoraggio installati sulle fasce tampone cioè la fonte dei dati in ingresso al modello concettuale specifico al sistema pilota. Allo stesso modo, per quanto riguarda la rimozione, i risultati attesi sono stati la caratterizzazione delle distribuzioni degli inquinanti lungo le sezioni trasversali e longitudinali e delle variazioni stagionali sull'efficienza delle fasce, per ottenere in sintesi un modello numerico previsionale input-output.

La preparazione alla sperimentazione ha compreso la piantumazione del terreno agricolo, effettuata solamente a fine primavera del 2011, a causa delle piogge intense che da ottobre 2010 non hanno permesso l'accesso ai mezzi sul terreno argilloso. Questo ritardo è stato impattante soprattutto perché ha ritardato la maturità della vegetazione e quindi il suo sviluppo radicale secondo il cronoprogramma, riducendo perciò l'efficienza attesa per marzo 2012, in quanto normalmente un pieno processo di rimozione si ha dopo 2 anni dall'impianto. Successivamente c'è stato un lungo periodo siccitoso, che ha messo in crisi l'intera Regione e che ha limitato le dinamiche di attivazione del sistema pilota e quindi i dati necessari per tutte le elaborazioni.

I dati quantitativi in ingresso, per quanto riguarda l'idrogeologia, sono stati meteo, umidità del terreno, livelli piezometrici e idrometrici. I piezometri sono stati distribuiti al fine di caratterizzare la fascia lungo tutta la sezione. Per quanto riguarda invece i livelli idrometrici sono stati inseriti due misuratori nella canaletta di carico e uno nel fosso, i primi non sempre presentano dati numerici perché la siccità ha prodotto rari processi di run-off, mentre il fosso recettore perenne presenta una portata d'acqua durante tutto l'anno.

L'elaborazione dei dati ha fornito i seguenti risultati: è stata rinvenuta acqua a 5 m dal piano di campagna, all'interno di piccole lenti di sabbia. È

stata riscontrata anche a 11 m di profondità in uno strato di sabbie molto fini e, dato che il livello piezometrico è risultato abbastanza costante intorno a 1,2 metri di profondità, il livello registrato è dovuto alla falda artesianiana, cioè in pressione. Sotto a questo acquifero confinato c'è di nuovo un acquicludio dovuto ad uno strato con permeabilità molto bassa.

È stato utilizzato un database relazionale per correlare le informazioni e riuscire ad estrarne il maggior numero di informazioni. Nel grafico sono stati correlati eventi piovosi e livelli piezometrici, per verificare se le nostre ipotesi di caratterizzazione dell'area fossero corrette.

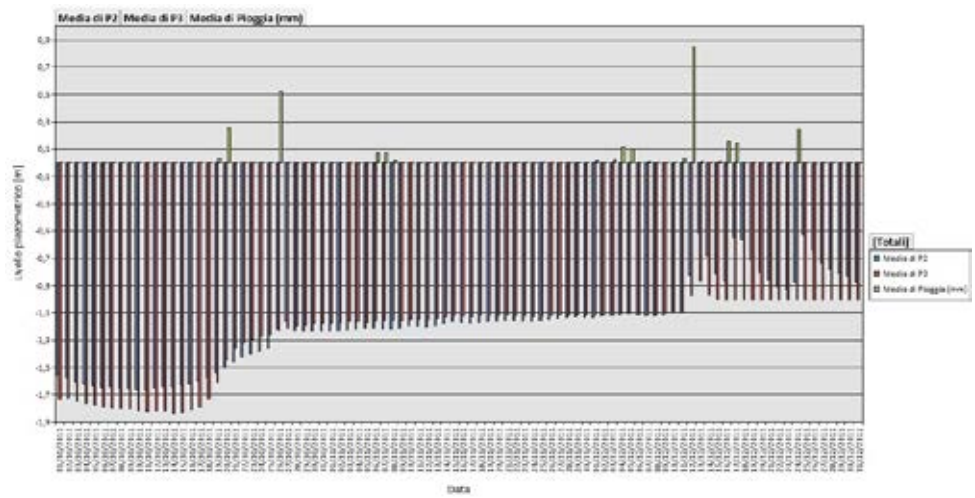


Figura 5: Medie giornaliere di livelli piezometrici e precipitazioni

I piezometri normalmente un livello compreso tra -1,1 e -1,2 metri. In caso di eventi piovosi consistenti i piezometri rispondono alle piogge, alzando il proprio livello: oltre alla falda in pressione c'è il contributo del primo strato di suolo che satura con l'infiltrazione e tale livello si ristabilisce sui valori di equilibrio secondo la permeabilità verticale. In tempi di siccità il piezometro indica che la presenza di acqua è ad una profondità differente, cioè segue le variazioni della falda artesianiana.

Il modello considera perciò uno strato di spessore 1 m con un coefficiente di permeabilità teorico di 10^{-6} e un secondo strato fino a 11 m di profondità che è approssimativamente impermeabile, con un coefficiente di 10^{-9}

m/s. Questa differenza è acuita dal fatto che le lavorazioni agricole hanno smosso il primo metro di terreno e quindi alterandone le caratteristiche rispetto ad un terreno indisturbato dove i macchinari agricoli non arrivano. Le dinamiche previste per il funzionamento del sistema pilota sono uno scorrimento superficiale quando il terreno è saturo o uno scorrimento sub-superficiale quando l'acqua riesce a attraversare il primo strato, escludendo l'interessamento degli strati successivi per la permeabilità troppo bassa che interagirebbe con tempi molto più lunghi.

Analizzando piogge, piezometri, TDR e i livelli di canaletta è stato confermato che il tempo con cui si riassume il livello piezometrico è legato a un coefficiente di permeabilità di 10^{-6} m/s e in circa 8 giorni si ristabilisce il valore di equilibrio precedente all'evento piovoso

I flussi di acqua sotterranea non intervengono nel bilancio idrogeologico abbiamo detto perché lo strato successivo al primo metro, con 10^{-9} m/s di permeabilità è totalmente separato da quello superiore. Possiamo addirittura dire che il Fosso del Pontino non comunica con quello strato. Quindi il nostro modello concettuale prevede lo studio del primo metro di profondità per il computo dei bilanci idrologici e di massa. Le analisi stratigrafiche indicano quindi la presenza di una falda a -1,2 mediamente, abbiamo detto artesiane, e lo strato 1 è caratterizzato da acquicludi e acquitardi, comunque non ospita falde permanenti, quindi la presenza di acque è dovuta alle piogge e non ad una falda freatica.

I dati di qualità sono stati acquisiti tramite monitoraggio in continuo con strumentazioni che in tempo reale aggiornano la situazione sugli inquinanti analizzati, affiancando dei punti di prelievo con analisi di laboratorio nelle fasi strategiche relativamente al ciclo di concimazione e agli eventi meteorici che avvenivano dopo o prima la concimazione. La siccità ha inficiato sul numero di punti disponibili per i campionamenti. Il punto zero è stato eseguito a maggio 2011 per caratterizzare la qualità delle acque prima della realizzazione del sistema pilota, un punto 1 a giugno, dopo la concimazione di fosfato biammonico fatta a fine maggio, il punto 2, a settembre dopo la concimazione di urea di luglio, a novembre un campionamento intermedio, a dicembre un punto 4 dopo la concimazione con misto organico di novembre; e infine il punto 5 è stato fatto prima della concimazione con nitrato ammonico del 27/02 e siamo in attesa di un evento di pioggia per caratterizzare questa ultima concimazione.

Le meccaniche dei processi depurativi coinvolti sono l'assimilazione e l'immagazzinamento da parte della vegetazione e della comunità microbica associata, la ritenzione, quindi l'adsorbimento al suolo, infine la trasformazione di sostanze da parte della comunità microbica dentro al suolo. Nel caso dell'azoto, i processi responsabili sono la denitrificazione e l'assimilazione da parte dell'apparato radicale, del sistema pianta e della comunità microbica associata.

E' stato analizzato il processo di caricamento degli inquinanti delle canalette di carico, quantitativamente e qualitativamente, per valutarne l'effettivo funzionamento.

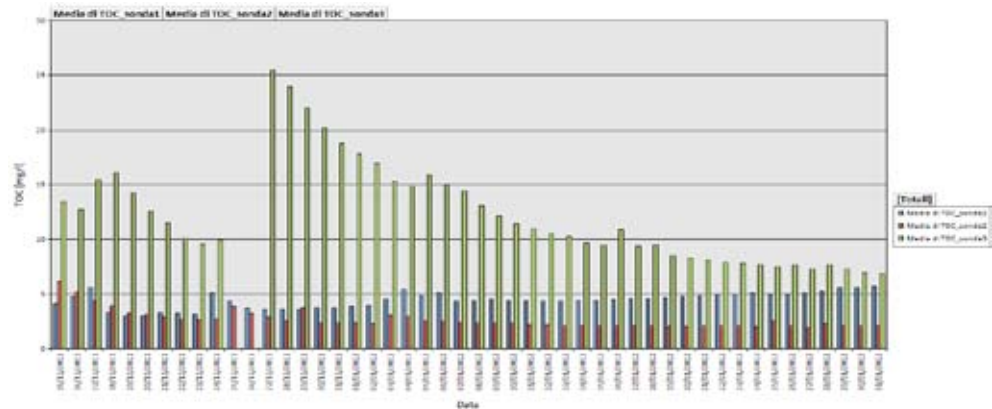


Figura 6: Concentrazione TOC [mg/l] in relazione al caricamento della canaletta di carico

Sono state calcolate le medie per tutti i punti di campionamento per calcolare l'efficienza all'interno della fascia, a 30 60 e 90 cm di profondità, e valutare dove avvengono i principali processi di rimozione degli inquinanti. Stesso tipo di elaborazione è stata condotta lungo le sezioni delle fasce tampone sia trasversali che longitudinali per ricavare coefficienti di rimozione lungo il sistema pilota. Le macroevidenze ottenute rispecchiano le dinamiche attese e la riduzione delle concentrazioni lungo la fascia, limitatamente al numero di misure disponibili imposto dalla siccità.

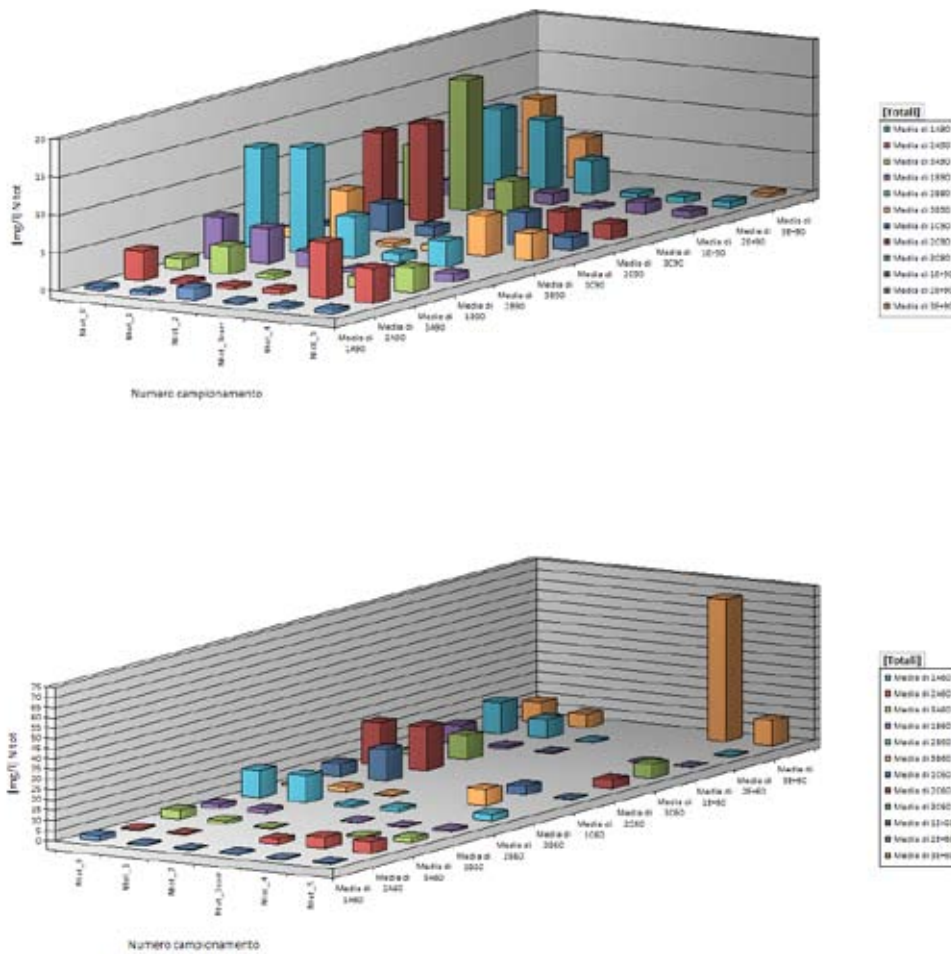


Figura 7: Concentrazione Azoto Kjeldahl [mg/l] per ciascun campionamento per ciascun lisimetro (profondità di 60 e 90 cm). Numerosi punti sono assenti per mancanza di acqua nei lisimetri.

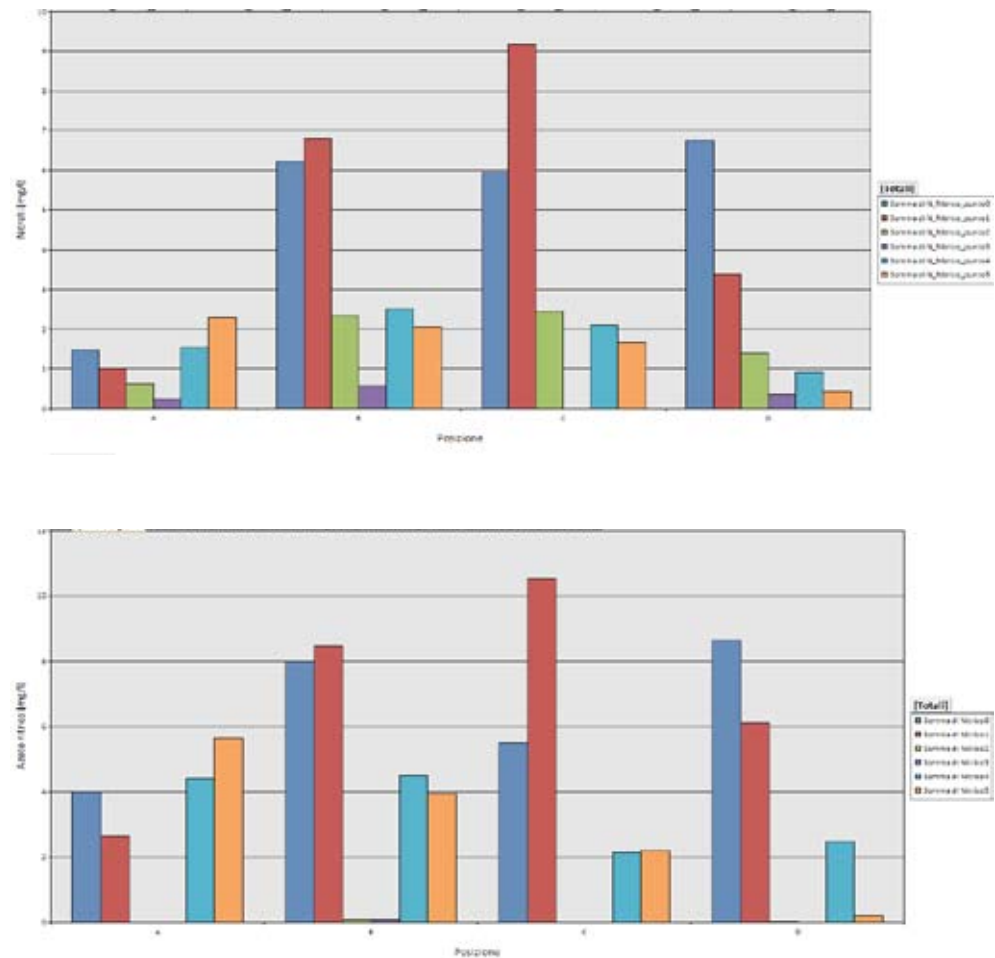


Figura 8: Analisi delle concentrazioni di nitrati nei 5 campionamenti lungo le sezioni della fascia sinistra. Gli ultimi due campionamenti, cioè il 4 e il 5 sono rappresentati da istogrammi azzurro e arancione e dimostrano come nel tempo la fascia migliori l'efficienza di rimozione.

Concludendo è stato in primo luogo elaborato un modello concettuale che descrivesse le dinamiche idrogeologiche e sistemiche dell'impianto pilota, ciascuna Fascia Tampone infatti funziona secondo caratteristiche peculiari legate alla localizzazione del sito; per questo il progetto acquista ancor più valore dato che in base ad esse potrà essere replicato in zone con caratteristiche simili.

Le ipotesi del modello concettuale sono state confermate dai risultati ot-

tenuti, il sito pilota risponde infatti agli input idraulici e di massa come previsto nella modellizzazione. Tali risultati sono frutto dell'elaborazione dei dati di monitoraggio che hanno studiato l'evoluzione del sistema pilota lungo tutto l'arco del progetto, con prove di laboratorio e misure in continuo. Per quanto riguarda i risultati numerici indicizzati non è possibile ancora stilare un coefficiente sintetico di rimozione degli inquinanti e in particolar modo dei prodotti azotati. La stagione siccitosa ha infatti limitato il numero di campagne di monitoraggio. Inoltre l'assenza di acqua nel suolo ha comportato un minor numero di campioni prelevati in ogni campagna; le canalette raramente attivate dai deflussi superficiali hanno comportato dei vuoti nelle serie storiche del monitoraggio in continuo.

Come già descritto precedentemente, la piantumazione è stata forzatamente rinviata per mesi a causa delle piogge intense cadute alla fine del 2010 e quindi eseguita solamente ad aprile 2011. Ciò ha comportato che ad oggi il sistema arboreo-arbustivo non abbia ancora sviluppato pienamente l'apparato radicale, limitandone le dinamiche di rimozione.

Per accreditare scientificamente il coefficiente di rimozione degli inquinanti sarà necessario un proseguo del monitoraggio in attesa della piena maturazione delle essenze vegetali e di un più completo set di dati di monitoraggio. Con la fascia a regime saranno caratterizzate tutte le dinamiche specifiche di depurazione sui singoli inquinanti, i processi coinvolti e la loro attivazione.

Il progetto prevede di mantenere le fasce vegetate e conservare la strumentazione installata in sito per altri 5 anni. Questo rappresenta un'opportunità per il proseguo delle attività di monitoraggio senza ulteriori costi di investimento, l'attività sperimentale necessiterebbe così solamente dell'acquisizione ed elaborazione dei dati. Il progetto RIPARI è il primo progetto di Fasce Tampone in Toscana, ciò rende auspicabile il proseguo della ricerca su questa esperienza per fornire le conoscenze utili per un'ampia applicazione di questi sistemi sul territorio regionale in modo da prevedere, con il supporto di appropriati modelli, la diminuzione dei carichi inquinanti di origine agricola e/o zootecnica nei diversi bacini idrografici.

FRANCO FRANCINI

ETG s.r.l.

Strumenti innovativi per la misura in continuo di parametri chimico-fisici e meteorologici per l'analisi del comportamento della Fascia Tampone

L'intervento sarà suddiviso in 3 parti:

- una presentazione della società
- un dettaglio relativo al piano di monitoraggio nella fase installativa
- una fase finale in cui riportiamo i risultati della ricerca.

La presentazione aziendale ha lo scopo di mostrare che tipo di società è l'ETG, quali prodotti costruisce, la "mission" aziendale, affinché capiate la filosofia che è stata seguita nello strumentare la fascia tampone.

ETG è una società che realizza e progetta sistemi di monitoraggio ambientale secondo le norme dell'organizzazione meteorologica mondiale; ETG è una società che si propone proprio di costruire la strumentazione e non che realizza l'integrazione di strumentazione costruita sul mercato da terzi. Realizza in proprio tutte le fasi del processo dalla Ricerca e Sviluppo fino alla manutenzione e assistenza post vendita delle proprie reti.

Le realizzazioni di ETG sono distribuite geograficamente sul territorio italiano con la messa in opera di 1450 stazioni, 120 i ripetitori, 100 centri operativi e 35 reti di telerilevamento, telecontrollo e telecomando

I settori in cui le nostre reti operano sono: meteorologia, idrologia, dei sistemi di telecontrollo e automazione rivolte ai sistemi di regimazione idraulica, monitoraggio quali-quantitativo della risorsa idrica, monitoraggio marino, oltre che correntometria e ondametria e sistemi per la sicurezza stradale. Le applicazioni sono vaste, ampie e tutte nel campo del monitoraggio ambientale, quindi quando ci è stato proposto di partecipare a questo progetto ci siamo buttati con molto entusiasmo perché vedevamo e credevamo di entrare in contatto anche con problematiche nuove a cui abbiamo cercato di dare una risposta.

Quindi questo è il piano di monitoraggio.

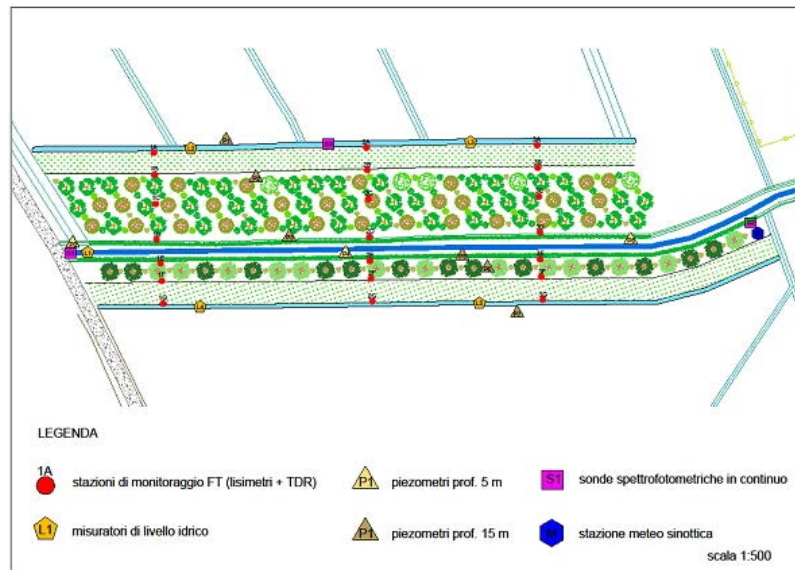


Figura 1: Planimetria e punti di monitoraggio

- 1 **stazione meteorologica** per la misura di pioggia, direzione e velocità del vento, umidità e radiazione solare
- 63 **lisimetri** per la raccolta dell'acqua presente nel terreno
- 63 **TDR** (Time domain reflectometer) per la misura dell'umidità volumetrica del terreno
- 9 **piezometri** per la misura del livello delle acque di falda a 5m e 15m
- 9 **trappole** per cattura della microfauna presente in falda e nel terreno
- 5 **misuratori di livello** per la misura dei livelli idrometrici nel canale e nelle canalette di carico
- 3 **sonde spettrofotometriche** per la misura dei parametri qualitativi delle acque

Quali sono le grandezze monitorate: con misure periodiche le grandezze sono

le acque di infiltrazione, le acque superficiali, il runoff, le acque sotterranee e i suoli all'interno della fascia tampone; è stata fatta una misura iniziale di caratterizzazione, uno stato zero, in cui oltre a queste grandezze sono stati prelevati, tramite carotaggio manuale, anche campioni di terreno.

I parametri misurati: umidità, composizione chimica delle acque, livello delle acque di falda, composizione chimica dei terreni e composizione chimica delle acque di carico e di deflusso, più, naturalmente una serie di parametri meteorologici, quindi pioggia, temperatura e umidità dell'aria, vento e radiazione solare. Una stazione sinottica più o meno tradizionale.

Anche i dati si dividono in due categorie, sostanzialmente si differenziano per la modalità di acquisizione: **dati in continuo**, cioè dati cioè dati che vengono acquisiti in continuo dalla strumentazione e poi vengono trasferiti con vari metodi al centro, e gli altri, ci riferiamo all'**analisi di laboratorio**, in cui vengono prelevati i campioni e poi portati in istituti di analisi.

I dati poi sono immagazzinati in un unico data base il quale prevede anche un programma di interfaccia utente via web, il cui nome commerciale è Winnet6, dotato di un data base cartografico e un database di tutte le informazioni acquisite in campo, per la restituzione grafica e tabellare dei dati e la fruizione delle informazioni.

Andiamo ora ad analizzare l'area e le installazioni effettuate:



Figura 2: Foto della fascia tampone presso il sito di Cesa con strumentazione installata

Questa è una fotografia dell'area datata all'inizio della fase di dotazione strumentale, infatti come vedete le piante sono state appena piantate e si intravedono gli strumenti.



Figura 3: Stazione meteorologica alimentata da pannello solare fotovoltaico

La stazione meteorologica: alimentazione a pannello fotovoltaico, la stazione è montata su un palo telescopico da 10 m che è un palo rilocabile, questo giusto per l'obiettivo che abbiamo perseguito in tutta l'installazione, ovvero di poter poi ripristinare l'area senza dover poi fare opere particolari di tipo edile. I sensori anemometrici sono quindi in alto, il palo è 10m secondo lo standard W.M.O.. Sono presenti anche un pluviometro, un sensore termo idrometrico, quindi temperatura, umidità, radiazione e pioggia. Come piccola innovazione nella sperimentazione, anche il palo del pluviometro invece di ricorrere a delle opere edili come normalmente viene fatto è stato fissato tramite un sistema di fondazione a vite, che viene installato per mezzo di un attrezzo pneumatico e che ha il vantaggio di poter essere rimosso senza opere di ripristino ambientale.



Figura 4: Misuratore di livello posto nel canale di drenaggio della fascia tampone

Misuratori di livello, ce ne sono 5: due nelle due canalette di carico quindi un totale di 4 e una nel canale, nel fosso continuo; come vedete c'è un acquirente, il data logger in alto sul tubo; il tubo è di tipo micro fessurato, protetto da una camicia di tessuto non tessuto per filtrarlo all'interno dai sedimenti, ed al suo interno vi è il trasduttore, il sensore di pressione che misura il livello dell'acqua.



Figura 5: Piezometri e sensori freaticometrici

Poi abbiamo i piezometri 9 punti di misura, in corrispondenza dei piezometri sono state installate anche i sensori freaticometrici per il posizionamento delle trappole; quindi è stata fatta una perforazione in cui sono stati installati 2 tubi:

- un tubo dedicato all'installazione e all'alloggiamento delle trappole distanziate di 5 m e sostenute da un sistema a catena e a supporti
- l'altro tubo in cui vi è l'acquisitore, il datalogger, collegato al sensore piezometrico inserito alla profondità di 5 o di 15 m.

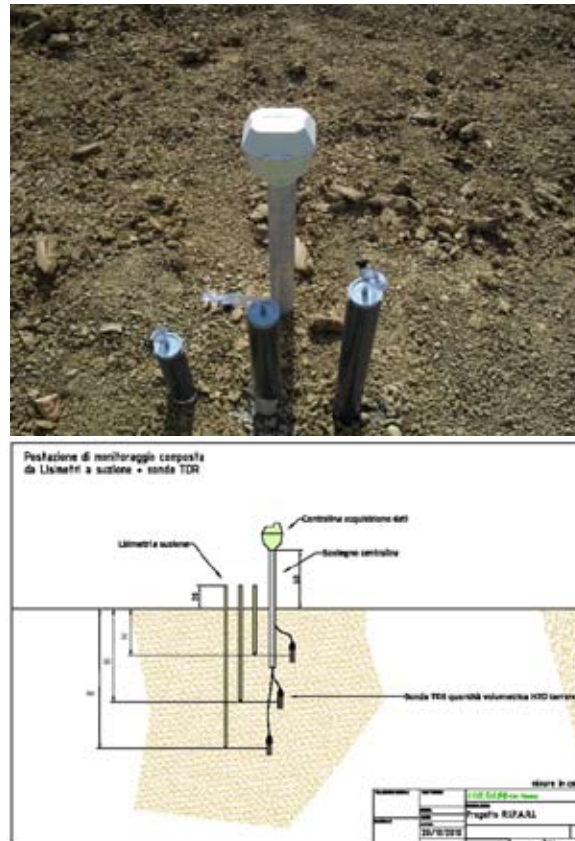


Figura 6: Immagine e schema d'installazione dei TDR

Le analisi di laboratorio effettuate sui campioni di acqua prelevati tramite i lisimetri a suzione forniscono maggiori informazioni grazie all'analisi combinata delle rilevazioni dell'umidità volumetrica del terreno effettuate

tramite i TDR. Per questo motivo i lisimetri e le sonde TDR sono state posizionate a coppie all'interno della fascia riparia. I punti di misura sono 21 e in ognuno di questi punti abbiamo i lisimetri alle 3 profondità e i 3 sensori di umidità del terreno le cui misure sono acquisite dal datalogger.



Figura 7: Sonde spettrofotometriche, sistema di alimentazione e sistema di acquisizione e memorizzazione dati

Un altro strumento decisamente importante, sperimentazione nella sperimentazione, è l'uso delle sonde spettrofotometriche; sono 3 una nella canaletta di carico in riva sinistra e 2 nel fosso. Ogni sonda è montata all'interno di un pozzetto, quindi annegata all'interno di un pozzetto in cemento con copertura metallica, con aperture laterali per l'annegamento dello stesso pozzetto e con coperture protette da un filtro per limitare la presenza di sedimenti. Ad ogni sonda fa riferimento un sistema di acquisizione e di memorizzazione dei dati e anche un sistema di pulizia: un compressore per la pulizia della sonda provvede, prima di ogni ciclo di acquisizione, ad iniettare nell'area di misura della sonda, un impulso di aria compressa che ha la funzione di pulire le ottiche, la parte emettitore e ricevitore della sonda stessa. Tutte le sonde sono alimentate da un pannello solare, in questo caso doppio perché vi è anche l'assorbimento abbastanza significativo del compressore.

Le analisi di laboratorio sulle acque e sui terreni della fascia tampone sono state eseguite periodicamente da un laboratorio specializzato.

Le misure in continuo sono state effettuate su tutti i parametri chimici e fisici misurabili attraverso sensori interfacciabili con datalogger innovativi prodotti appositamente da ETG nell'ambito del progetto R.I.P.A.R.I.

Entriamo nel vivo parlando dei due acquisitori che l'ETG ha realizzato dedicati al monitoraggio della fascia tampone, uno lo abbiamo chiamato **iLogger** e uno lo abbiamo chiamato **iEngine**.



Figura 8: iEngine

L'engine è lo strumento utilizzato per l'acquisizione dei dati di umidità del terreno e livello. Le sue caratteristiche che abbiamo pensato di sviluppare sono: alimentazione tramite pile alcaline, quindi un sistema che non ri-

chiede alimentazione esterne, dimensioni ridotte, memorizzazione dei dati all'interno a mezzo di una scheda micro SD, un modem di trasmissione GPRS integrato che fa sì che periodicamente in maniera automatica il dato venga trasferito al centro e una presenza di canali d'ingresso non particolarmente estesa ma sufficiente per monitorare le grandezze i parametri di una fascia tampone.



Figura 9: iLogger

L'iLogger è stato impiegato per l'acquisizione dei parametri meteo e della sonda spettrofotometrica; le sue caratteristiche significative sono:

- è un acquisitore con sistema operativo a bordo, quindi un calcolatore da campo
- possibilità di collegarsi direttamente o via etere, via wireless con i sensori e questo è importante nel caso di un'area agricola in cui la presenza di cavi non è opportuna

- modem di trasmissione dati gprs/umts: quindi trasmette i dati al centro ma può essere collegato via internet con un centro e quindi con la possibilità quindi, attraverso l'interfaccia web di vedere e analizzare da casa, sul proprio elaboratore i dati presenti e misurati e quindi memorizzati all'interno della centralina della stazione.



Figura 10: Sonda spettrofotometrica Spectrolyser

Elemento chiave di questa ricerca sono le sonde spettrofotometriche. Queste sonde sono un elemento di innovatività di questo progetto, La sonda spettrofotometrica **Spectrolyser** applica il ben noto principio di misura della spettrometria UV-Visibile. Lo strumento, di dimensioni 44 mm di diametro e 600 mm di lunghezza, misura l'assorbimento ai fasci di luce nelle lunghezze d'onda tra 200 nm e 750 nm emessi da lampade allo Xenon provocato dal liquido sotto esame. La sonda è collegata con l'acquisitore cioè con lo strumento di invio dati via wireless attraverso una serie di dispositivi, che noi abbiamo chiamato iWES, in prossimità sia del sensore remoto, quindi della sonda, sia all'interno dell'elemento di acquisizione, cioè della centralina.

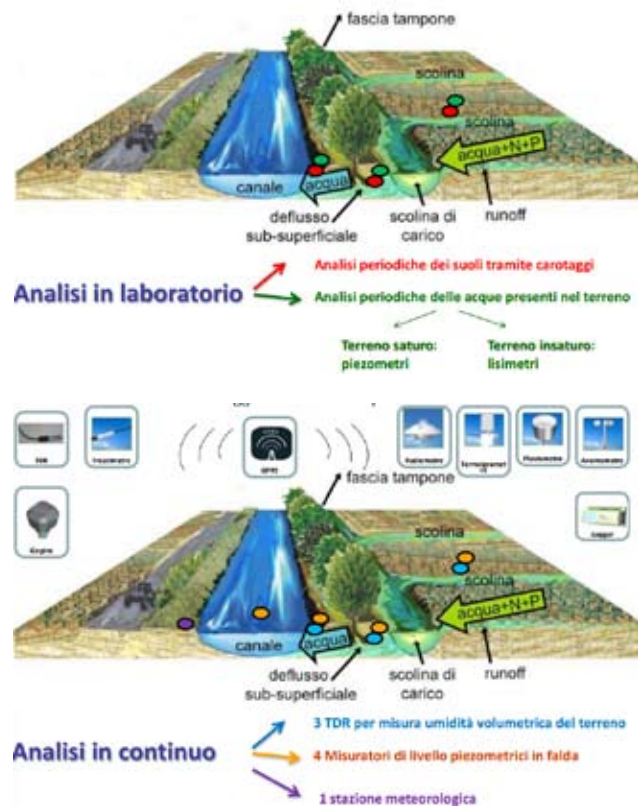


Figura 11: Schema dei prelievi di acqua e terreni per le analisi *off-site* di laboratorio (sopra) e schema di acquisizione e trasmissione dati per le analisi *in-site* in continuo (sotto).

Risultato finale della ricerca è quindi, per quel che riguarda la ETG, un insieme di strumenti che, realizzati ed utilizzati nell'ambito del presente progetto, risulta adattabile alle differenti tipologie di fasce tampone (differenti per dimensioni, caratteristiche fisiche del terreno, delle acque di falda e delle condizioni meteorologiche al contorno) e può essere utilizzato come set standard di strumenti per il monitoraggio del funzionamento e della qualità delle fasce tampone.

GIUSEPPE MESSANA
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi, CNR Firenze

Biomonitoraggio delle acque sotterranee

Al punto venti delle Considerazioni preliminari della DIRETTIVA 2006/118/ CE, “Sulla protezione delle acque sotterranee dall’inquinamento e dal deterioramento” si legge: “è opportuno eseguire lavori di ricerca per definire criteri migliori per assicurare la qualità e la protezione dell’ecosistema delle acque sotterranee. Se del caso, le conoscenze così acquisite dovrebbero essere prese in considerazione nell’attuazione o nella revisione della presente direttiva. È necessario che i suddetti lavori di ricerca, al pari della diffusione delle conoscenze e dell’esperienza al riguardo, oltreché dei risultati della ricerca siano incoraggiati e finanziati”.

Questa considerazione preliminare deriva da una raccomandazione di un gruppo di ecologi e biologi europei delle acque sotterranee, che hanno sottolineato in più occasioni quali sono i servizi forniti ed i beni offerti dagli ecosistemi sotterranei in buono stato (Danielopol et al., 2004; 2008).

Servizi:

1. Auto-purificazione dell’acqua (processi microbiologici e fisico-chimici);
2. Attenuazione/eliminazione contaminanti (composti organici naturali, inquinanti organici) attraverso il suolo che agisce da filtro e medium di biodegradazione;
3. Fornitura di acqua agli ecosistemi da loro dipendenti (GDEs); sorgenti, zone umide, laghi, etc ;
4. Impostazione delle condizioni idrogeochimiche per le comunità acquatiche di superficie/sotterranee;
5. mantengono la complessità strutturale del paesaggio;

Beni:

1. Acqua di qualità e disponibile con certezza per usi umani (agricoli, industriali, domestici);
2. Acqua disponibile per i GDEs e gli organismi che li abitano;
3. Valore culturale nel mantenimento di organismi altamente adattati, un aspetto unico della biodiversità sotterranea, europea;
4. Uso degli organismi come indicatori di qualità dello stato idrologico e biogeochimico degli ecosistemi acquatici sotterranei.

Gli ecosistemi acquatici sotterranei sono caratterizzati da assenza di luce, assenza di produttori primari, scarsità di nutrienti, che possono arrivare per via esogena o attraverso fenomeni di chemioautotrofia, bassa concentrazione di ossigeno, stabilità chimico fisica dell'habitat e nel caso degli ecosistemi interstiziali e freatici, da una riduzione degli spazi fisici. Per le caratteristiche dei parametri che li caratterizzano ospitano una fauna specializzata (stigobionti) ed altamente diversificata con adattamenti morfologici (depigmentazione, regressione di alcuni organi e ipertrofia di altri) comportamentali e fisiologici (metabolismo ridotto, longevità, strategia riproduttiva A (Gibert, 1994) che ne favoriscono la colonizzazione ed il mantenimento dell'habitat. Per le caratteristiche di queste faune, la composizione della biocenosi ed il rapporto tra forme di superficie e sotterranee, esse possono essere utilizzate per valutazioni sul lungo periodo dello stato ambientale dell'ecosistema che abitano.

Ecologicamente si possono distinguere tre grandi gruppi di organismi che colonizzano le acque sotterranee (Fig. 1): gli stigosseni (stigo dalla radice Styx il fiume sotterraneo dei morti della mitologia greca e romana) o abitanti occasionali, gli stigofili che possono svolgere parte del loro ciclo vitale in ambienti sotterranei, e gli stigobionti ovvero quegli organismi che debbono obbligatoriamente svolgere tutto il loro ciclo in acque sotterranee.

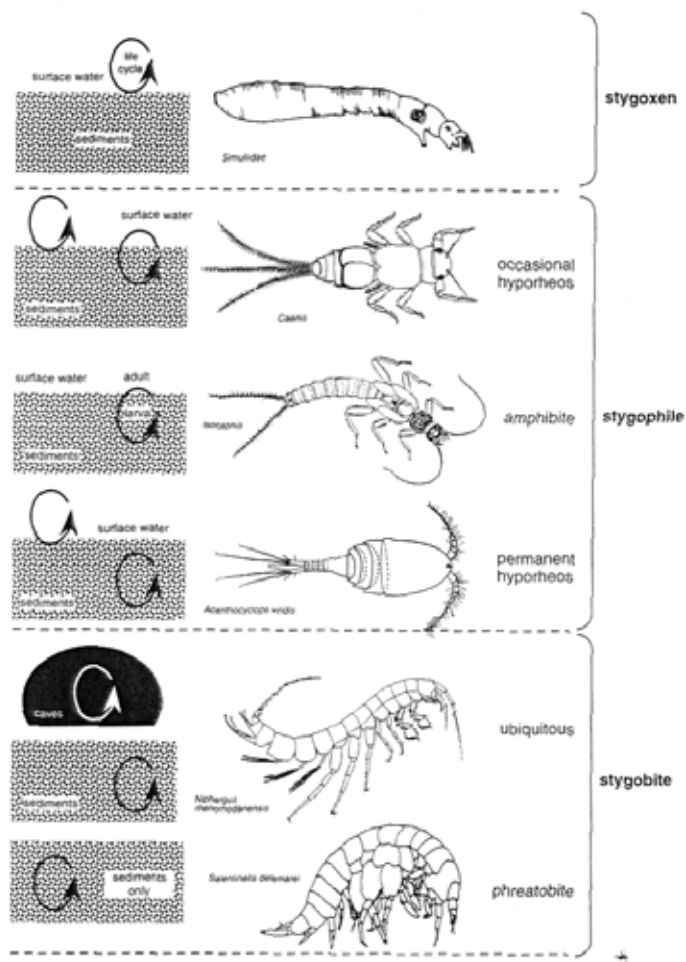


Figura 1: Schema di categorizzazione ecologica delle faune acquatiche sotterranee

Quali sono le funzioni che, con la loro attività svolgono gli stigobionti negli ecosistemi freatici?

1. Movimento:

- a. previene l'occlusione dei sedimenti
- b. favorisce l'ossigenazione dell'habitat
- c. stimola la crescita microbica

2. Preferendum di habitat:
 - a. biomarkers di tipologia acquifera
3. Tipologia di assemblaggio biocenotico:
 - a. la presenza di Stigosseni fornisce informazioni sullo stato dell'ecotono acque Sup/Sott;
 - b. l'alterazione degli assemblaggi è un segnale di alterazione Ch/Fs e/o strutturale dell'habitat di cui solo la fauna mantiene memoria
4. Valutazione dell'ecotossicità:
 - a. Sensibilità ai metalli pesanti, pesticidi, nitrati, organoclorurati, idrocarburi etc.
5. Endemismo e relittualità filogenetica:
 - a. incrementano il valore della biodiversità
 - b. permettono l'identificazione di siti a priorità di conservazione

È in quest'ottica che il progetto RIPARI ha previsto un monitoraggio biologico delle acque sotterranee del sito campione di Cesa in cui è stato impiantato un sistema di fascia tampone (FT) vegetato.

L'area è stata monitorata attraverso un sistema di trappole poste a varie profondità (profondità compresa tra 0,5 e 2 m: strato A; profondità compresa tra 2 e 5 m: strato B; profondità compresa tra 5 e 10 m: strato C) in piezometri installati all'interno ed all'esterno della fascia tampone sperimentale.

Al fine di ottenere un quadro completo della situazione in Val di Chiana sono stati effettuati e programmati campionamenti anche nei pozzi presenti intorno all'area pilota, facendo riferimento alla Banca Dati Sottosuolo e Risorsa Idrica (BDSRI) della Regione Toscana (Fig. 2). Una serie di prelievi è stata programmata, con visite periodiche a 9 pozzi dei dintorni, per valutare la consistenza delle biocenosi, la loro diversità e le relazioni esistenti tra gli ecosistemi acquatici sotterranei nell'area oggetto dello studio. Questo rappresenta il tentativo di omogeneizzazione di un'ampia tipologia di dati, provenienti dalle Amministrazioni provinciali o le stratigrafie derivanti dai sondaggi e permette di ottenere informazioni dettagliate su ogni singola captazione registrata e presente nel database, da correlare poi con la composizione delle biocenosi presenti.



Figura 2: Area di studio; sono segnalati i pozzi esterni all'area pilota usati per analisi di confronto.

I campionamenti sono stati eseguiti seguendo le metodiche messe a punto dal collega tedesco H.J. Hahn (2005) dell'Univ. Koblenz-Landau e hanno previsto l'installazione, in 9 piezometri, 3 in riva destra, 3 in riva sinistra e 3 nel fosso, posti a varie profondità, di trappole a caduta che venivano ispezionate mensilmente (Fig. 3).

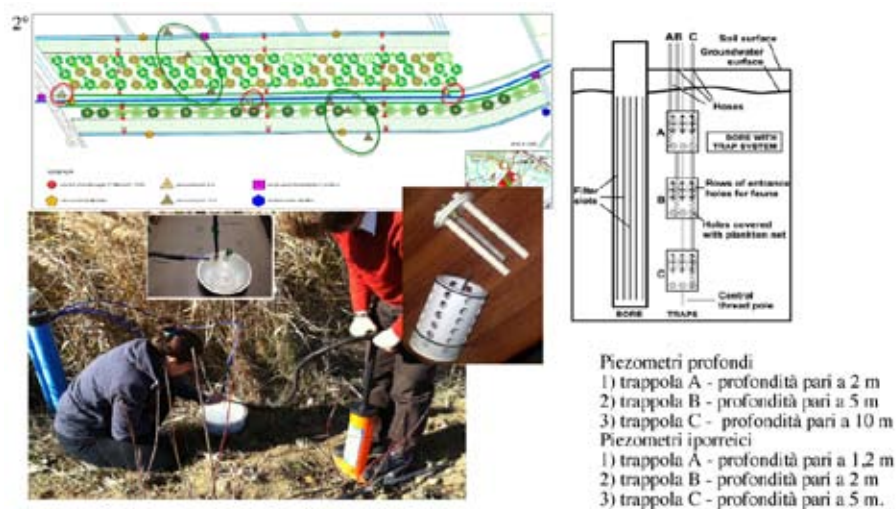


Figura 3: Schema di categorizzazione ecologica delle faune acquatiche sotterranee.

Il sito di Cesa è un sito ricco di argille e quindi non particolarmente favorevole alle faune stigobie. Nonostante ciò i primi risultati indicano che nell'area scelta per l'installazione della fascia tampone esiste una fauna acquatica sotterranea con una diversificazione in linea con le caratteristiche del sistema. La fauna raccolta è poca, abbastanza diversificata, con una prevalenza di Copepodi ed Oligocheti. Il numero totale di individui raccolti sinora è di ca 700 (Fig. 4).

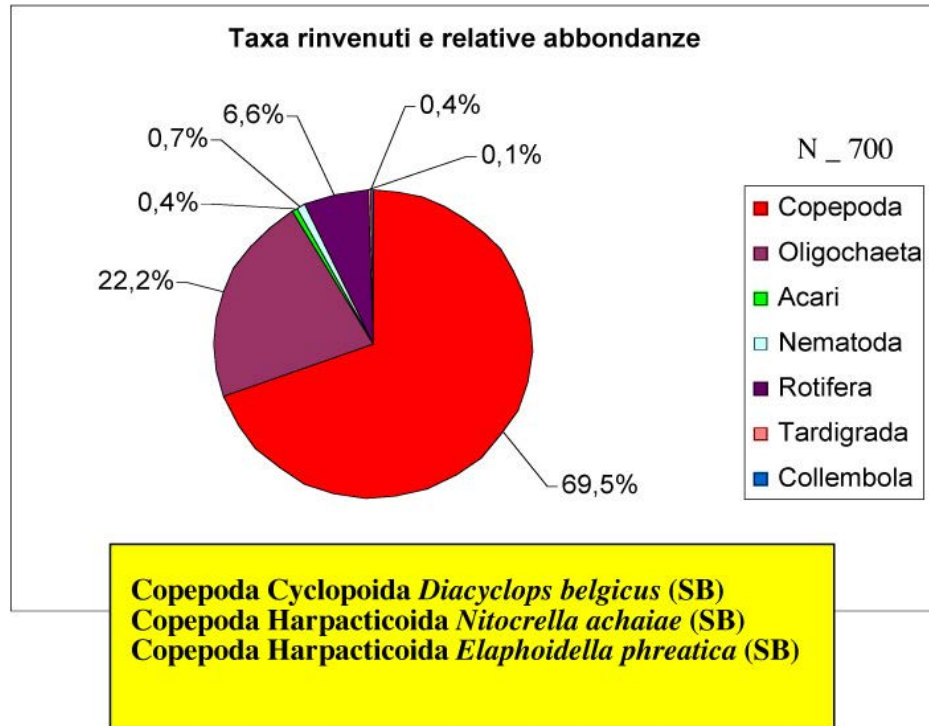


Figura 4: Abbondanze relative e diversità delle faune. Copepodi ed Oligocheti sono stigobi.

Il numero è basso tanto da non permettere ancora una valutazione degli effetti della FT sull'ecosistema ma comunque non così drammatici come il substrato argilloso del suolo poteva far supporre. La fauna si concentra maggiormente nei livelli superiori (Fig. 5); il taxon più numeroso è quello dei Copepodi costituito da tre specie tutte stigobie. Una di queste, *Diacyclops belgicus*, predilige le acque meno profonde; delle altre, *Nitocrella achaiae* è quella a maggior presenza, mentre *Elaphoidella phreatica* è presente più sporadicamente e comunque entrambe sembrano più uniforme-

mente distribuite alle profondità maggiori.

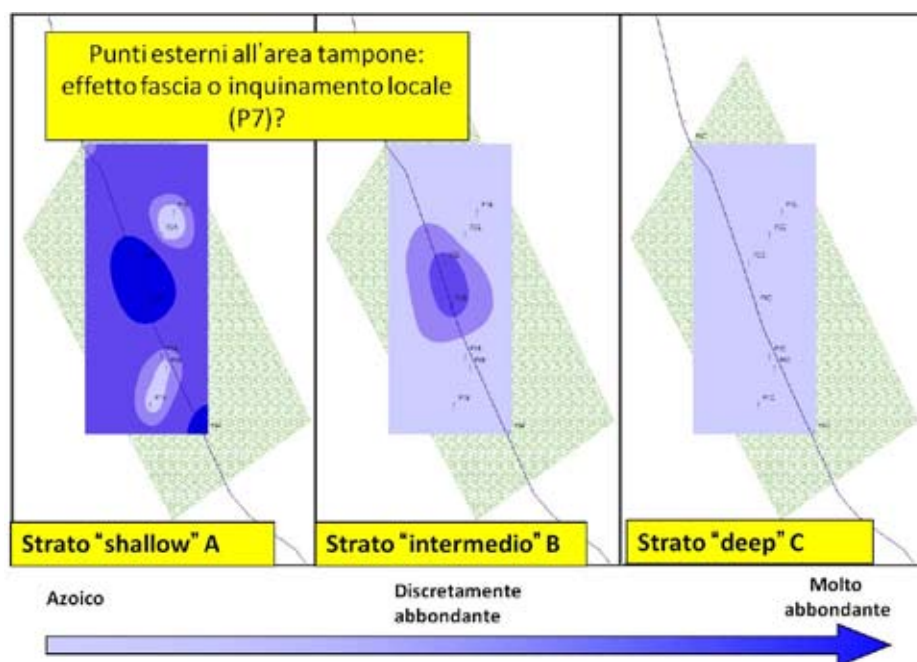


Figura 5: Rappresentazione attraverso interpolazione mediante approccio della distanza inversa dello stato di popolamento dei tre livelli di profondità.

Per quanto riguarda le variabili chimico-fisiche che sono state misurate nei siti di indagine in concomitanza al monitoraggio biologico, la stratificazione evidenziata a livello biologico non è invece rilevabile né dalle analisi descrittive né a livello statistico. I siti tendono, infatti, ad ammassarsi al centro degli assi, ad eccezione del sito P7B e P2A che tendono invece a distaccarsi dal trend generale quali outliers (Fig. 6).

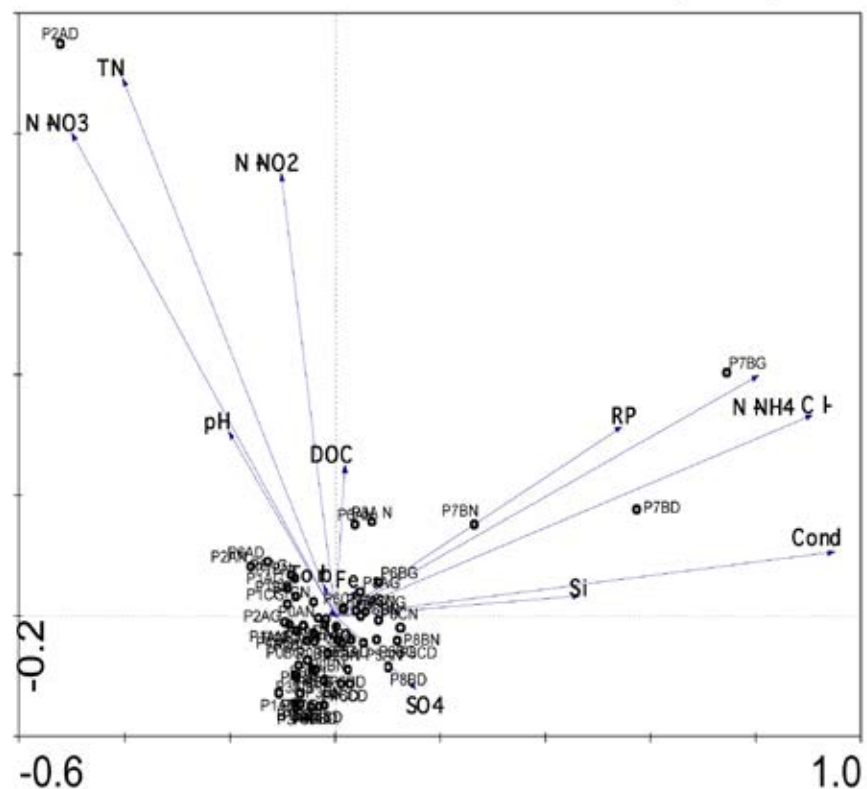


Figura 6: PCA di tutti i piezometri, si nota che solo i siti P2A e P7B si distinguono dagli altri per i valori di Azoto Nitrico e Cloruri rispettivamente.

A differenza degli altri siti, il sito P7B è stato caratterizzato da alti valori di cloruri e di conducibilità elettrica in tutto il periodo di indagine, mentre il sito P2A presenta valori leggermente più elevati di azoto nitrico rispetto alla media rilevata su tutta l'area di indagine. La restante parte dei siti non presenta significative differenze chimico-fisiche (varianza cumulata rispetto ai primi due assi: 43%).

Sono stati iniziati test genetici ed ecotossicologici per valutare la sensibilità e vulnerabilità di queste faune ai vari agenti rilevati.

Genetica

L'ambiente acquatico sotterraneo è caratterizzato da un'elevata presenza di specie criptiche. Per questo motivo l'identificazione morfologica è stata af-

fiancata alla bioidentificazione molecolare (DNA-Barcoding), che utilizza un particolare frammento del DNA mitocondriale come “firma molecolare” per identificare una specie. È stata amplificata e sequenziata una porzione del gene mitocondriale codificante per la citocromo C ossidasi I. La caratterizzazione molecolare degli individui delle specie *Diaicyclops belgicus* e *Nitocrella achaiiae* presenti nello strato A, più superficiale, ha rivelato la presenza di almeno tre lineage differenti, due dei quali presenti nel piezometro 3 (Fig. 7). Questo a confermare la presenza di una possibile specie criptica su cui si dovrà meglio indagare in futuro.

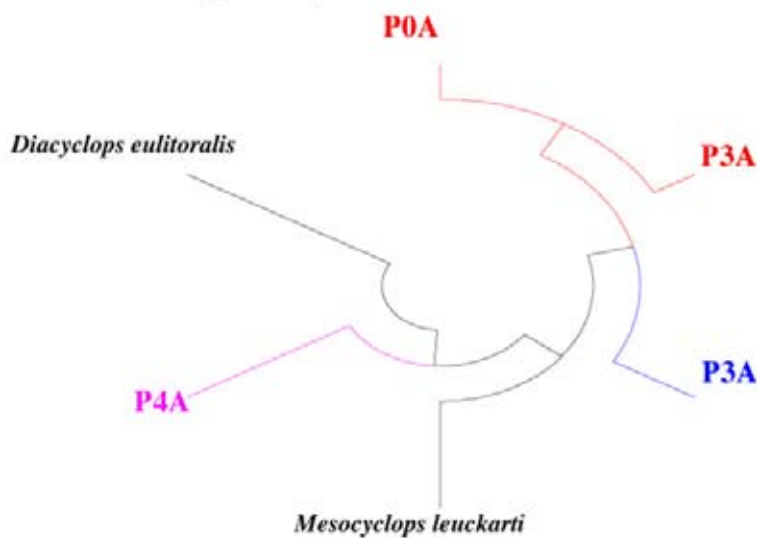


Figura 7: La caratterizzazione molecolare degli individui delle specie *Diaicyclops belgicus* e *Nitocrella achaiiae* presenti nello strato A, ha rivelato la presenza di almeno tre lineage differenti, due dei quali presenti nel piezometro 3.

Nei pozzi esterni al sito sperimentale sono stati rinvenuti esemplari di Iso-poda del genere *Proasellus*, di Copepoda della specie *Diaicyclops belgicus* e degli Amphipoda *Niphargus longicaudatus* s.l., appartenente cioè ad un complesso di specie mediterraneo distribuito dalla Sardegna alla Grecia. Il materiale della Val di Chiana appare sia morfologicamente che geneticamente vicino alle popolazioni del centro Italia (Lazio:Monti Prenestini e Lepini e Marche: Grotta di Frasassi. La stessa cosa sembra sostenibile per i *Proasellus*, ascrivibili probabilmente alla specie *P. banyulensis*. La mancanza di sequenze in banca dati impedisce una caratterizzazione più esatta della

specie, ma la bassa distanza (5-8%) dal *P. coxalis* suggerisce la sua appartenenza al genere da un punto di vista molecolare.

Ecotossicologia

Sono ancora oggi pochissimi gli studi ecotossicologici, acuti e cronici, effettuati su fauna acquatica sotterranea. L'effetto acuto di alte concentrazioni di nitrato sulla fauna stigobia sembra essere modesto (Galassi, comm. pers.). Tuttavia, dati di letteratura hanno ampiamente dimostrato che alte concentrazioni di nitrati in falda richiamano, a causa dell'aumentato carico organico, organismi acquatici di superficie che riescono in breve tempo a soppiantare le biocenosi autoctone vincendo la competizione in virtù del più elevato metabolismo e dei maggiori tassi riproduttivi, non sono stati testati fino ad oggi gli effetti sinergici di nitrato e altri inquinanti (es: nitrato + organo clorurati).

Considerando l'alto valori di cloruri nel piezometro P7B si è voluto testare l'effetto acuto di uno degli inquinanti più diffusi delle falde acquifere, il cloroformio (CHCl_3) con la specie stigobia *Diacyclops belgicus* (lunghezza del ciclo ontogenetico stimato pari a circa 1 anno – da verificare). I primi test hanno dato i seguenti risultati:

mortalità del 75% a 40 mg/l 24h

mortalità del 50% a 20 mg/l a 24h

mortalità dello 0% a 10 mg/l a 96h

Considerando tali risultati alla luce delle caratteristiche ecologiche della specie (lentezza del ciclo ontogenetico, scarsa fertilità, preferendum di habitat ridotto), un inquinamento medio da cloroformio della falda avrebbe effetti disastrosi sulle popolazioni di *Diacyclops belgicus*.

Test acuti con NH_4NO_3 su due specie di Copepodi (una stigofila ed una stigossena) ha dato un risultato LC50 96 h pari a 15mg/l per la prima e di 18 mg/l per la seconda. Sono ancora da indagare gli effetti sinergici di nitrati e organo clorurati.

Analisi batteriologiche

Per le analisi batteriologiche sono stati usati parametri per le acque superficiali utilizzando metodi standard IRSA-CNR:

- Conte batteriche totali a 22°
- Conte batteriche totali a 36°
- Coliformi totali
- *Escherichia coli*
- *Pseudomonas* spp.
- Streptococchi fecali

Non è stata rilevata presenza di contaminazione fecale o da acque di scarico. La correlazione con i dati della microfauna sono scarsi o nulli relativamente alla quantità di dati presenti sinora. Inoltre si è notato un andamento fluttuante che non rispecchia la stagionalità come osservato anche per i dati chimici.

Conclusioni

La comunità stigobia che caratterizza l'area di indagine presenta valori di biodiversità che si accordano ai dati di letteratura relativa ad acquiferi alluvionali non, o poco, impattati. La comunità autoctona risulta totalmente stigobia e non vi sono segnali di alterazione della stessa né di penetrazione di competitori rappresentati da organismi di fauna acquatica superficiale. Le maggiori abbondanze ed occorrenze sono state rinvenute all'interno della FT, ma non è possibile allo stato attuale attribuire tale pattern alle condizioni chimico-fisiche e/o strutturali del terreno determinate dall'installazione della stessa. Risulta, pertanto, necessario proseguire il monitoraggio biologico. In virtù del basso preferendum di habitat e della distribuzione limitata, la specie *Diacyclops belgicus* può essere eletta quale *early-warning bioindicator*: la sua scomparsa dallo strato più superficiale costituirebbe un chiaro segnale di impatto dal momento che la specie non potrebbe ricolonizzare il sito da altri punti posti a maggiore profondità e pertanto più protetti. Al momento, la struttura e la composizione della biocenosi stigobia non sembrano essere correlate a fattori fine-scale legati al chimismo delle acque, né al contenuto di DOC. Le analisi ecotossicologiche effettuate hanno dimostrato la sensibilità della specie *Diacyclops belgicus* al cloroformio. Sono in atto procedure sperimentali atte a determinare gli effetti sinergici di combinazioni di inquinanti. La caratterizzazione genetica delle specie ha permesso, da una parte di confermare l'identificazione morfologica delle specie, dall'altra ha messo in evidenza la presenza

di specie criptiche, come spesso accade in questi ecosistemi.

I risultati ottenuti nei primi mesi del progetto sono promettenti. Si deve tuttavia considerare che la FT richiede tempi lunghi per assestarsi e per esercitare le funzioni per cui è stata pensata. Sarebbe quindi auspicabile poter proseguire il monitoraggio, con le stesse modalità di studio, per seguire l'andamento e la dinamica delle biocenosi acquatiche sotterranee in relazione alla variazione dei parametri ambientali.

Bibliografia

Danielopol et al., 2004. Comment: Incorporating ecological perspectives in European groundwater management policy. *Environmental conservation*, 31(3): 1-5.

Danielopol et al., 2008. Incorporation of Groundwater Ecology in Environmental Policy. In: Quevauvilliers P.; *Groundwater science and policy*. RSC.

Gibert et al., 1994. Basic attributes of groundwater ecosystems and prospects for research. In: Gibert et al., *Groundwater research*. Academic Press, San Diego. pp 7-40.

Hahn H.J., 2005. Unbaited phreatic traps: A new method of sampling stygofauna. *Limnologica* 35: 248–26.

LUIGI P. D'ACQUI

Istituto per lo Studio degli Ecosistem, CNR Firenze

Monitoraggio delle proprietà chimico-fisiche del suolo

L'intervento riguarda la valutazione della dinamica delle principali caratteristiche chimico-fisiche del suolo della zona tampone nel periodo di studio mediante l'uso della spettroscopia MIR-DRIFT associata all'analisi chemometrica che si inserisce nell'ambito del progetto RIPARI (Attività 1.5.2).

L'uso della spettroscopia MID-DRIFT, associata all'analisi chemiometrica, oltre a consentire l'esame della composizione chimica del suolo attraverso lo spettro all'infrarosso, può essere utilizzata per prevedere facilmente e rapidamente una vasta gamma delle proprietà chimiche e fisiche del suolo permettendo un forte abbattimento dei tempi e costi delle analisi di laboratorio.

Questo metodo fornisce uno strumento molto utile nelle indagini relative:

- ai processi biogeochimici del suolo;
- ai meccanismi di ritenzione idrica ed umidità del suolo;
- ai fattori che determinano la disponibilità dei nutrienti per le attività biologiche;
- a problemi di ecotossicità dovuti a contaminanti.

Per il suo basso costo, è ideale per indagini a larga scala e di monitoraggio delle proprietà chimico-fisiche del suolo come ad esempio:

- variabilità del paesaggio;
- agricoltura di precisione.

Data la complessità dell'argomento l'intervento è stato diviso in due parti: nella prima viene data una breve descrizione dei principi fondamentali su cui si basa la tecnica e nella seconda vengono mostrati i risultati ottenuti applicando questa tecnica per predire alcuni parametri chimico-fisici del suolo nel sito di studio.

Prima parte

Per comprendere al meglio questa tecnica è necessario rispondere a due quesiti fondamentali:

Cos'è il MIR-DRIFT? e Cos'è l'analisi chemiometrica?

Per quanto riguarda la prima domanda, MIR significa regione del Medio infrarosso (IR) in riferimento a tutto lo spettro elettromagnetico. Invece DRIFT - Diffuse Reflectance Infrared Fourier Transform - significa spettroscopia a riflettanza diffusa.

La spettroscopia IR è una tecnica analitica che si basa sull'interazione tra una radiazione elettromagnetica e la materia e la riflettanza diffusa utilizza la riflessione diffusa della radiazione che ha la caratteristica di penetrare il campione.

La spettroscopia infrarosso si basa sull'eccitazione delle oscillazioni dei legami chimici presenti nel campione, che assorbono radiazioni a diverse lunghezze d'onda selettive nei confronti dei gruppi funzionali delle molecole presenti. Essa è fondamentalmente una spettroscopia di vibrazione. In particolare identifica le vibrazioni dei dipoli molecolari come ad esempio:

O-H, C-H, C-O, C-N, Si-O, Al-O

I dipoli sono parte di molecole in strutture minerali ed organiche incluso quelle dell'acqua che interagisce con le superfici. Per quanto riguarda le strutture minerali esse possono essere: kaolinite, smectite, quarzo, carbonati, sali ecc.; per quelle organiche: proteine, acidi, aromatici, lipidi, polisaccaridi ecc. e per l'acqua essa può essere adsorbita, fare parte di superfici idratate ecc.

Lo spettro MIR che si ottiene dall'analisi di un campione è costituito da vibrazioni fondamentali, vibrazioni combinate e da ipertoni.

Le frequenze misurate sono correlate alla massa degli atomi dei dipoli, alle forze di legame, alle simmetrie molecolari ed ai legami ad idrogeno.

Per quanto riguarda la seconda domanda "Cos'è la Chemiometria?" è importante dare una definizione di quest'ultima.

La chemiometria è definita come la scienza che permette di mettere in relazione, attraverso l'applicazione di metodi matematici e/o statistici multivariati, le misure fatte su un dato sistema o su un processo, con lo stato del sistema stesso.

Come dalla definizione sopra enunciata la chemiometria è quindi fortemente legata all'analisi multivariata. Molto spesso per questo tipo di analisi si usa la regressione multivariata. Essa si avvale della regressione ai minimi quadrati parziali che è diventata uno strumento standard per la modellazione di relazioni lineari tra misure multivariate.

I metodi di regressione multivariata sono impiegati per effettuare previsioni quantitative relativamente ad una o più proprietà del sistema in oggetto. Il loro scopo è di trovare la migliore relazione tra un insieme di variabili che descrive gli oggetti studiati ed un insieme di risposte misurate degli stessi oggetti.

Due strumenti come la PCR- regressione delle componenti principali ed la PLS - regressione ai minimi quadrati parziali sono essenziali per l'applicazione delle tecniche di predizione.

Seconda parte

Applicazione della tecnica nell'area di studio (risultati)

Due tipi di applicazione:

- Applicazione I

Valutazione della dinamica delle principali caratteristiche chimico-fisiche del suolo nella zona tampone *sperimentando* una riduzione dei campioni su cui effettuare le analisi chimico- fisiche di laboratorio.

- Applicazione II

Dimostrazione della potenzialità della tecnica utilizzata per la predizione dei nitrati del suolo.

Per quanto riguarda l'Applicazione I è stato effettuato un campionamento della sola zona tampone prelevando un totale di 162 campioni di suolo ad una profondità di 5 cm e di 30 cm.

I campioni sono stati preparati sia per l'analisi chimico-fisiche in laboratorio (essiccati e setacciati a 2mm) e per l'acquisizione dello spettro infrarosso (macinatura con mulino a palle per 5 minuti). Quindi sono state determinate le principali caratteristiche chimico-fisiche del suolo: contenuto di argilla, limo, sabbia, pH, CSC, C organico, C inorganico ed N totale, secondo le metodiche ufficiali delle Scienze del Suolo e mediante spettrometro all'infrarosso sono stati acquisiti (1 minuto per campione) gli spettri

dei campioni. Infine, con i dati analitici e gli spettri, mediante la tecnica PLS-DRIFT sono stati costruiti i modelli per la predizione delle principali caratteristiche chimico-fisiche del suolo:

- argilla, limo, sabbia
- pH
- CSC
- C organico
- C inorganico
- N

Nell'ambito di questa applicazione è stato sperimentato anche un metodo innovativo per la selezione dei campioni in modo da ridurre il numero totale di campioni da analizzare in laboratorio, e di conseguenza ottimizzare l'analisi e diminuire i tempi ed i costi senza perdere la qualità dei dati.

Sulla base dell'analisi delle componenti principali (PCA) degli spettri ottenuti da tutti i campioni è stato selezionato un subset ridotto di 60 campioni in grado di rappresentarli spettroscopicamente tutti. L'acquisizione degli spettri e l'analisi PCA, che comporta tempi brevi, è stata naturalmente eseguita prima di effettuare le analisi chimico-fisiche di laboratorio.

La selezione è stata effettuata applicando un algoritmo definito come "riottimizzazione guidata del modello" (GMR) (Zhang and Small 2003, Anal. Chem. 75) utilizzato generalmente per la standardizzazione e calibrazione di modelli multivariati.

In pratica, è stata fatta una valutazione della variabilità delle caratteristiche chimico-fisiche del suolo attraverso il "fingerprinting" spettroscopico MIR-DRIFT dei campioni. Quindi sono stati selezionati quei campioni che includevano la maggior variabilità della popolazione scartando di fatto quelli con caratteristiche simili che non danno ulteriori informazioni utili al modello.

Sono stati calibrati e validati il modelli di predizione con 60 campioni per TOC, N₂, CaCO₃ e sono stati comparati con quelli ottenuti con 162 campioni.

I risultati ottenuti sono stati molto buoni: alti coefficienti di determinazio-

ne e bassi errori di predizione comparabili tra i due set:

- Predizione del TOC per il set di 60 campioni, $R^2 = 0.93$ e $RMSP = 0.04$; per il set di 162 campioni, $R^2 = 0.90$ e $RMSP = 0.04$.
- Predizione del N_2 per il set di 60 campioni, $R^2 = 0.82$ e $RMSP = 0.007$; per il set di 162 campioni, $R^2 = 0.82$ e $RMSP = 0.006$.
- Predizione del $CaCO_3$ per il set di 60 campioni, $R^2 = 0.89$ e $RMSP = 0.04$; per il set di 162 campioni, $R^2 = 0.89$ e $RMSP = 0.05$.

Invece, per quanto riguarda gli altri parametri e cioè la CSC, l'argilla ed il pH è stato necessario, per ottenere dei buoni risultati, utilizzare una strategia che abbiamo definito "additiva". Il problema è nato dal fatto che le misure chimico-fisiche di questi parametri non sono effettuate direttamente sul campione ma su estratti (CSC, pH) di dispersioni (argilla) ecc. per cui le misure potrebbero essere non statisticamente accurate soprattutto se il campione non ha una certa variabilità, come nel nostro caso, in cui l'area della fascia tampone è minima ed il suolo molto omogeneo.

La strategia additiva è consistita nell'aggiungere al modello un certo numero di campioni provenienti da altri suoli con caratteristiche chimico-fisiche simili.

In questo caso si sono ottenuti risultati buoni con un errore di predizione un po' più alto. E' necessario tenere conto che anche le analisi di laboratorio per questi parametri hanno un errore standard alto, proprio per le ragioni sopracitate.

Calibrazione e validazione degli altri parametri, CSC, argilla e pH, utilizzando una strategia additiva:

- Predizione del CSC, $R^2 = 0.87$ e $RME_{\text{elenco SP}} = 2.71$;
- Predizione dell'argilla, $R^2 = 0.85$ e $RMSP = 4.32$;
- Predizione del pH, $R^2 = 0.74$ e $RMSP = 0.17$.

Applicazione II

Dimostrazione della potenzialità della tecnica utilizzata per la predizione dei nitrati del suolo

In questo caso sono stati campionati esclusivamente i suoli esterni di competenza alla fascia tampone adottando una griglia georeferenziata con ma-

glie di 40m x 40m prelevando campioni in coincidenza degli incroci delle maglie a due profondità (5 cm e 30 cm). Quindi si è proceduto alla determinazione dei nitrati e si sono acquisiti gli spettri di tutti i campioni. È stato calibrato e validato il modello della predizione dei nitrati ($R^2 = 0.82$ e RMSP= 0.69) e con questo modello sono stati predetti i 162 campioni della fascia tampone. In questo caso abbiamo ottenuto una distribuzione, a due diverse profondità, del contenuto dei nitrati del suolo della fascia tampone senza effettuare le analisi di laboratorio.

FEDERICO GASPERINI
Hydrogea Vision s.r.l.

Attività di disseminazione del progetto RIPARI

Buongiorno a tutti, sicuramente non riuscirò a recuperare i trentacinque minuti di ritardo che abbiamo accumulato, comunque rispetto alle relazioni precedenti, colme di dati, la mia sarà una comunicazione discorsiva, così arriveremo alla pausa pranzo un po' più rilassati. In ogni modo cercherò anche di stringere i tempi per lasciare spazio a qualche domanda.

Un progetto di ricerca industriale e sviluppo sperimentale come RIPARI, per poter avere efficacia ed esprimere tutte le potenzialità di cui è portatore, presuppone lo sviluppo di una strategia di disseminazione e divulgazione capace di raggiungere la maggior parte dei soggetti interessati della società civile, tecnica e scientifica. A tal fine nel corso dell'iter progettuale sono state realizzate attività formative e di diffusione dell'informazione scientifica, sia per spiegare il percorso progettuale e le peculiarità del progetto RIPARI, ma anche per poter parlare più in generale di corretta gestione degli ecosistemi fluviali, delle necessità dell'agricoltura, degli impatti del settore agricolo e delle buone pratiche. Al di là di quelli che saranno gli obblighi di legge, la condizionalità, la nuova PAC, è necessario andare verso una nuova gestione della vegetazione riparia, che come sottolineato in alcune relazioni precedenti, ha molte funzioni oltre a quella tampone. E' importante quindi riacquisire aree demaniali per realizzare delle zone filtro, parlare con gli agricoltori e spiegare che quei 5-10 metri vicini ai corsi d'acqua si possono lasciare liberi per la vegetazione, rinunciando ad una piccola parte di produzione agricola ma non al reddito, come è stato illustrato anche in questo convegno, visto che le piante utilizzate nella fascia, ad esempio, possono essere inserite in una filiera legno-energia con ritorno economico per le aziende. Quindi il progetto RIPARI ha fornito l'opportunità di parlare in modo più esteso del rapporto acqua e agricoltura. Ribadisco, ieri lo ha ricordato anche la dottoressa Nuvoli, che molti corsi d'acqua in Toscana non arriveranno al livello qualitativo previsto dalla Direttiva europea "Acque" che è quello di "buono" al 2015. Ovviamente non è tutta responsabilità dell'agricoltura, però questo è un dato che comunque deve far riflettere anche il settore agricolo.

RIPARI è il primo progetto sperimentale in Toscana sulle fasce tampone, ma come abbiamo visto durante questi due giorni di convegno, molte esperienze sono già state realizzate in Europa da più di un decennio e alcune anche in Italia. Ieri sono stati illustrati gli studi compiuti in Veneto. I dati sono disponibili, la denitrificazione, è dimostrato, è un processo che se si verificano le condizioni ricordate dalla Dottoressa Gumiero, è efficiente per la riduzione dei nitrati nelle acque. Le fasce tampone funzionano e quindi anche in Toscana bisogna procedere a realizzarle. Auspichiamo che sia stata colta la “sfida” lanciata dal Veneto: i 3000 km lineari di fasce già piantumate e la previsione dei 40.000 Km da realizzare con la nuova PAC 2014-2020. Nella nostra Regione bisogna superare i pregiudizi anche culturali che limitano la diffusione di questa pratica (ad esempio la “cultura” dell’argine non è quella delle fasce tampone per parlare di contrapposizioni che ieri sono state citate dal Consorzio delle Acque sorgive), se necessario continuare ad approfondire, ma passare ai fatti. Questo è un input che lancio anche in vista della discussione che si terrà alla tavola rotonda del pomeriggio.

A questo punto procedo molto velocemente: vediamo quali sono state le varie attività di disseminazione svolte durante il progetto. Intanto è stata realizzato il **sito** web www.progettoripari.it che rappresenta l’interfaccia del progetto con il “mondo esterno”.



Figura 1: Estratto della home page del sito del progetto RIPARI

Nel sito è possibile trovare tutti i materiali, anche gli aspetti progettuali e tutte le attività realizzate comprese quelle di disseminazione e divulgazione. Tra l’altro, tra qualche giorno, sul sito saranno inserite anche le relazio-

ni che sono state svolte durante questo convegno. Poi **l'attività didattica**, molto importante, a cui abbiamo dato notevole spazio. Il contatto diretto con il mondo della scuola, con i tecnici che domani si andranno ad interfacciare con il settore agricolo è stato ritenuto fondamentale. Sono stati contattati gli Istituti Tecnici e Professionali agrari della Toscana, con 10 scuole che hanno aderito al progetto (dislocate su 8 province) e complessivamente sono state coinvolte 29 classi.

Provincia	Comune	Scuola
Arezzo	Cortona	Istituto Tecnico Agrario Statale "Angelo Vegni" Cappezine
Arezzo	Pieve S.Stefano	Istituto Professionale per l'Agricoltura e l'Ambiente "A.M. Camaiti"
Grosseto	Grosseto	Istituto Statale di Istruzione tecnica e professionale "Leopoldo II di Lorena"
Siena	Siena	Istituto Tecnico Agrario Statale "Bettino Ricasoli"
Livorno	Cecina	Istituto Tecnico Agrario Statale "M.Polo"
Firenze	Firenze	Istituto Tecnico Agrario Statale
Lucca	Lucca	Istituto Tecnico Agrario "N. Busdraghi"
Pistoia	Pistoia	Istituto Professionale per l'Agricoltura e l'Ambiente "De' Franceschi"
Pistoia	Pescia	Istituto Tecnico Agrario "D. Anzilotti"
Massa Carrara	Fivizzano	Istituto Professionale di Stato per l'Agricoltura e l'ambiente "A. Pacinotti"

Tabella 1: Scuole coinvolte nell'attività didattica

Con i ragazzi, oltre alle specificità del progetto RIPARI, è stato affrontato un discorso complessivo sugli impatti del settore agricolo, sugli aspetti normativi, sulle funzioni della vegetazione riparia, naturalmente lasciando sempre spazio alla discussione.

Agli istituti superiori coinvolti è stata rilasciata una dispensa elaborata appositamente, oltre al supporto in Ppt realizzato per la presentazione. Alcune classi più interessate e che hanno avuto maggiori possibilità, sono venute in visita al cantiere a Cesa, dove è stata illustrata la realizzazione dell'impianto e in modo particolare il funzionamento dell'articolata strumentazione utilizzata per il monitoraggio. Nell'immagine è possibile

vedere uno degli ingegneri di ETG che illustra i particolari delle stazioni di raccolta dati.



Figura 2: Didattica in classe



Figura 3: Didattica e visita al sito sperimentale di Cesa

Oltre alle scuole superiori è stato coinvolto nel progetto anche il mondo universitario. In particolare le due Università di Pisa e Firenze, naturalmente le Facoltà di Agraria. A Pisa al Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema è stato illustrato il progetto durante il corso di ecologia tenuto dal Prof. Masoni. A Firenze invece nell'Aula Magna della Facoltà di Agraria è stato organizzato un seminario che ha affrontato tutti gli aspetti inerenti il progetto RIPARI, in sintesi, un condensato dei temi affrontati in questi due giorni.

La divulgazione è avvenuta anche attraverso **l'attività convegnistica**. A Cesa nel settembre 2010 è stato realizzato il convegno di presentazione del progetto RIPARI, alla presenza dell'assessore regionale all'ambiente Anna Rita Brammerini, del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino dell'Arno, Gaia Checcucci, delle istituzioni locali, del mondo dei consorzi. Il progetto RIPARI poi è stato illustrato anche fuori dalla Regione Toscana: lo scorso giugno in Veneto, è stato presentato durante un convegno sulla Direttiva nitrati. Naturalmente dell'attività convegnistica fa parte anche l'iniziativa che è in corso.

Tra le attività di disseminazione del progetto RIPARI sono stati realizzati anche tre **corsi di formazione** curati in particolare dall'ISE-CNR. Uno sulla "Spettroscopia MID-Drift come tecnica rapida ed economica per le analisi chimico-fisiche del suolo", tenuto dal Prof. Les Janik (CSIRO, Land & Water, Adelaide, Australia) esperto in materia. Il secondo corso ha riguardato i "Metodi di indagine ecologica sulle acque sotterranee", ed è stato tenuto dal Prof. Hahn dell'Università di Koblenza. L'ultimo corso di formazione realizzato sempre dall'ISE-CNR, "Un approccio integrato per la discriminazione delle fonti di nitrato in acquiferi alluvionali porosi", ha riguardato un'esperienza di ricerca svolta in Abruzzo dalla Dottoressa di Lorenzo. Infine fanno parte delle attività di disseminazione anche le "**Linee Guida**" sulle fasce tampone specifiche per la Toscana, attualmente in elaborazione, che serviranno da supporto a chi vorrà realizzare questa tipologia di intervento.

Concludo ribadendo quanto detto ieri dal responsabile del progetto RIPARI, Marco Mazzoni: a Cesa è stata costruita una "macchina da corsa" rappresentata dall'impianto sperimentale che speriamo non rimanga senza "benzina", nei prossimi mesi. E' una struttura che è a disposizione per cinque anni, di tutti gli interessati alla ricerca, poiché questo è l'impegno

assunto con il progetto. E' quindi auspicabile che si possa continuare a lavorare e ad una prossima occasione portare, oltre a risultati più approfonditi su questo progetto, almeno l'annuncio che in Toscana si stanno realizzando tot km di fasce tampone che permettono determinati abbattimenti di nitrati e di altri fertilizzanti nelle acque.

