

2



STORIA
DI UN'IDEA

Indice

2 Storia di un'idea

■ 2.1	Introduzione	pag. 13
■ 2.2	L'idea progettuale dell'AFI.....	» 14
■ 2.3	Diffusione dell'idea	» 17
■ 2.4	Vantaggi economici e ambientali delle AFI.....	» 19

Foto apriporta

Dettaglio di una risorgiva nell'alto Vicentino
Fonte: Giustino Mezzalira

Autori

Giustino Mezzalira (Veneto Agricoltura)

Con il contributo di

Luigi Barella (Veneto Agricoltura)

Gioia Garavini (collaboratore a progetto di Veneto Agricoltura)

2 Storia di un'idea

2.1 Introduzione

AFI è un acronimo che sta per “Area Forestale di Infiltrazione”. La sua comparsa è relativamente recente, come recente è l'idea progettuale a cui si riferisce: usare dei terreni agricoli a matrice molto grossolana dell'alta pianura, solcati da un “pettine” di canalette disperdenti bordate da alberature, per ricaricare artificialmente gli acquiferi.

Il tema della ricarica delle falde acquifere è di grande attualità in tutto il mondo perché ovunque lo sfruttamento non sostenibile delle risorse idriche sta provocando gravi fenomeni di depauperamento delle acque ipogee.

In Italia, negli ultimi 30 anni, in tutta la fascia delle risorgive che corre parallela al margine meridionale delle Alpi si è assistito a un progressivo abbassarsi della falda freatica e alla conseguente riduzione della portata complessiva delle risorgive. Moltissimi capofonti si sono definitivamente disseccati e molti altri vanno incontro a periodi sempre più lunghi di prosciugamento.

Il fenomeno della “morte delle risorgive” è stato particolarmente studiato in Veneto nell'area del “Destra Brenta”, nelle province di Vicenza e di Padova. Per quest'area un quadro preciso e al tempo stesso drammatico della situazione è stato tracciato dal Consorzio di Bonifica “Pedemontano Brenta” (oggi “Brenta”) di Cittadella che ha condotto varie indagini sulla presenza storica delle risorgive, testimoniando come gran parte di esse sia scomparsa negli ultimi decenni e come la portata complessiva dei capofonti presenti nel “Destra Brenta” si sia drammaticamente ridotta nello stesso periodo (Fig. 2.1 e Fig. 2.2.).

Figura 2.1 – Risorgiva attiva a Novoledo di Villaverla (VI).



Figura 2.2 – Risorgiva asciutta.



Fonte: (AA.VV., 2007). Progetto Democrito.

Le cause all'origine del fenomeno sono molteplici e complesse. Tra esse si possono ricordare:

- abbassamento del tratto pedemontano dei fiumi a causa delle escavazioni di ghiaia (con conseguente effetto drenante a carico della falda);
- sottrazione di terreni agricoli per le attività edilizie e conseguente riduzione delle superfici favorevoli all'infiltrazione dell'acqua;
- aumento degli emungimenti dalle falde per attività agricole, industriali, civili;
- modifica delle tecniche di irrigazione nell'alta pianura (sostituzione dei sistemi a scorrimento con sistemi pluviirrigui; impermeabilizzazione delle rogge di derivazione e delle canalette di distribuzione dell'acqua);
- modifica del regime pluviometrico (con riduzione complessiva delle precipitazioni e delle giornate piovose e aumento degli eventi intensi).

In provincia di Vicenza il fenomeno della risorgenza delle acque è particolarmente intenso e da origine ad alcuni dei più importanti fiumi di risorgiva di Italia (e di Europa visto che in nessun'altra area del continente europeo il fenomeno è così imponente). Le comunità locali sono particolarmente legate ai fiumi di risorgiva sia per motivi economici (irrigazione) sia per motivi ricreativi e storico-culturali (pesca sportiva, presenza di antichi manufatti quali i mulini, paesaggio).

È per queste ragioni che la progressiva morte delle risorgive ha suscitato a livello locale una reazione particolarmente intensa. La scintilla che ha portato alla nascita dell'idea delle AFI è scoccata nel comune di Sandrigo al capezzale del morente fiume Tesina, uno dei principali affluenti di sinistra del fiume Bacchiglione (anch'esso di risorgiva) a cui si unisce appena a sud della città di Vicenza.

Su iniziativa di alcuni cittadini locali (pescatori, ambientalisti) è nato il Progetto Tesina, avviato nel 2004 dalla Provincia di Vicenza con il contributo della Regione Veneto e in stretta collaborazione con il Comune di Sandrigo e il Consorzio di Bonifica "Pedemontano Brenta" di Cittadella. Il progetto ha preso in considerazione tutte le cause di degrado del fiume (inquinamento delle acque, compromissione degli habitat ripariali, semplificazione morfologica dell'alveo), ponendo un'attenzione particolare al problema dell'abbassamento della falda freatica e alla conseguente "morte" dei capofonti e proponendo per ciascuna di esse una serie di soluzioni. Per la mancanza di alimentazione dei capofonti il progetto proponeva di realizzare delle azioni artificiali di ricarica della falda, ipotizzando che questa avrebbe potuto essere attuata anche realizzando delle serie di canalette disperdenti a monte dei capofonti principali.

2.2 L'idea progettuale dell'AFI

Per porre rimedio al fenomeno dell'abbassamento del livello della falda freatica che alimenta le risorgive negli anni recenti sono state avanzate varie proposte tecniche. Tra esse le più importanti sono:

- creazione di briglie traverse lungo il tratto pedemontano dei fiumi e torrenti alpini per rialzarne il fondo compromesso dalle escavazioni;
- creazione di bacini di infiltrazione, utilizzando ex cave di ghiaia;
- realizzazione di "pozzi bevitori", cioè pozzi inversi attraverso i quali si immette nel sottosuolo acqua prelevata dai fiumi;
- utilizzo di superfici agricole al fine di infiltrare acqua in periodi non irrigui e di riposo vegetativo.

Quest'ultima idea trae origine dall'osservazione che, quando si irriga per scorrimento, una parte importante dell'acqua si infiltra nel suolo e pertanto non va persa ma solo "trasferita" dal reticolo idrografico superficiale (fiume→rogge→canalette→campo) alla falda. L'uso irriguo per scorrimento non può però essere utilizzato come azione in grado di ricaricare le falde sia perché avviene in modo molto discontinuo nel tempo sia perché è limitato solo a una breve stagione, durante la quale, per di più, si manifesta il massimo conflitto circa i diversi usi dell'acqua che scorre nei fiumi.

Un tempo erano comuni pratiche agronomiche e usi del suolo agricolo che avevano un rilevante ruolo nel trasferimento di portate superficiali verso la falda (marcite, sguazzi). Essi però hanno oggi possibilità limitate di essere utilizzati in quanto erano legati a particolari condizioni socio-economiche oggi difficilmente riproducibili.

L'idea sviluppata nell'ambito del progetto di rinascita delle risorgive del fiume Tesina parte dalla constatazione che nelle aree di alta pianura, al di sopra della fascia delle risorgive, i terreni sono a tessitura grossolana e la falda è profonda. In queste condizioni il tasso di infiltrazione dei terreni è elevato o elevatissimo.

La proposta innovativa è stata quella di sfruttare in senso positivo l'elevato tasso di infiltrazione dei terreni, destinando la loro superficie alla coltivazione di una coltura "speciale" che consente di organizzare la superficie in modo da massimizzare il tasso di infiltrazione ($l/m^2/giorno$). I punti salienti della proposta sono i seguenti:

- piantare alberi a file e a densità normale per una piantagione da reddito (ad esempio un ceduo a ciclo breve, *Short Rotation Forestry*, SRF) o per un bosco a fini naturalistici (distanza tra le file di 3-4 m);
- scavare al centro di ogni altro interfilare una canaletta disperdente profonda 70-80 cm e larga altrettanto;
- connettere tutte le canalette a un fosso adduttore collegato al sistema irriguo consortile;
- utilizzare il sistema in modo turnato nel periodo irriguo (solo se non vi è scarsità di acqua), secondo i diritti già goduti dai singoli appezzamenti;
- utilizzare il sistema in modo continuo nel resto dell'anno (oltre 200 giorni), a patto che si possa derivare acqua dai fiumi senza inficiarne il minimo deflusso vitale.

Un'area organizzata in questo modo è stata denominata Area Forestale di Infiltrazione (AFI).

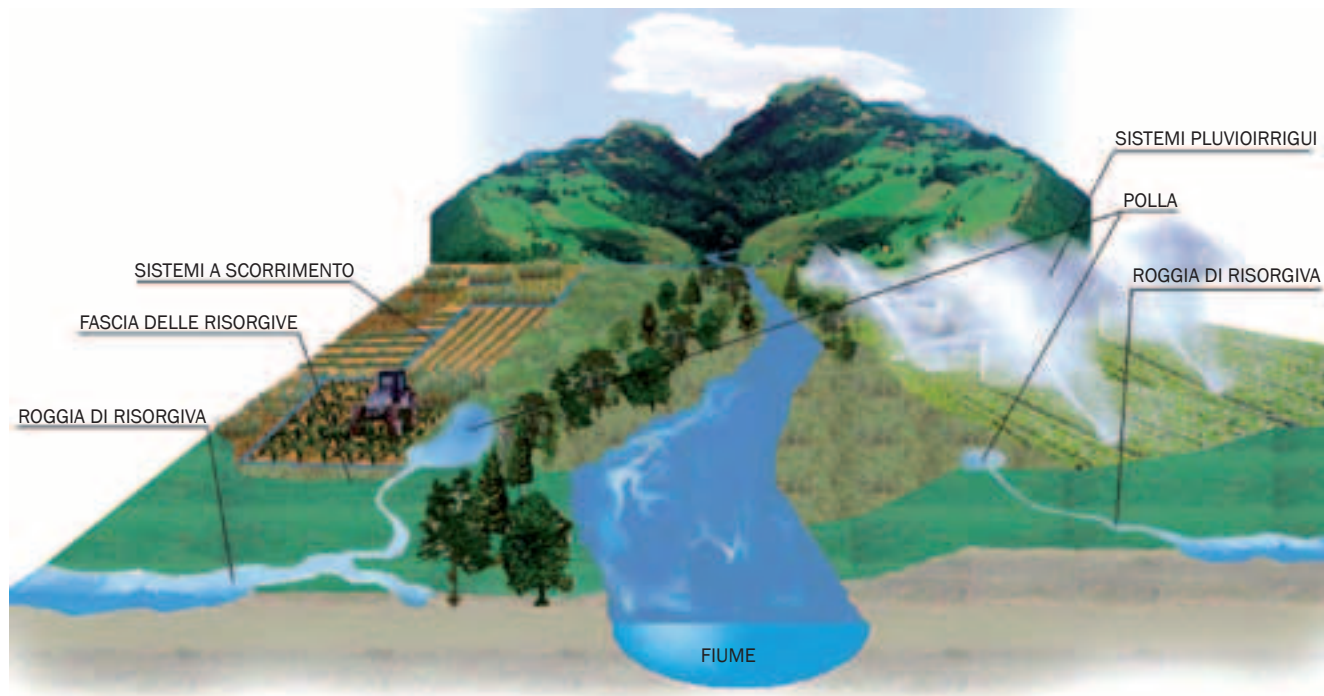
Nell'AFI si immette una parte dell'acqua "in abbondanza" che scorre velocemente nei tratti pedemontani dei grandi fiumi di pianura soprattutto in periodo non irriguo e invece di lasciare che essa si allontani dal territorio (in pochi giorni arriva al mare), la si accumula nel grande bacino sotterraneo costituito dalle falde idriche, che tendono a svuotarsi con ritmi molto più lenti (Fig. 2.3).

Contrariamente a quanto avviene nei bacini di infiltrazione o nei pozzi bevitori, nelle aree forestali l'acqua che si infiltra verso gli strati profondi del suolo incontra un efficace filtro costituito dagli apparati radicali degli alberi. In terreni di alta pianura, a falda profonda, lo strato attivamente esplorato dalle radici è spesso molti metri (più di dieci per alcune specie). In tal modo l'acqua subisce non solo un processo di filtrazione fisica ma anche un processo di "affinamento", attuato soprattutto dai microrganismi che vivono in simbiosi con gli apparati radicali (si veda ad esempio l'attività denitrificante di alcuni batteri eterotrofi).

Una considerazione molto interessante è che, quando è attivo il processo di infiltrazione, il suolo viene saturato d'acqua e pertanto anche in suoli a matrice grossolana (tendenzialmente insaturi) si creano delle condizioni di anaerobiosi che risultano favorevoli ai processi di denitrificazione, come normalmente avviene in un'area tampone. Da questa constatazione ha preso avvio l'idea di poter utilizzare le AFI anche per smaltire una parte dei liquami in eccesso nelle aree a più alta concentrazione zootecnica o il digestato proveniente dai digestori anaerobici che producono biogas.

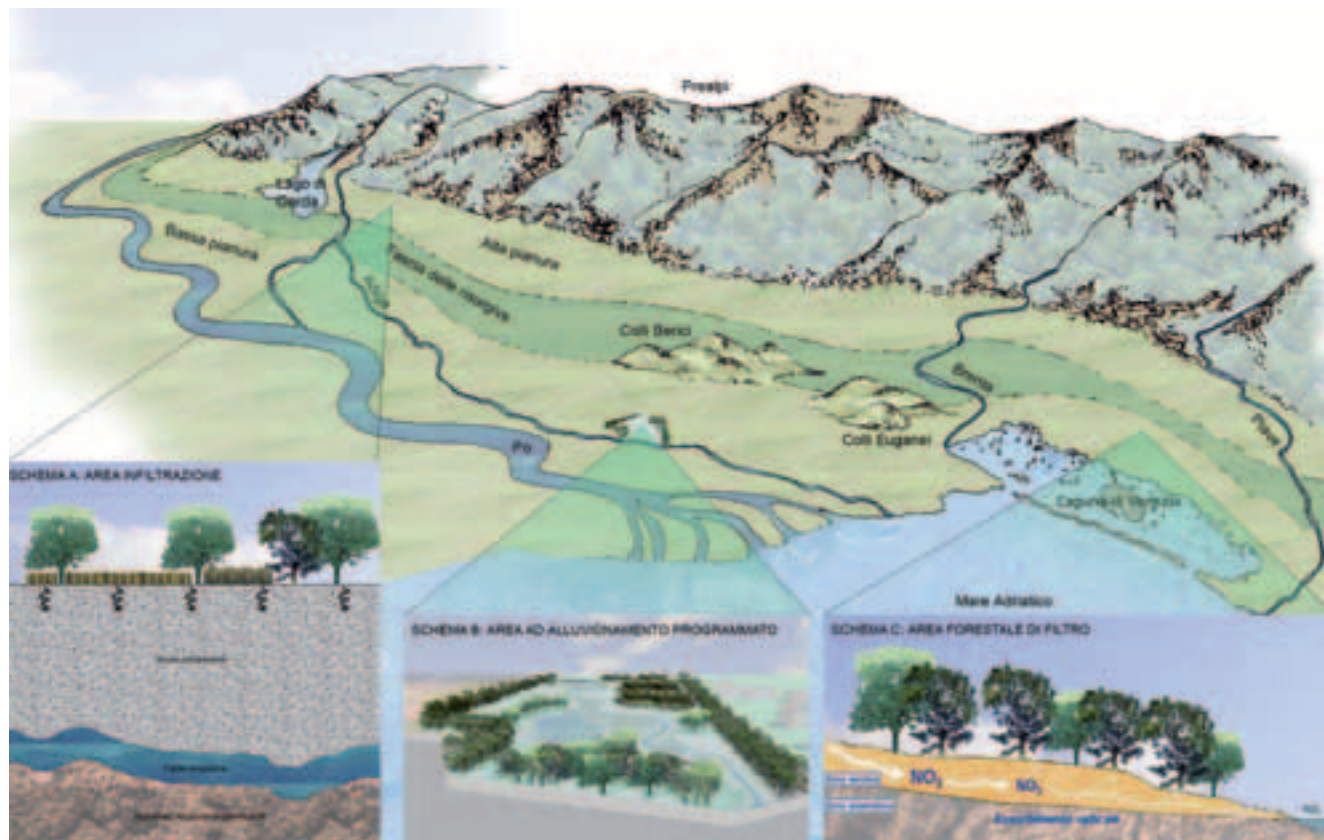
La vegetazione forestale attivamente coinvolta nei processi depurativi, che sia di larghezza limitata ("**fascia tampone boscata**", FTB) od occupi vaste superfici ("**area forestale filtro**", AFF), viene definita "**sistema forestale filtro**" (SFF) (Fig. 2.4).

Figura 2.3 – Sistemi irrigui dell’alta e media pianura: si noti la diversa intensità delle risorgive nei due casi illustrati.



Fonte: (AA.VV., 2007). Progetto Democrito. Illustrazione a cura di Roberta Usai.

Figura 2.4 – Visione schematica della pianura veneta e localizzazione dei diversi sistemi forestali per l’acqua.



Fonte: (AA.VV., 2007). Progetto Democrito. Illustrazione a cura di Roberta Usai.

Le prime esperienze in Veneto in materia sono state realizzate a partire dalla metà degli anni '90 quando, su iniziativa dell'allora Azienda Regionale delle Foreste (oggi Veneto Agricoltura), furono messe a dimora le prime FTB per il controllo delle fonti di inquinamento diffuso, principalmente di origine agricola. Poco dopo, per merito dell'al-

lora Consorzio di Bonifica "Dese Sile" (oggi "Acque Risorgive") di Mestre, fu realizzata la prima AFF per l'affinamento delle acque di un fiume tributario della laguna di Venezia (progetto realizzato lungo il fiume Zero nell'Azienda Agricola "Diana" di Veneto Agricoltura nell'ambito del **Progetto europeo NICOLAS**).

Dopo una fase pionieristica le FTB hanno iniziato a essere diffuse in molte altre regioni italiane, localizzate in connessione alla rete scolante (nelle zone di media e bassa pianura) e sostenute anche da diverse forme di incentivazione (regolamenti comunitari, misure del PSR), allo scopo di controllare i rilasci di nutrienti legati alle attività agricole. In questi contesti la vegetazione forestale ha la capacità di svolgere, attraverso complessi processi, un'importante azione depurativa sui deflussi superficiali e sub-superficiali, dovuta alle azioni di:

- assimilazione, trasformazione e immagazzinamento dei nutrienti presenti nel terreno;
- ritenzione del sedimento e degli inquinanti a esso adsorbiti;
- sostegno all'attività metabolica dei microrganismi presenti nel suolo, in particolare dei batteri denitrificanti, favorendo in questo modo la rimozione definitiva dell'azoto dal sistema.

La capacità depurativa dei vegetali legnosi è riconducibile a diversi processi biologici. Negli strati profondi del suolo, in condizioni di anossia (suoli saturi d'acqua e pressoché privi di ossigeno), i batteri eterotrofi utilizzano per la loro attività metabolica la molecola del nitrato al posto dell'ossigeno durante i loro processi respiratori, riducendo così l'azoto da nitrico (NO_3^-) ad azoto molecolare (N_2), gas che attraversa il profilo del suolo e si disperde nell'atmosfera. Per poter sopravvivere i batteri denitrificanti devono disporre di sostanza organica da metabolizzare negli strati anossici più profondi del terreno; questa viene fornita loro dai vegetali legnosi tramite essudati radicali, radici morte, lettiera portata in profondità dai lombrichi. In presenza di abbondante sostanza organica negli strati profondi del terreno l'attività dei batteri denitrificanti è molto efficace ed è in grado di eliminare dalla soluzione l'80-90% dei nitrati. I vegetali, oltre a un'elevata efficacia nel controllo dell'azoto, sono efficaci anche nel controllo del fosforo e di molti pesticidi che si muovono adsorbiti ai sedimenti soprattutto in occasione di piogge intense.

Il principio fondamentale di funzionamento dei "sistemi forestali filtro" si basa sull'interazione tra acqua, suolo, microrganismi e vegetali legnosi. I vegetali legnosi (alberi e arbusti) apportano l'energia al sistema, rifornendo di sostanza organica lo strato superficiale (spesso alcuni metri) del suolo; i microrganismi (soprattutto batteri) sono i responsabili delle fondamentali reazioni biochimiche che permettono di depurare le acque; il suolo, oltre a essere la matrice che ospita i microrganismi e gli apparati radicali dei vegetali legnosi, svolge anche una funzione fisica di filtrazione (importante soprattutto per il controllo degli inquinanti adsorbiti ai colloidi del terreno).

Un'area forestale, per svolgere la funzione depurativa, deve essere attraversata da un flusso sub-superficiale di acqua; l'azione depurativa di fatto avviene a livello della rizosfera, in uno strato attivo che interessa i primi metri al di sotto della superficie.

La funzionalità del sistema dipende da diversi fattori tra cui la tessitura del suolo, la profondità della falda freatica e la relativa saturazione del suolo, la pendenza del terreno e, soprattutto, l'attenta progettazione del sistema idraulico. I "sistemi forestali filtro" possono pertanto considerarsi come un vero e proprio sistema di fitodepurazione, dove l'elemento strutturale del sistema è dato dal terreno agricolo e dalla vegetazione forestale.

Da un punto di vista strettamente tecnico-realizzativo, gli aspetti che caratterizzano l'idea progettuale dell'AFI sono cinque:

1) Profilo e tessitura del suolo

Considerato che l'obiettivo primario di un'AFI è quello di infiltrare acqua verso gli strati profondi del suolo, il primo aspetto che va tenuto presente nell'organizzazione di un'area di infiltrazione è quello del profilo e della tessitura del suolo.

Ideali sono i suoli tipici delle conoidi pedemontane dei fiumi e torrenti alpini, costituiti da uno strato superficiale di terreni agrari di medio impasto-leggeri sovrapposti a un materasso indifferenziato di ghiaie e sabbie.

Nella strategia di ricarica della falda basata sulle AFI, quello che conta è disporre di una superficie sufficiente a infiltrare i quantitativi complessivi di acqua che ci si è prefissati di trasferire dal flusso superficiale al flusso profondo. Non è pertanto indispensabile che le superfici delle AFI siano accorpate e questo permette di ricercare sul territorio i suoli più adatti.

2) Collegamento con il sistema irriguo

Un secondo aspetto importante è quello della connessione con la rete irrigua.

Normalmente in tutte le aree di alta pianura esiste un sistema irriguo perché sono quelle che storicamente hanno tratto più vantaggio dalla realizzazione dei sistemi di irrigazione, vista la forte domanda di acqua nella stagione vegetativa dei terreni a matrice grossolana.

Il sistema di irrigazione può essere a scorrimento (a gravità) o pluvirriguo (in pressione) (Fig. 2.5).

Figura 2.5 – Sistemi pluvirrigui nelle zone di alta pianura.



Fonte: (AA.VV., 2007). Progetto Democrito.

Il primo caso, ancora oggi diffuso in molte aree di alta pianura, è il più favorevole perché in questo caso basta solo alimentare il sistema delle canalette disperdenti agendo sui sistemi di derivazione delle acque (a tal fine è prezioso il lavoro dei guardiani irrigui dei Consorzi di Bonifica).

Il secondo caso è più problematico perché impone la messa in pressione dell'intero settore irriguo a cui è connesso l'appezzamento in oggetto. Sono allo studio soluzioni ingegneristiche che permettono di utilizzare la rete tubata del sistema pluvirriguo anche in periodo invernale.

3) Organizzazione spaziale e funzionamento del sistema delle scoline

I terreni di alta pianura hanno una naturale pendenza media del 4-5 per mille. Portando l'acqua nel punto più alto dell'appezzamento è quindi facile farla poi correre lungo la linea di massima pendenza.

Contrariamente a quanto un tempo si faceva con le marcite o a quanto si fa quando si irriga per scorrimento, l'acqua nelle AFI non viene fatta scorrere su tutta la superficie ma solo lungo una serie di canalette parallele (organizzate a pettine, con interasse di 7-8 m) tra loro raccordate in testa. Questa organizzazione del movimento superficiale dell'acqua ha alcuni importanti vantaggi:

- la superficie del terreno è sempre libera e percorribile;
- il fondo delle canalette disperdenti va a toccare gli strati fortemente permeabili che si trovano al di sotto del suolo agrario;
- l'interasse tra le canalette permette un agevole movimento dei mezzi meccanici adibiti alla coltivazione delle piantagioni.

Complessivamente in ogni ettaro di superficie vengono scavati 1.400-1.600 m di canalette con andamento normale rispetto alle isoipse. Per fare ciò si utilizzano delle ordinarie macchine scolinatrici retroportate da una trattoria agricola o degli scavatori. Le stesse macchine possono periodicamente essere utilizzate per eliminare dal fondo delle canalette i sedimenti e i detriti che vi si depositano, facendo coincidere il turno di spurgo delle canalette con il turno di taglio del ceduo (2-5 anni).

4) Stagionalità del funzionamento

Durante la stagione irrigua tutta la risorsa idrica disponibile va prioritariamente utilizzata per irrigare le colture agricole. Già oggi il conflitto sull'uso della risorsa è molto forte, in particolare per quanto riguarda il tema del minimo flusso vitale lungo le aste dei fiumi principali; non è pertanto pensabile aggiungere ulteriori volumi a quelli già da tempo derivati dai fiumi in periodo estivo per continuare ad alimentare le AFI in questa stagione.

Le AFI pertanto hanno una netta stagionalità di funzionamento in quanto possono essere alimentate normalmente tra inizio settembre e fine aprile. In anni particolarmente piovosi esse possono essere utilizzate anche nella stagione irrigua.

Considerato che in alcuni periodi dell'anno nei fiumi principali potrebbe scarseggiare l'acqua e che quella poca presente va lasciata tutta al fiume e tenuto presente che i sistemi irrigui sono sottoposti, in periodo invernale, a periodica manutenzione, è realistico pensare che un'AFI possa essere mediamente attiva per circa 200 giorni all'anno.

5) Quantitativi d'acqua infiltrabili

Le canalette di progetto dovrebbero essere profonde circa 70-80 cm e toccare gli strati a matrice ghiaiosa almeno con il loro fondo.

La stima della capacità di infiltrazione viene condotta in prima approssimazione applicando la formula di Darcy:

$$Q_f = K \times j \times A$$

La cadente piezometrica (j) viene posta pari a 1, essendo il tirante idrico trascurabile rispetto all'altezza dello strato filtrante e la superficie piezometrica di falda convenientemente al di sotto del fondo disperdente.

Il valore della permeabilità (K) caratteristico dei terreni adatti alla realizzazione di un'AFI è di almeno 10^{-4} m/s.

Con queste assunzioni, per una superficie utile (A) di $0,5 \text{ m}^2$ per metro di canaletta disperdente, risulta una portata infiltrata pari a $Q_f = 0,0001 \times 1 \times 0,5 = 0,05 \text{ l/s}$ per ciascun metro di canaletta.

Data una densità media del sistema delle canalette disperdenti di 1.500 m/ha , in un giorno la quantità infiltrata per ettaro è pari a: $1.500 \times 0,05 \times 86.400 = 6.480 \text{ m}^3$.

È degno di nota il fatto che un ettaro di AFI realizzato nelle aree più vocate dell'alta pianura è in grado di infiltrare oltre 5.000 m^3 di acqua al giorno. In un anno, nei 200 giorni utili di funzionamento, un ettaro di AFI può dunque infiltrare un milione di m^3 di acqua!

2.3 Diffusione dell'idea

Le idee sopra illustrate, messe assieme in occasione del Progetto Tesina del 2004, sono state per la prima volta esposte in modo compiuto all'interno di uno studio effettuato dalla Provincia di Vicenza nel biennio 2006-2007 e denominato **Progetto Democrito**.

Nell'ambito del progetto sono state prese in esame le molteplici problematiche relative all'acqua in termini sia qualitativi che quantitativi, all'aria in termini di riduzione della concentrazione di gas serra nell'atmosfera, alla pianificazione del territorio con la proposta di incrementare nelle aree agricole la diffusione di sistemi forestali multi-funzionali (infiltrazione e depurazione dell'acqua, produzione di biomassa legnosa).

Secondo quanto illustrato nel Progetto Democrito, tra le soluzioni progettuali proposte per riequilibrare i cicli dell'acqua, dell'aria e del carbonio, le AFI si contraddistinguono come un'opzione altamente innovativa. Lo studio ha analizzato la peculiarità di queste aree evidenziandone le caratteristiche strutturali, gli aspetti progettuali, le modalità di realizzazione e gestione e puntualizzando anche i benefici ottenibili sul piano ambientale ed economico.

Una prima applicazione delle idee esposte nel Progetto Democrito è stata attuata nella primavera 2007 nell'alta pianura vicentina nel comune di Schiavon per iniziativa del Consorzio di Bonifica "Pedemontano Brenta" (oggi "Brenta") di Cittadella (PD), che ha realizzato per la prima volta un'AFI su una superficie agricola di 1.18 ha (vedi par. 3.5.1)

Nello stesso periodo un'iniziativa analoga era stata avviata in Lombardia nelle province di Bergamo e Brescia dove l'ERSAF, in collaborazione con l'ARPAL, aveva avviato un progetto che, oltre ad avere l'obiettivo di infiltrare ingenti quantitativi di acqua nelle aree di alta pianura, mirava anche ad analizzare l'efficacia delle AFI nella metabolizzazione dell'azoto contenuto nel digestato degli impianti a biogas. Questo progetto non ha però avuto seguito.

L'AFI di Schiavon ha permesso di verificare per la prima volta "sul campo" l'attendibilità delle previsioni relative ai volumi di acqua infiltrabili. Seppure il terreno utilizzato non fosse tra i più adatti (la tessitura presenta infatti un'importante componente limo-argillosa), le misurazioni effettuate dal Consorzio "Pedemontano Brenta" hanno confermato che delle modeste superfici agricole possono infiltrare volumi dell'ordine di centinaia di migliaia di metri cubi di acqua all'anno per ettaro di superficie.

Questa conferma è avvenuta nel mentre si sviluppava un acceso dibattito attorno al proposito di prelevare rilevanti quantitativi di acqua dall'acquifero del Brenta per alimentare i sistemi acquedottistici della bassa pianura veneta, proposta fortemente voluta dalla Regione del Veneto attraverso la società regionale Veneto Acque.

L'AFI di Schiavon è stata oggetto di numerose visite da parte di tecnici, amministratori e politici interessati al tema del riequilibrio degli acquiferi e ha contribuito a consolidare l'idea che questo tipo di intervento possa far parte a pieno titolo del set di interventi che permettono di riportare le falde al loro antico equilibrio, anche in presenza di nuovi rilevanti emungimenti.

La Provincia di Vicenza, che aveva esplorato per prima l'idea delle AFI con il Progetto Democrito, nel 2008 ha finanziato la realizzazione di una seconda AFI, sempre nel comune di Schiavon, affidandone la realizzazione al Consorzio di Bonifica "Pedemontano Brenta" (vedi par. 3.5.2). In questa seconda AFI, con la collaborazione di Veneto Agricoltura, si è affrontato il tema della valorizzazione della biomassa legnosa, realizzando per la prima volta un complesso sistema di piantagioni a ciclo breve e brevissimo, comparando l'utilizzo di diverse specie e di diversi turni di utilizzazione (biennale, quinquennale).

Un altro importante passo in avanti nella diffusione delle AFI è stato fatto nel 2010 con il **Progetto LIFE PLUS TRUST** ("*Tool for Regional-scale assessment of groundwater Storage improvement in adaptation to climate change*"), cofinanziato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

I partners del progetto (conclusosi nel 2011) sono stati l'Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione, il Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici e lo Studio Galli Ingegneria S.p.A. Diverse istituzioni hanno collaborato con i *partners* di progetto: tra essi rientrano le Regioni del Veneto e del Friuli-Venezia Giulia, con i servizi relativi alle risorse idrogeologiche e alle problematiche idrauliche, le relative Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale, le Province dei territori

interessati (Vicenza, Venezia, Padova, Treviso, Pordenone, Udine e Gorizia), alcuni Consorzi di Bonifica.

Il progetto proponeva "*la valutazione a scala regionale delle migliori tecniche di stoccaggio delle acque sotterranee in adattamento ai cambiamenti climatici*". Lo scopo principale era quello di sviluppare strategie di gestione della risorsa idrica finalizzate alla tutela quali-quantitativa della falda acquifera, prevedendone l'incremento mediante tecniche di ricarica artificiale ("*Managed Artificial Recharge*"), chiamate anche "*Water banking*".

Tra i vari temi presi in esame nella gestione della risorsa idrica un'attenzione prioritaria è stata posta alla ricarica delle falde. La collaborazione con i locali Consorzi di Bonifica ha dato vita a una serie di sperimentazioni basate su una serie di pratiche di adattamento in siti test rappresentativi con l'obiettivo di valutare le portate di infiltrazione in aree irrigue. In questo ambito una delle soluzioni ipotizzate e proposte è stata la realizzazione di AFI. Il Consorzio di Bonifica "Pedemontano Brenta", nell'ambito del Progetto TRUST, ha realizzato due nuove AFI nei comuni di Pozzoleone e di Marostica, sempre in provincia di Vicenza, e ha condotto un'efficace opera di animazione territoriale coinvolgendo tutti i principali attori interessati al tema del riequilibrio degli acquiferi, permettendo così all'idea delle AFI, nata nella regione Veneto, di diffondersi a scala nazionale ed europea.

Nonostante le AFI fossero divenute ormai un membro a pieno titolo della famiglia di tecniche utilizzate per la ricarica artificiale degli acquiferi, la loro funzionalità idraulica e depurativa non era ancora stata affrontata con sufficiente rigore scientifico. A questo si è finalmente ovviato con il **Progetto RiduCaReflui** ("*Riduzione del Carico inquinante generato dai Reflui zootecnici nell'area del bacino scolante della laguna veneta*"), nato per rispondere alla necessità di individuare le migliori soluzioni tecniche e gestionali per ridurre l'impatto sulle acque di falda degli effluenti di allevamento distribuiti sui terreni agricoli.

Il progetto, che ha coinvolto un *pool* di esperti tra i più qualificati del settore, coordinati dalla stretta collaborazione tra Veneto Agricoltura e Regione del Veneto, ha preso come punto di partenza le problematiche legate all'applicazione della Direttiva Nitrati, particolarmente sentite nella regione Veneto (se si considera che buona parte del territorio pianiziale è riconosciuta come Zona Vulnerabile ai Nitrati di origine agricola), e ha inteso definire un contesto tecnico e gestionale che permettesse alle aziende zootecniche di rispettare i vincoli senza diminuire la redditività dei processi produttivi.

Le nove azioni nelle quali è stata articolata la ricerca hanno permesso di valutare la sostenibilità tecnica e la compatibilità normativa, economica e ambientale dei percorsi innovativi di trattamento dei reflui, sia a livello di singola azienda sia a livello consortile.

Tra le varie tematiche e sperimentazioni sviluppate dal progetto, realizzato operativamente tra il 2010 e il 2011, è stata effettuata un'indagine finalizzata a verificare se le AFI, rispetto alle colture più tradizionali (prati stabili), pos-

sano garantire, oltre all'obiettivo prioritario per cui vengono realizzate (infiltrazione di elevati quantitativi di acqua in falda e produzione di biomassa), l'abbattimento di significative quote dell'azoto contenuto nei digestati. Nel corso della sperimentazione si è voluto esaminare se la particolare struttura idrogeologica e colturale di queste aree sia conciliabile con la distribuzione del digestato nelle interfile degli impianti arborei rispettando i limiti normativi o se, al contrario, questa azione favorisca la lisciviazione in falda dell'azoto in forma nitrica. Inoltre sono stati condotti studi approfonditi sull'infiltrazione delle acque (stima delle portate in ingresso, degli apporti netti in falda, del possibile effetto di *clogging* delle canalette) per avere una corretta quantificazione dei volumi di acqua infiltrati, per meglio comprendere le dinamiche di infiltrazione e per prevedere i fattori che possono limitarne il funzionamento nel tempo. Con le risorse del Progetto RiduCaReflui è stata realizzata da Veneto Agricoltura una nuova AFI nel comune di Tezze sul Brenta all'interno della Società Agricola Agrifloor di Cerantola Paolo e C. ss. (vedi par. 3.5.3). La realizzazione pratica dell'AFI è stata affidata al Consorzio di Bonifica "Pedemontano Brenta" (ora "Brenta"), vista la sua ormai pluriennale esperienza in questo campo. Le indagini sono invece state condotte da un *pool* di tecnici e ricercatori di diverse Università.

La presente pubblicazione contiene i risultati delle sperimentazioni condotte nel primo biennio (2010-2011), che confermano in modo definitivo come le AFI non solo sono un'efficace strumento per apportare in falda, su superfici limitate, ingenti quantitativi di acqua, ma anche che la loro superficie può essere utilizzata, adottando particolari tecniche, per la distribuzione di digestati provenienti da impianti a biogas, senza che questo comprometta la qualità delle acque infiltrate, nel contempo favorendo in modo evidente l'accrescimento delle piante messe a dimora lungo le canalette.

Il tema delle AFI compare infine in un secondo progetto LIFE PLUS coordinato dalla Provincia di Vicenza e a cui aderiscono numerosi *partners* tra cui Veneto Agricoltura. Si tratta del **Progetto AQUOR** (LIFE 2010 ENV/IT/380), iniziato nel settembre 2011 con un programma di lavoro di tre anni e concepito come azione dimostrativa atta a favorire l'inversione dell'attuale trend di sovrasfruttamento delle risorse idriche sotterranee e a incrementare il tasso di ricarica degli acquiferi.

L'iniziativa si basa sul coinvolgimento attivo degli attori interessati e mira a consolidare un impegno condiviso per la tutela quantitativa di uno dei patrimoni idrici sotterranei più importanti d'Europa.

Tra le altre azioni previste dal Progetto AQUOR vi è la realizzazione di due nuove AFI da parte del Consorzio di Bonifica "Brenta", mentre Veneto Agricoltura è responsabile della creazione di uno sportello informativo per la sensibilizzazione e l'informazione dei portatori di interesse sulle opportunità offerte dalle AFI e della realizzazione di uno studio sulla convenienza economica delle AFI (tema fino a questo momento analizzato in modo non adeguato).

Va da ultimo segnalato che la Regione del Veneto, a seguito delle positive esperienze condotte a partire dal 2007 nel territorio vicentino, ha attivato una specifica azione entro la Misura 221 del PSR (Azione 5) per finanziare la realizzazione di AFI da parte degli agricoltori e di altri proprietari (vedi par. 3.4).

2.4 Vantaggi economici e ambientali delle AFI

Come mostrato dai diversi progetti pilota finora realizzati, i soggetti chiamati in causa nella diffusione dei sistemi di AFI su scala locale sono numerosi e i loro ruoli sono articolati (Tab. 2.1).

Dal punto di vista economico le AFI generano diverse fonti di reddito per i proprietari:

- l'acqua infiltrata arricchisce le falde a vantaggio di coloro che le utilizzano per fini idropotabili o irrigui; sia le società acquedottistiche sia i Consorzi di Bonifica e Irrigazione possono riconoscere in termini economici il "servizio di infiltrazione" svolto dal proprietario dell'AFI;
- la superficie dell'AFI può essere utilizzata per spargere sul suolo i liquami in eccesso degli allevamenti zootecnici o il digestato degli impianti a biogas, con il fine di eliminare in modo efficace e senza impatti ambientali l'azoto rimanente alla fine dei processi di digestione anaerobica. Anche questo servizio può essere remunerato dal soggetto che deve risolvere il problema posto dai limiti fissati dalla Direttiva Nitrati;
- la biomassa prodotta dai cedui a turno breve, raccolta sotto forma di legno cippato, può essere venduta per alimentare moderne caldaie a biomassa legnosa;
- il proprietario può ricevere i finanziamenti previsti dalla Misura 221, Azione 5 del PSR.

La stessa superficie agricola, se trasformata in AFI, può dunque produrre due importanti servizi ambientali (ricarica delle falde; difesa delle acque dall'inquinamento da nitrati) e una *commodity* agricola (legno cippato da energia).

La vendita del legno cippato e la remunerazione dei servizi ambientali, sommati ai sostegni finanziari previsti dalla PAC, permettono al proprietario del terreno di avere un reddito interessante e rendono economicamente sostenibile l'iniziativa.

Oltre a questi benefici, che possono essere trasformati in entrate per i proprietari, le AFI generano numerose esternalità positive che vengono godute dalla comunità:

- ricostituzione del patrimonio idrico sotterraneo;
- rinascita delle risorgive;
- incremento della disponibilità di acqua per l'irrigazione;
- miglioramento della qualità delle acque sotterranee, in particolare attraverso la riduzione della contaminazione da nitrati;
- produzione di energia rinnovabile;
- riduzione dell'emissione di gas serra;
- miglioramento del paesaggio;
- incremento della biodiversità.

Tabella 2.1 – Soggetti coinvolti nella diffusione delle AFI e loro ruolo.

Soggetto	Ruolo
Aziende agricole	<ul style="list-style-type: none"> - mettono a disposizione i loro terreni per l'infrastrutturazione delle AFI; - possono realizzare il reticolo di scoline e mettono a dimora l'arboreto a ceduo; - sono responsabili della corretta gestione e manutenzione sia del sistema di scoline sia dell'arboreto.
Aziende agro-forestali	<ul style="list-style-type: none"> - si occupano della raccolta del soprassuolo dell'arboreto SRF e della successiva trasformazione della biomassa nella forma di cippato.
Gestori degli impianti a biogas (in molti casi posseduti da aziende zootecniche)	<ul style="list-style-type: none"> - utilizzano le AFI per lo spargimento sul suolo del digestato prodotto dai propri impianti a biogas; - possono offrire una remunerazione alle aziende agricole che gestiscono le AFI per lo svolgimento di tale servizio.
Altri soggetti privati o altre aziende agricole locali	<ul style="list-style-type: none"> - possono essere soggetti compratori e/o utilizzatori finali del cippato raccolto dalle AFI (per esempio per l'alimentazione di caldaie di piccola-media taglia).
Comuni	<ul style="list-style-type: none"> - possono individuare entro i Piani di Assetto del Territorio (PAT) e i Piani di Assetto del Territorio Intercomunale (PATI) le aree più idonee e vocate alla realizzazione delle AFI; - possono essere soggetti compratori e/o utilizzatori finali del cippato raccolto dalle AFI (per esempio per l'alimentazione di caldaie che servono edifici pubblici mediante piccole reti di tele-riscaldamento).
Province	<ul style="list-style-type: none"> - favoriscono la realizzazione delle AFI nell'ambito dei Piani Territoriali Provinciali (PTP).
Regioni	<ul style="list-style-type: none"> - finanziano le opere di adduzione dell'acqua alle AFI; - finanziano tramite il proprio PSR la strutturazione delle AFI e l'impianto degli arboreti a SRF; - possono incentivare gli enti gestori degli acquedotti a effettuare opere di compensazione dei prelievi.
Consorzi di Bonifica	<ul style="list-style-type: none"> - gestiscono i locali sistemi irrigui e l'adduzione dell'acqua ai reticoli di scoline delle AFI nel periodo "non irriguo"; - possono realizzare e gestire le AFI in collaborazione con le aziende agricole.
AATO (Autorità d'Ambito Territoriale Ottimale)	<ul style="list-style-type: none"> - possono prevedere di utilizzare le AFI per le opere di ricarica previste nel Piano d'Ambito; - stabiliscono eventuali tariffe di remunerazione del servizio di infiltrazione.
Enti Gestori del Servizio Idrico Integrato	<ul style="list-style-type: none"> - possono realizzare azioni di compensazione dei prelievi; - possono remunerare il servizio di infiltrazione.

Fonte: (AA.VV., 2007). Progetto Democrito.

Bibliografia

- AA.VV. (2007). *Progetto Democrito*. Relazione tecnica per la Provincia di Vicenza. Paulownia Italia.
- AA.VV. (2012). *Progetto RiduCaReflui. Nitrati da problema a risorsa. Stato dell'arte e opportunità dalle esperienze di progetto*. Veneto Agricoltura.
- Dal Prà A., Mezzalira G., Niceforo U. (2010). *Esperienze di ricarica della falda con aree forestali di infiltrazione*. L'Acqua, n. 2/2010.
- De Gobbi R., Lazzaro B. (2012). *Direttiva Nitrati: evoluzione normativa dell'applicazione in Veneto*. Terra e Vita, supplemento al n. 4/2012.
- Mezzalira G. (2007). *Alberi ed infiltrazione dell'acqua, il progetto "Democrito"*. Alberi e Territorio, n. 10/11 - 2007.
- Niceforo U., Baruffi F. (2011). *Acqua in cassaforte. Una sperimentazione sulla ricarica artificiale della falda nel bacino del Brenta*. Trust Life Plus. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione.
- Pellizzari P. (2009). *La ricarica delle falde acquifere nella Provincia di Vicenza*. Economia e Ambiente, anno XXVIII, n. 1-2.

