

Esempi di mitigazioni, compensazioni, recuperi ambientali - UNO

**RIVEGETAZIONE E COSTITUZIONE
DI FASCE VEGETATE**

A cura di:

Giovanni BOANO¹, Gian Carlo PEROSINO² e Consolata SINISCALCO³

1 - INTRODUZIONE	pag. 1
2 - RIVEGETAZIONE	pag. 1
3 - COSTITUZIONE DI FASCE VEGETATE DI CONTORNO	pag. 1
4 - PREPARAZIONE DEL TERRENO	pag. 2
5 - DIMENSIONI DELLE FASCE	pag. 3
6 - SPECIE VEGETALI DA UTILIZZARE	pag. 5
7 - IMPIANTO E MANUTENZIONE	pag. 9

Torino, novembre 2005

1 - Museo Civico di Storia Naturale di Carmagnola (TO).

2 - C.R.E.S.T. - Centro Ricerche in Ecologia e Scienze del Territorio (Torino).

3 - Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università degli Studi di Torino.

1 - INTRODUZIONE

Fra le conseguenze negative dovute alla realizzazione di un progetto di un qualsiasi manufatto, in molti casi, vi è la distruzione temporanea della vegetazione o la sottrazione di territorio naturale o seminaturale o coltivato, occupato dalle opere previste, con distruzione permanente della vegetazione preesistente. Nel primo caso l'impatto può essere mitigato con la ricostituzione della copertura vegetale; questa può essere erbacea, arbustiva o arborea o comprendere più strati vegetali, a seconda delle opportunità e delle necessità di ripristino e cercando, soprattutto in aree già degradate, di ricreare, ove possibile, la situazione vegetazionale originaria o quella potenziale. Nel secondo caso si possono attuare solo compensazioni o mitigazioni nelle zone adiacenti all'opera. Si presentano quindi due situazioni, in cui si devono effettuare:

1. **rivegetazione** di superfici in cui si è distrutta solo temporaneamente la copertura vegetale;
2. **costituzione di fasce vegetate di contorno** alle opere, nei casi di sottrazione permanente di territorio.

2 - RIVEGETAZIONE

Vi sono casi di utilizzo successivo o di uniformità rispetto alla vegetazione circostante in cui l'area disturbata dalle opere deve essere semplicemente riinerbata. Quando la vegetazione di un prato, di un pascolo alpino o comunque di una formazione erbacea viene disturbata, se il territorio adiacente è occupato da formazioni analoghe, è necessario mantenere la continuità della comunità vegetale, cercando, per quanto possibile, di ricostituirla. Se l'opera insiste su un territorio degradato, occorre valutare di volta in volta se costituire una formazione vegetale erbacea, arbustiva o arborea, migliorando le condizioni ambientali preesistenti.

Nei casi di riinerbimento, vanno utilizzate le miscele di semina idonee alle caratteristiche pedologiche e climatiche della zona, privilegiando quelle con numerose specie e non costituite solamente da Graminacee, ma anche da Leguminose e da altre famiglie. In altri casi è possibile ed auspicabile utilizzare per la rivegetazione anche specie arbustive ed arboree, cercando, ove possibile, di ricostituire una vegetazione simile a quella naturale e che si integri con le caratteristiche vegetali e paesaggistiche dell'area interessata. Nella **tab. 1** viene fornita la lista delle specie arboree ed arbustive autoctone (tipiche del carteggio floristico piemontese) da utilizzare, sia per la rivegetazione, sia per la costituzione di fasce vegetate, in funzione delle fasce altitudinali in cui si trovano le aree da ripristinare.

Il materiale vegetale deve essere preferibilmente di origine locale, perché essendo già adattato alle condizioni ambientali (climatiche e di substrato) del luogo, ha maggiori probabilità di attecchimento e di sviluppo. L'utilizzo di materiale vegetale locale è particolarmente utile e consigliata nelle vallate alpine e ad alte quote.

In casi particolari, ad esempio nelle aree urbane o nelle loro vicinanze, si possono utilizzare, eccezionalmente, specie arboree ed arbustive ornamentali, anche esotiche, non riportate nella succitata tabella. Oppure, in rari casi, potrebbe risultare indispensabile l'uso di specie alloctone quali *Robinia pseudacacia* o *Buddleja davidii*, per la loro capacità di colonizzare substrati particolari. Nella **tab. 1** viene anche riportata l'indicazione delle specie adatte ai ripristini in zone riparie.

3 - COSTITUZIONE DI FASCE VEGETATE DI CONTORNO

Quando si verifica la sottrazione di territorio naturale o seminaturale o coltivato, comunque non impermeabilizzato, cioè non coperto da catrame e/o cemento, si ha "perdita" di suolo; questa è più grave se si tratta di suolo naturale (es. il substrato di un bosco). In molti casi tale perdita si può compensare con la realizzazione di fasce vegetate di contorno all'opera in progetto, prevedendo la sistemazione di un numero di alberi e di arbusti superiore a quello delle piante abbattute per far spazio all'opera stessa.

Molti progetti riguardano aree di pianura, caratterizzate da agricoltura intensiva, con presenza di alberi ed arbusti isolati o di limitati lembi boschivi. La realizzazione di fasce vegetate può comportare un impatto positivo, grazie all'introduzione di specie arboree ed arbustive capaci di rompere la monotonia del paesaggio agrario e di ripristinare, seppure limitatamente, condizioni migliori per la fauna.

Le siepi sono utilizzate da numerose specie faunistiche e contribuiscono all'aumento della biodiversità negli ambienti coltivati. Esse sono utilizzate per l'alimentazione, la riproduzione, come nascondiglio temporaneo, per il riparo notturno. Le siepi possono svolgere un ruolo importante quali corridoi ecologici negli ambienti coltivati per specie legate ad ambienti boschivi. Molti arbusti sono piante nutrici per molti invertebrati, ad esempio Lepidotteri. Le siepi sono molto utilizzate dagli uccelli per la nidificazione o per le soste migratorie da un gran numero di specie migratrici trans-sahariane, molte delle quali in diminuzione o minacciate (TAMIETTI *et al.*, 2002)¹.

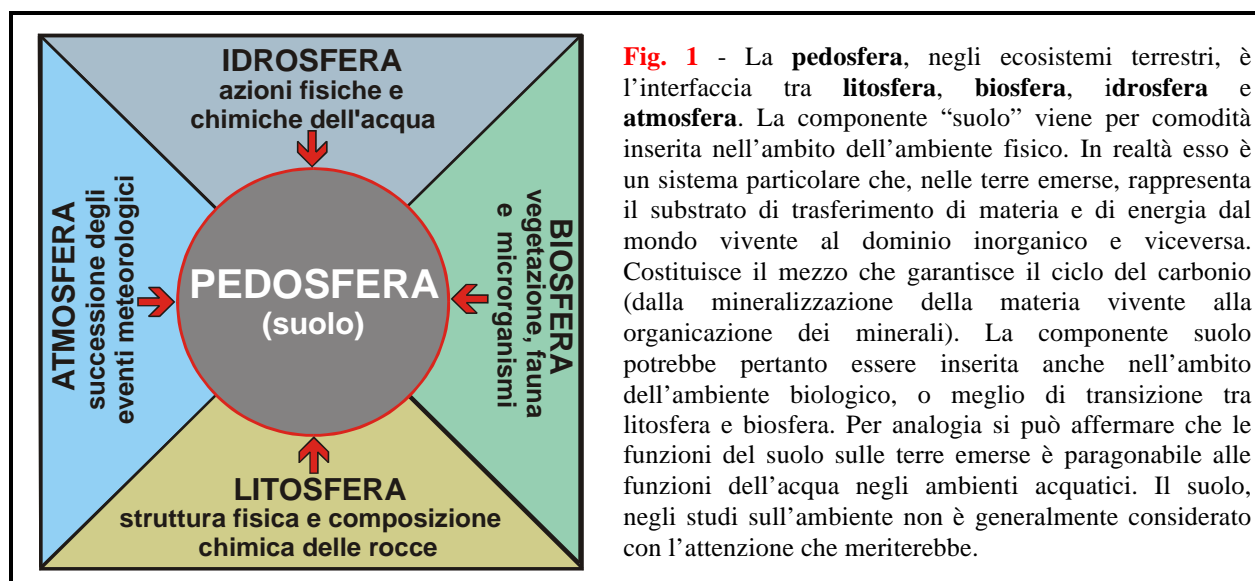
Occorre prevedere metodi e cure particolari per rendere efficaci tali interventi, ponendo molta attenzione ai seguenti aspetti:

1. preparazione del terreno;
2. dimensioni (larghezza minima), per la costituzione delle fasce vegetate di contorno;
3. specie vegetali da utilizzare;
4. impianto e manutenzione.

4 - PREPARAZIONE DEL TERRENO

Molti studi di impatto ambientale prevedono, durante il cantiere, lo stoccaggio provvisorio dello strato superficiale dei terreni coinvolti dai progetti. Si tratta del suolo, naturale o agricolo, caratterizzato da una componente minerale (data dalla composizione granulometrica e mineralogica della frazione detritica e dalla presenza di nutrienti) e da quella organica (biomassa, residuale e umica) che sono alla base della produttività del soprassuolo vegetale che su di si sviluppa.

Il suolo è una risorsa importante il cui reimpiego è normalmente previsto sulla base di precise indicazioni descritte dagli studi. Si può usare tal quale come substrato per la rivegetazione o la costituzione di fasce vegetate, oppure, qualora sia necessario aumentarne la quantità o migliorarne la qualità dal punto di vista granulometrico e del contenuto in sostanza organica ed in nutrienti, può essere impiegato come base per la preparazione di un substrato adatto. È una questione solitamente trascurata rispetto all'importanza che riveste (fig. 1). È fondamentale sottolineare che per garantire al meglio lo sviluppo di una nuova copertura vegetale, è necessaria una "rigogliosa" crescita delle piante, in funzione delle caratteristiche del terreno dal quale traggono nutrimento.



¹ TAMIETTI A., GERTOSIO G. E BOANO G., 2002. *La ricostruzione di una siepe: effetti sull'avifauna controllati con la tecnica dell'inanellamento*. Abstracts dei contributi presentati al VII Conv. Naz. inanellatori italiani, 9-10/2/2002, San Pellegrino Terme BG.

È necessario che gli strati superficiali del terreno, ricchi di sostanza organica e poveri di scheletro, vengano stoccati in un luogo pianeggiante e conservati per tutto il periodo del cantiere, evitando l'asportazione e il dilavamento. Uno stoccaggio accurato permette un notevole risparmio economico nella fase di ripristino e garantisce un migliore sviluppo della vegetazione che su di esso verrà impiantata.

Non sempre è sufficiente il riutilizzo del materiale stoccato durante il cantiere. Nel caso in cui si impiegasse un suolo naturale, sul quale era insediato un bosco evoluto e maturo, ricco di sostanza organica e con granulometria minerale detritica eterogenea (con la frazione più grossolana poco rappresentata), si otterrebbe un substrato adatto alla sistemazione di giovani piante. È una situazione poco frequente; nella maggior parte dei casi è necessario effettuare integrazioni con materiali utili al miglioramento del terreno. In qualche caso (per es. nelle aree urbane), quando le caratteristiche originarie del suolo sono compromesse (anche per la presenza di inquinanti) è necessario il ricorso a materiali appositamente acquisiti.

Le relazioni tecniche aventi per argomento gli interventi di mitigazione e di compensazione, costituenti capitoli importanti degli studi di impatto ambientale, devono prevedere la descrizione dettagliata delle tecniche di preparazione del terreno da impiegare nei ripristini e nella realizzazione delle fasce vegetate arboree e delle siepi, in funzione delle situazioni specifiche. In generale le caratteristiche adatte del terreno sono le seguenti:

- Profondità minima pari a 0,5 m. Il miglior rendimento nella crescita delle giovani piante si manifesta soprattutto nei primi anni; da esso dipende lo stato di salute ed il vigore degli alberi e degli arbusti negli anni successivi, anche in considerazione delle difficili condizioni ambientali che talvolta devono sostenere in prossimità di aree urbanizzate o al margine di impianti industriali, discariche, serbatoi,... Un suolo profondo garantisce il buon sviluppo dei vegetali nelle fasi iniziali; successivamente esso si mantiene grazie al contributo di sostanza organica residuale derivata dalle stesse piante.
- Equilibrio della composizione granulometrica della componente minerale. Talvolta accade che sabbia, limo ed argilla siano già presenti (senza che nessuna sia nettamente prevalente sulle altre) nel terreno in situ e provvisoriamente accantonato. Nel caso di terreni preesistenti eccessivamente ghiaiosi occorre una integrazione con materiali fini (molto adatto è il limo di origine fluviale) per aumentarne la capacità di ritenzione idrica. Al contrario i terreni prevalentemente argillosi sono poco adatti all'espansione degli apparati radicali delle giovani piante, soprattutto nelle situazioni di aridità (non sempre è possibile garantire l'irrigazione); in tali casi è necessaria una integrazione abbondante con sabbia.
- Abbondante componente organica. In molti casi i terreni preesistenti sono agricoli, poco ricchi di sostanza organica; addirittura tale componente può risultare praticamente assente, soprattutto nelle aree urbane e suburbane. Ai fini degli obiettivi che si vogliono conseguire (crescita rigogliosa delle giovani piante) occorre procedere ad una ricca integrazione con ammendanti organici.

5 - DIMENSIONI DELLE FASCE

Tanto maggiore è la larghezza della fascia, in qualunque situazione, tanto più facilmente si conseguono gli obiettivi previsti; questi sono essenzialmente:

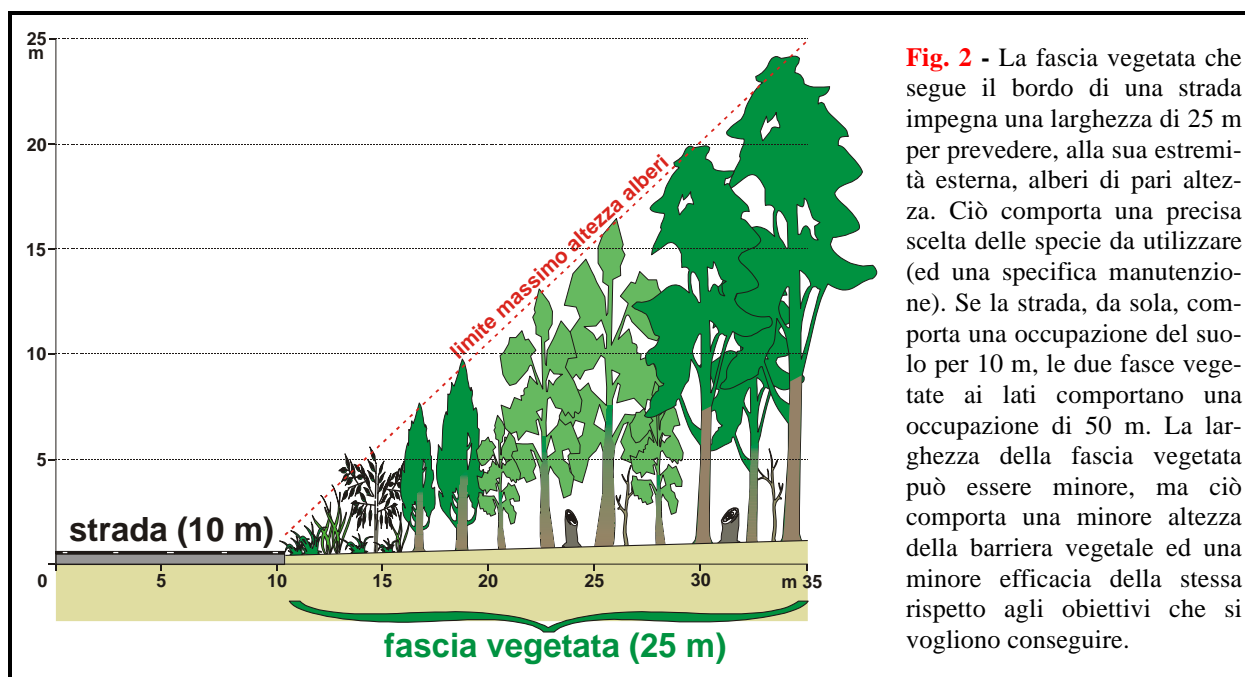
- formazione di un "muro" vegetale che, per quanto possibile, nasconda alla vista la struttura in progetto, con riduzione o annullamento dell'impatto paesaggistico;
- formazione di una barriera antirumore, più efficace se integrata con strutture artificiali (es. pannelli); il fogliame esercita un'azione di "disturbo" (dispersione) nei confronti della propagazione lineare del suono; è una riduzione dell'impatto nei confronti della vivibilità delle aree circostanti;
- costituzione di un sistema capace di "filtrare" particelle solide (in modo significativo) e inquinanti dell'aria (seppure parzialmente), limitandone la diffusione verso le aree circostanti;
- incremento del numero di alberi e di arbusti nell'area vasta interessata dal progetto; in molti casi ciò rende possibile l'introduzione di specie scomparse (o molto ridotte); oppure si riduce l'impatto dovuto ad eventuali abbattimenti;
- costituzione di microambienti utilizzabili dalla fauna (rifugi, siti trofici e riproduttivi) sia in sostituzione di quelli eventualmente distrutti in fase di cantiere, sia per crearne di nuovi.

In generale vale il principio per cui la fascia vegetata di contorno deve essere caratterizzata dalla massima larghezza possibile. Ciò comporta problemi di natura economica, in quanto obbliga il progettista a considerare una maggiore estensione dell'area direttamente coinvolta dal progetto. In certe situazioni non è possibile prevedere un'area più ampia, in quanto "delimitata" da strutture adiacenti preesistenti (edifici, strade, recinzioni, canali...); in tali casi la previsione di spazi da "concedere" alla fascia vegetata implica la riduzione di quelli destinati alla realizzazione del progetto. Spesso è necessario prevedere una disposizione della fascia (per alcuni tratti o per il suo intero sviluppo) immediatamente a ridosso dei limiti esterni (in genere recinzioni e muri di delimitazione) della struttura in progetto; ciò comporta una attenta manutenzione, soprattutto per le piante caratterizzate da una crescita vigorosa, al fine di garantire la sicurezza di fronte ai rischi di schianti di alberi o crolli di loro parti.

Se è doveroso riconoscere le succitate difficoltà, è altrettanto vero che tanto più la fascia è estesa, tanto più facile risulta, limitatamente a questo aspetto, dimostrare la compatibilità del progetto. È una considerazione importante, rispetto alla quale è necessaria la massima attenzione da parte dei progettisti ed una buona disponibilità da parte del soggetto proponente. Conviene prevedere dimensioni minime al di sotto delle quali, rispetto agli obiettivi sopra descritti, i caratteri della fascia sono insufficienti. Si ritiene di indicare il **valore pari a 5 m quale larghezza minima della fascia vegetata di contorno**.

In molti casi (discariche, canali, impianti industriali, centri commerciali,...) la realizzazione delle fasce vegetate (soprattutto quando la loro larghezza è pari o poco superiore al limite sopra indicato) non comporta difficoltà, soprattutto considerando gli effetti positivi, non solo nelle zone poco antropizzate, ma anche nelle aree urbane, in funzione della riqualificazione ambientale (incremento del "verde").

In altri casi, proprio quando la funzione di barriera vegetale assume maggiore importanza, sorgono difficoltà significative, soprattutto per progetti di infrastrutture di trasporto. In linea di massima vale il principio per cui, per la costruzione di nuove strade (o di ferrovie), non è possibile la sistemazione di alberi la cui altezza superi la distanza dal bordo delle strade stesse. La realizzazione di fasce vegetate su entrambi i lati delle vie di trasporto è importante per la riduzione delle conseguenze sull'ambiente. La progettazione di strade e di ferrovie è resa già complicata dalla notevole densità antropica del nostro territorio. In quasi tutte le occasioni l'individuazione di un tracciato coinvolge rilevanti interessi socio-economici ed in misura tanto maggiore quanto più estesa è l'area coinvolta dal progetto. Tutto diventa molto più difficile nel caso in cui si debbano prevedere fasce vegetate sufficientemente ampie (larghe) da garantire sia la massima sicurezza, sia gli obiettivi che con esse si vogliono conseguire (**fig. 2**).



Nei casi in cui non sia possibile realizzare fasce vegetate arboree, essenzialmente per limiti di spazio, si può ricorrere, seppure con riduzione meno efficace degli impatti, alla realizzazione di **siepi**. La misura minima della larghezza può scendere a **due metri**. Si potrebbe ipotizzare un valore inferiore (anche solo

un metro), ma in considerazione del concetto più diffuso di siepe, cioè di una piccola barriera vegetale, essenzialmente utile per fini estetici. Occorre sempre tenere ben presenti gli obiettivi sopra indicati; è importante infatti considerare le esigenze delle specie da utilizzare (che non sono quelle, quasi sempre alloctone, solitamente impiegate) e soprattutto che, non essendo possibile prevedere fasce vegetate arboree, occorre comunque conferire massimi “spessore” e altezza della barriera vegetale.

6 - SPECIE VEGETALI DA UTILIZZARE

Si impone l'utilizzo di specie autoctone (appartenenti alla flora piemontese) e caratteristiche delle zone climatiche altitudinali tipiche del settore italiano Nord-occidentale. Durio *et al.*(1982)² hanno individuato i seguenti limiti altitudinali:

- 600 m s.l.m.** - limite dello zero termico medio mensile di gennaio;³
- 1.700 m s.l.m.** - limite dello zero termico medio del trimestre invernale;⁴
- 2.700 m s.l.m.** - limite dello zero termico medio annuo;⁵
- 3.100 m s.l.m.** - limite delle nevi perenni.⁶

Mennella (1967)⁷, sulla base di soli dati termici (valori medi della temperatura annua e dei mesi luglio, ottobre, gennaio, aprile e dell'escursione annua) ha proposto una classificazione dei climi del Nord-occidentale italiano:

clima rigido alpino	- sopra i 1.700 m s.l.m.;
clima rigido subalpino	- nella fascia altitudinale 1.000 ÷ 1.700 m s.l.m.;
clima freddo di montagna	- nella fascia altitudinale 600 ÷ 1.000 m s.l.m.;
clima freddo di collina	- nella fascia altitudinale 300 ÷ 600 m s.l.m.;
clima freddo di pianura	- sotto i 300 m s.l.m.

Il clima condiziona lo sviluppo della vegetazione secondo piani altitudinali che, per la regione piemontese, possono essere riassunti, seppure schematicamente dalla **fig. 3**. Esiste una certa corrispondenza tra le proposte di suddivisione climatica in funzione della distribuzione delle fasce altimetriche; più difficile risulta integrare i limiti individuati dai climatologi (su basi esclusivamente termiche) con quelli dei botanici (che tengono conto delle composizioni delle comunità vegetali).

È importante l'individuazione delle specie arboree ed arbustive più adatte per la realizzazione di rivegetazioni e/o di fasce vegetate di contorno in funzione delle caratteri climatici. Tale individuazione, oggetto del lavoro del naturalista botanico, va effettuata, caso per caso, tenendo conto delle peculiarità pedologiche e climatiche dell'area di studio, in modo da favorire la migliore integrazione nell'ambiente (condizione per garantire il più rapido e rigoglioso sviluppo delle giovani piante). La **tab. 1** riporta l'elenco di riferimento delle specie che si ritengono, per linee generali, adatte rispetto al parametro climatico/altitudinale, quello di più facile descrizione.

Integrando quanto sopra e semplificando notevolmente, si propone la seguente divisione:

- A1. Ambienti di pianura, collinari e prealpini** - climi freddi di pianura e di collina - aree ad altitudini inferiori a 600 m s.l.m., limite climatico dello zero termico medio mensile di gennaio, ma comprendenti le porzioni più elevate del piano collinare sui versanti ben esposti, fino a quote prossime a 1.000 m s.l.m.

² DURIO P., MORI D., PEROSINO G.C., 1982. *Le variazioni climatiche, le glaciazioni, la morfogenesi glaciale (particolari riferimenti al Piemonte e alla Valle d'Aosta)*. Laboratorio della Riforma (Ce.Se.Di.), Assessorato alla Cultura della Provincia di Torino.

³ Al di sotto di quella quota la neve si scioglie nel giro di pochi giorni anche in gennaio, il mese più freddo.

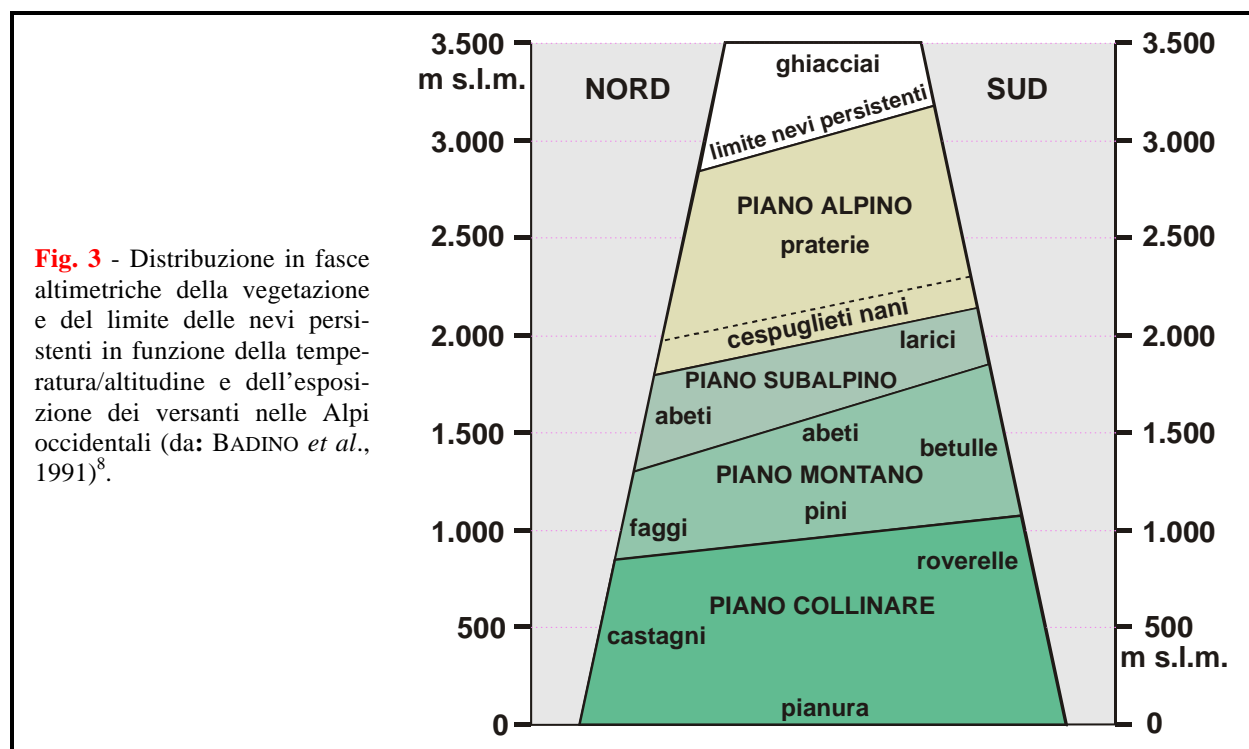
⁴ Al di sopra di quella quota il manto nevoso mediamente si conserva per il trimestre dicembre - febbraio.

⁵ A quella altitudine la temperatura media annua è pari a 0 °C; il manto nevoso si mantiene per sei mesi.

⁶ Nelle fasce altimetriche superiori vi sono le condizioni per la formazione e mantenimento di isole glaciali.

⁷ MENNELLA C., 1967. *Il clima italiano nelle sue caratteristiche e varietà e quale fattore dinamico del paesaggio*. EDART, Napoli

- A2. Ambiente montano** - clima montano (freddo subalpino) - aree sotto l'altitudine di 1.500 m s.l.m., ma che possono estendersi poco oltre sui versanti ben esposti, fino a quote prossime a 1.700 m s.l.m., limite climatico delle zero termico medio del trimestre invernale.
- A3. Ambiente subalpino** - clima freddo - aree sopra i 1.500 m, fino ai limiti superiori del bosco (1.800 ÷ 2.200 m s.l.m. in funzione dell'esposizione dei versanti).
- A4. Ambiente alpino** - clima molto freddo - sopra il limite del bosco (sopra i 2.000 ÷ 2.200 m s.l.m.).



La **tab. 1** indica le specie arboree ed arbustive adatte alla rivegetazione ed alla costituzione di fasce vegetate, in funzione delle fasce altitudinali. Per le tecniche agronomiche e selvicolturali da utilizzare, a seconda delle diverse condizioni, si rimanda a manuali specialistici.⁹

Tab. 1 - Elenco delle specie arboree ed arbustive in funzione delle fasce climatiche altitudinali (FC = A1 - A3). Vengono indicati gli ambiti più adatti per il pH del terreno e sono segnalate le specie particolarmente adatte per gli ambienti riparali (AR) e quelle pioniere (SP).

Nome volgare	Nome scientifico	FC	AR	SP	pH
Acero campestre	<i>Acer campestre</i>	A1			5,5-8
Acero riccio	<i>Acer platanoides</i>	A1 - A2			5,5-8
Acero di monte	<i>Acer pseudoplatanus</i>	A1 - A2			4,5-6,5
Ontano nero	<i>Alnus glutinosa</i>	A1 - A2	X	X	4,5-6,5

⁸ BADINO G., FORNERIS G., PEROSINO G.C., 1991. *Ecologia dei fiumi e dei laghi*. Regione Piemonte - E.D.A., Torino.

⁹ Si citano i seguenti:

ASSOCIAZIONE ITALIANA PER L'INGEGNERIA NATURALISTICA, 1995. *Sistemazioni in ambito fluviale*. Quaderni di Ingegneria naturalistica. Il Verde Editoriale, Varese.

CENTRO DI FORMAZIONE PROFESSIONALE "O. MALAGUTI", 1993. *Manuale tecnico di ingegneria naturalistica*. Regione Emilia-Romagna e Regione del Veneto, Bologna.

PAIERO P., SEMENZATO P., URSO T., 1997. *Biologia vegetale applicata alla tutela del territorio*. Ed. Progetto Padova, Padova.

SCHIECHTL H.M., STERN R., 1990. *Ingegneria naturalistica - Manuale delle costruzioni idrauliche*. Edizioni Arca, Trento.

ZEH H., 1997. *Tecniche di ingegneria naturalistica. Rapporto di studio n. 4*. Il Verde Editoriale, Milano.

Ontano bianco	<i>Alnus incana</i>	A2	X	X	5,5-8
Ontano verde	<i>Alnus viridis</i>	A2 - A3	X	X	4,5-7,5
Pero corvino	<i>Amelanchier ovalis</i>	A2 - A3		X	5,5-8
Crespino	<i>Berberis vulgaris</i>	A1 - A2 - A3		X	5,5-8
Betulla	<i>Betula pendula</i>	A1 - A2 - A3		X	Indiff.
Carpino nero	<i>Carpinus betulus</i>	A1			4,5-6,5
Castagno	<i>Castanea sativa</i>	A1 - A2			3,5-5,5
Spaccasassi- Bagolaro	<i>Celtis australis</i>	A1		X	4,5-7,5
Citiso peloso	<i>Chamaecytisus hirsutus</i>	A1 - A2		X	5,5-8
Corniolo	<i>Cornus mas</i>	A1			5,5-8
Sanguinello	<i>Cornus sanguinea</i>	A1			5,5-8
Coronilla	<i>Coronilla emerus</i>	A1 - A2			5,5-8
Nocciolo	<i>Corylus avellana</i>	A1 - A2			4,5-6,5
Biancospino	<i>Crataegus monogyna</i>	A1 - A2			5,5-8
Biancospino	<i>Crataegus oxyacantha</i>	A1 - A2			4,5-6,5
Ginestra dei carbonai	<i>Cytisus scoparius</i>	A1		X	3,5-5,5
Fusaggine-Berretta da prete	<i>Euonymus europaeus</i>	A1			5,5-8
Frangola	<i>Frangula alnus</i>	A1			4,5-6,5
Frassino	<i>Fraxinus excelsior</i>	A1 - A2	X	X	5,5-8
Ginestra spinosa	<i>Genista germanica</i>	A1 - A2		X	3-4,5
Ginestra minore-Ginestrella	<i>Genista tinctoria</i>	A1 - A2		X	3,5-5,5
Olivello spinoso	<i>Hippophae rhamnoides</i>	A1 - A2	X	X	5,5-8
Agrifoglio	<i>Ilex aquifolium</i>	A1 - A2			4,5-7,5
Maggiociondolo alpino	<i>Laburnum alpinum</i>	A2		X	4,5-7,5
Maggiociondolo	<i>Laburnum anagyroides</i>	A1 - A2		X	4,5-7,5
Larice	<i>Larix decidua</i>	A2 - A3		X	4,5-7,5
Citiso scuro	<i>Lembotropis nigricans</i>	A1 - A2		X	4,5-7,5
Ligustro	<i>Ligustrum vulgare</i>	A1			5,5-8
Caprifoglio	<i>Lonicera xylosteum</i>	A1 - A2		X	4,5-6,5
Abete rosso	<i>Picea abies</i>	A3			Indiff.
Pino mugo	<i>Pinus mugo</i>	A2 - A3		X	Indiff.
Pino silvestre	<i>Pinus sylvestris</i>	A1 - A2 - A3		X	Indiff.
Pino uncinato	<i>Pinus uncinata</i>	A2 - A3		X	Indiff.
Pioppo bianco	<i>Populus alba</i>	A1	X	X	5,5-8
Pioppo nero	<i>Populus nigra</i>	A1 - A2	X	X	5,5-8
Pioppo tremolo	<i>Populus tremula</i>	A1 - A2	X	X	4,5-6,5
Ciliegio selvatico	<i>Prunus avium</i>	A1 - A2	X	X	4,5-6,5
Ciliegio canino	<i>Prunus mahaleb</i>	A1 - A2		X	5,5-8
Pado	<i>Prunus padus</i>	A1			5,5-8
Prugnolo	<i>Prunus spinosa</i>	A1 - A2	X	X	5,5-8
Cerro	<i>Quercus cerris</i>	A1 - A2			4,5-7,5
Rovere	<i>Quercus petraea</i>	A1 - A2			Indiff.
Roverella	<i>Quercus pubescens</i>	A1		X	5,5-8
Farnia	<i>Quercus robur</i>	A1 - A2			Indiff.
Spino cervino	<i>Rhamnus cathartica</i>	A1 - A2			5,5-8
Uva spina	<i>Ribes uva-crispa</i>	A1 - A2			4,5-6,5
Rosa selvatica	<i>Rosa arvensis</i>	A1 - A2		X	5,5-8
Rosa canina	<i>Rosa canina</i>	A1 - A2		X	5,5-8
Salice bianco	<i>Salix alba</i>	A1 - A2	X	X	4,5-6,5
Salice stipolato	<i>Salix appendiculata</i>	A1 - A2	X	X	>6,5

Salice seghettato	<i>Salix breviserrata</i>	A2 - A3 - A4		X	4,5-7,5
Salicone	<i>Salix caprea</i>	A1 - A2	X	X	4,5-6,5
Salice cenerino	<i>Salix cinerea</i>	A1	X	X	4,5-6,5
Salice dafnoide	<i>Salix daphnoides</i>	A2 - A3	X	X	5,5-8
Salice di ripa	<i>Salix eleagnos</i>	A1 - A2	X	X	5,5-8
Salice fetido	<i>Salix foetida</i>	A2 - A3		X	4,5-7,5
Salice astato	<i>Salix hastata</i>	A2 - A3	X	X	4,5-7,5
Salice di Svizzera	<i>Salix helvetica</i>	A3 - A4		X	3,5-5,5
Salice rosso	<i>Salix purpurea</i>	A1 - A2	X	X	4,5-6,5
Salice da ceste	<i>Salix triandra</i>	A1 - A2	X	X	5,5-8
Salice da vimini	<i>Salix viminalis</i>	A1 - A2	X	X	5,5-8
Sambuco rosso	<i>Sambucus racemosa</i>	A2 - A3			4,5-7,5
Sorbo montano	<i>Sorbus aria</i>	A1 - A2			4,5-6,5
Sorbo degli uccellatori	<i>Sorbus aucuparia</i>	A2 - A3			3,5-5,5
Ginestra comune	<i>Spartium junceum</i>	A1		X	4,5-7,5
Tiglio selvatico	<i>Tilia cordata</i>	A1 - A2	X		5,5-6,5
Olmo montano	<i>Ulmus glabra</i>	A1 - A2	X		4,5-6,5
Olmo campestre	<i>Ulmus minor</i>	A1 - A2	X		5,5-8
Lantana	<i>Viburnum lantana</i>	A1 - A2			5,5-8
Palla di neve	<i>Viburnum opulus</i>	A1			4,5-6,5

Oltre ad appartenere a specie autoctone sul territorio della Regione Piemonte, il materiale vegetale deve essere preferibilmente di origine locale, per avere maggiori possibilità di attecchimento e di sviluppo, soprattutto quando le opere di rivegetazione o di costituzione di fasce vegetate sono da realizzare in vallate alpine e ad alte quote.

Se si escludono le situazioni per le quali esistono esigenze estetiche (per es. nelle aree fortemente antropizzate e/o ai fini della realizzazione di spazi verdi pubblici), non è sufficiente, da sola, la scelta di specie autoctone qualunque esse siano. Occorre ricordare che la realizzazione di siepi e soprattutto delle fasce vegetate arboree, ha anche la funzione di favorire, in misura che dipende dall'estensione delle stesse, la qualità ambientale dell'area vasta interessata dal progetto, obiettivo che si consegue con il massimo incremento del numero delle specie e quindi delle potenzialità trofiche e riproduttive per la fauna.

In generale, conviene individuare un elenco di specie (con indicazioni dei rapporti numerici fra le stesse) ad imitazione di quello caratteristico del tipo forestale che dovrebbe dominare l'ambiente nell'area oggetto di studio di valutazione. Per esempio è certamente vero che il carpino è una pianta tipica della pianura; una fascia vegetata costituita unicamente da numerosi alberi di quel tipo rappresenta sicuramente una apprezzabile mitigazione (o almeno sicuramente migliore rispetto all'impiego di pini strobi alloctoni), ma decisamente meno efficace, dal punto di vista naturalistico, di una combinazione di alberi di specie tipiche del querco-carpinetto.

Rispetto a quanto sopra esposto, è necessaria la massima attenzione da parte dei progettisti, che si devono avvalere del contributo, fondamentale, dei naturalisti botanici; tuttavia non si ritiene necessario il massimo rigore per quanto riguarda la scelta delle specie. Non si deve pensare a perfette ricostituzioni di equilibri ambientali (tipiche di un passato lontano), obiettivo impossibile da conseguire in un contesto territoriale più ampio ed ormai fortemente condizionato dalla presenza antropica.

Talvolta può essere utile l'inserimento di specie, pur sempre autoctone rispetto alla flora piemontese, magari non strettamente caratteristiche della porzione territoriale in studio, ma capaci di offrire maggiori possibilità trofiche per la fauna (per es. non è da escludere l'inserimento di qualche esemplare di castagno in pianura), oppure può rendersi necessario l'inserimento di specie non autoctone, ma con maggiore capacità di consolidamento del terreno.

In qualche caso, per fini estetici o per assicurare il mascheramento di strutture ad elevato impatto paesaggistico, potrebbe risultare conveniente il ricorso anche ad alberi sempreverdi, esotici o non, in aree nelle quali essi non sono (neppure potenzialmente) presenti.

7 - IMPIANTO E MANUTENZIONE

La rivegetazione e la realizzazione delle fasce vegetate costituiscono tipologie di intervento atte a mitigare e/o compensare le conseguenze negative sull'ambiente naturale dovute alla realizzazione di un progetto. Negli studi di impatto ambientale solitamente le valutazioni vengono espresse sia nell'ipotesi di assenza di interventi, sia in quella che ipotizza le mitigazioni; in tal modo si cerca di mettere in luce l'efficacia degli interventi stessi.

In sede di processo decisionale vengono esaminati gli impatti "lordi", cioè considerando lo scenario futuro che si viene a determinare anche grazie alle mitigazioni e/o compensazioni. In tale valutazione un'importanza considerevole assume anche il "tempo"; vale cioè la seguente domanda: *"quanto tempo occorre affinché un determinato intervento di mitigazione produca gli effetti attesi?"*. Le opere di rivegetazione o la costituzione di fasce vegetate appena realizzate producono effetti di mitigazione non immediatamente percepibili; la situazione migliora con la crescita delle piante e quindi si può parlare di impatto decrescente.

Salvo casi eccezionali è bene evitare il tentativo di ridurre il "tempo" con l'utilizzo di piante di maggiori dimensioni o a rapida crescita ma alloctone in sede di impianto. La sistemazione di un albero dopo l'espanto dal vivaio comporta un notevole stress, dovuto al rimaneggiamento ed alla riduzione dell'apparato radicale, soprattutto della sua porzione più esterna. Nei primi tempi i processi fotosintetici servono soprattutto per alimentare l'apparato radicale fino a fargli raggiungere dimensioni proporzionate alle dimensioni delle parti aeree.

Migliore è il ricorso a piante giovani. Quasi sempre, nel primo anno avviene la completa ricostruzione di un'apparato radicale di adeguate dimensioni e già nel secondo anno si manifesta una notevole "spinta" nella produzione di rami e soprattutto nell'accrescimento del tronco. Nel giro di pochi anni vengono guadagnate altezze anche superiori a quelle raggiunte da alberi di maggiori dimensioni utilizzati in sede di impianto.

Bisogna inoltre considerare che il vigore e lo stato di salute di un albero adulto dipende anche dalla crescita nelle fasi giovanili. L'utilizzo di piante giovani riduce i costi e permette di prevederne un numero maggiore rispetto a quanto teoricamente necessario (con una distanza massima fra gli alberi adulti pari a tre metri), a compensazione delle inevitabili perdite per mancati attecchimenti ed al fine di ridurre i rischi di interventi successivi di sostituzione degli individui deceduti.

Infine merita ribadire l'importanza della predisposizione del terreno. Uno dei principali problemi è rappresentato dalla carenza idrica nei periodi estivi più caldi, in particolare nel primo anno dopo l'impianto. Tenuto conto che non è sempre possibile prevedere l'irrigazione, buone garanzie di sopravvivenza delle giovani piante si possono ottenere quanto più il terreno è profondo, ben equilibrato nelle classi granulometriche della componente minerale detritica e soprattutto ricco di sostanza organica.

La disposizione delle piante, ad esclusione di alcune situazioni nelle quali assumono particolare importanza esigenze di tipo estetico, deve essere di tipo irregolare, evitando la costituzione di filari o raggruppamenti omogenei di specie, ma favorendo la massima caoticità, nel tentativo di imitare una situazione simile a quella naturale. In qualsiasi caso si consegue l'obiettivo di realizzare una barriera verde, ma l'eterogeneità favorisce la fauna.

In conclusione, l'obiettivo principale delle opere di mitigazione e compensazione deve essere il raggiungimento di una comunità vegetale che non ha bisogno di manutenzione perché in equilibrio con l'ambiente, con conseguente risparmio economico e vantaggi in termini di naturalità, stabilità ambientale e riduzione del disturbo alla fauna.

**Esempi di mitigazioni, compensazioni, recuperi ambientali - DUE
INTERRUZIONI DELLA CONTINUITÀ SPAZIALE**

A cura di:
Giovanni BOANO¹, Gian Carlo PEROSINO² e Consolata SINISCALCO³

1 - INTRODUZIONE	pag. 1
2 - IL RETICOLO STRADALE	pag. 2
3 - COPERTURE DI ATTRAVERSAMENTO (CANALI)	pag. 4
4 - ATTRAVERSAMENTI A GALLERIA (STRADE E FERROVIE)	pag. 6

Torino, novembre 2005

1 - Museo Civico di Storia Naturale di Carmagnola (TO).

2 - C.R.E.S.T. - Centro Ricerche in Ecologia e Scienze del Territorio (Torino).

3 - Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università degli Studi di Torino.

1 - INTRODUZIONE

Un aspetto fondamentale della tutela e gestione del territorio è la **continuità spaziale**, che potrebbe essere definita come estensione areale priva di barriere fisiche di origine antropica che possono ostacolare i movimenti della fauna selvatica per soddisfare esigenze trofiche, riproduttive e/o legate alla ricerca di rifugi. La frammentazione del paesaggio invece produce una serie di problemi per la flora e per la fauna.

Su questo problema si è sviluppato un articolato dibattito scientifico che prende l'avvio dalla teoria della biogeografia insulare di MAC ARTHUR e WILSON; essa prevede che il numero di specie presenti in un'isola (o in un ambiente isolato) sia condizionato dalle dimensioni e dalla distanza da altri ambienti simili (**fig. 1**). Per fare un esempio si può accennare al caso dei residui boschi planiziali della pianura Padana, distanziati l'uno dall'altro e di ridotte dimensioni a confronto della superficie forestale originaria. In queste condizioni nessuno di questi boschi e spesso neppure tutti assieme, garantiscono la sopravvivenza delle specie originarie. Con il tempo molte di queste si estinguono e la possibilità di ricolonizzazione è tanto più ridotta quanto più sono lontani ambienti simili in cui la specie è sopravvissuta e quanto più efficienti sono le barriere che si frappongono.

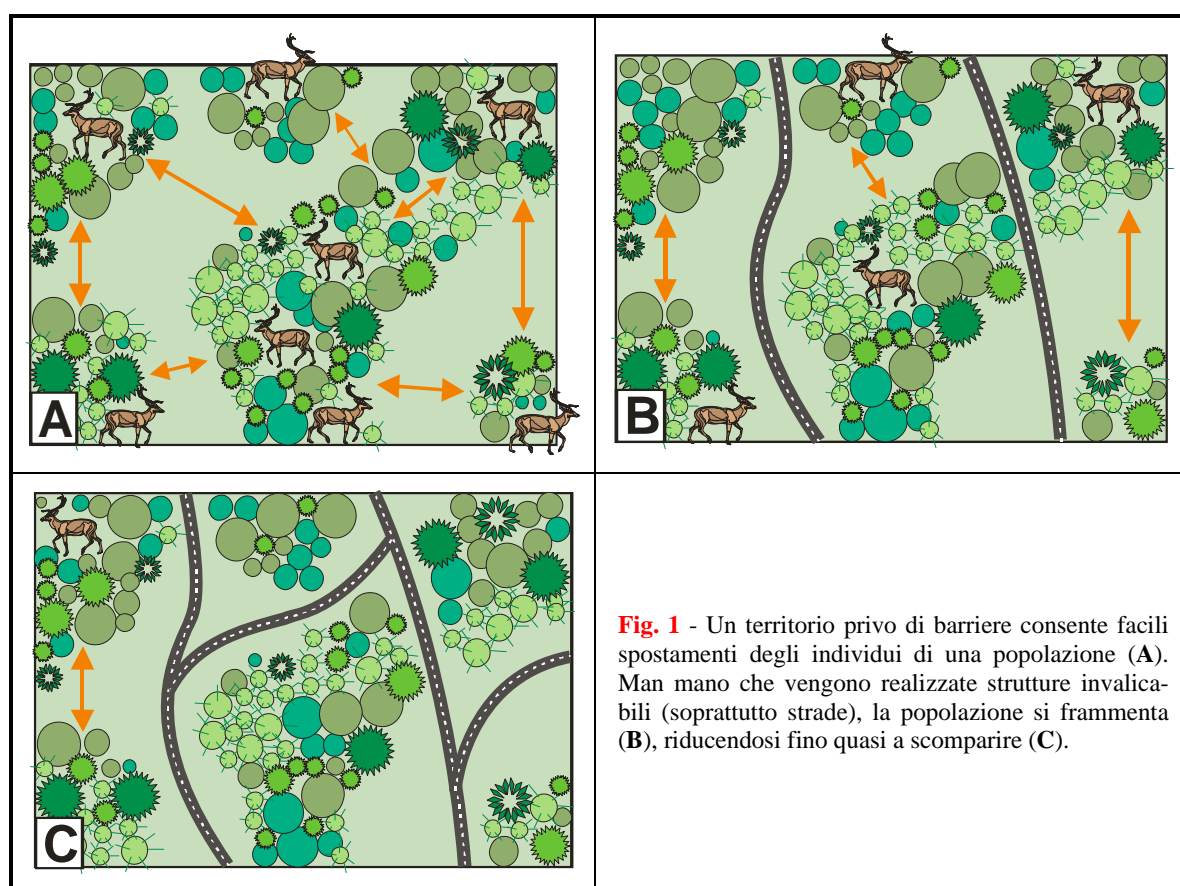


Fig. 1 - Un territorio privo di barriere consente facili spostamenti degli individui di una popolazione (A). Man mano che vengono realizzate strutture invalicabili (soprattutto strade), la popolazione si frammenta (B), riducendosi fino quasi a scomparire (C).

L'isolamento è pressoché assoluto se ci si riferisce a faune terrestri presenti su isole oceaniche, mentre è relativo fra due boschi fra i quali si frappongono campi coltivati. L'efficacia delle barriere è inoltre variabile a seconda dei gruppi o delle singole specie vegetali ed animali considerate. Se per alcune specie con eccellenti possibilità di dispersione e meno esigenti da un punto di vista ecologico, non sembrano risentire molto dell'isolamento, per altre, strettamente legate al loro ambiente, è sufficiente una interruzione di pochi metri di larghezza per costituire un filtro efficiente. Non sempre, in mancanza di studi empirici, è possibile prevedere quali sono le specie più sensibili¹. Si potrebbe ad esempio ipotizzare

¹ In Germania sono stati studiati gli spostamenti di due specie di micromammiferi (campagnolo rossastro e topolino selvatico) lungo una strada di sei metri con traffico debole. Durante il periodo riproduttivo gli animali sono stati

che gli Uccelli, dotati di grandi possibilità di movimento, non subiscano eccessive influenze negative per l'isolamento degli ambienti. In realtà si hanno vari esempi di specie forestali (*forest interior species*), come ad esempio cincia bigia (*Parus palustris*), rampichino (*Certhia brachydactyla*), picchio muratore (*Sitta europaea*) che in pianura sono molto ridotte (e continuano a ridursi fin quasi alla scomparsa) dai relitti boschi di pianura e non si assiste a una loro ricolonizzazione nonostante esistano popolazioni a pochi chilometri di distanza².

Gli effetti negativi di questo tipo di isolamento possono essere mitigati attraverso la formazione di corridoi ecologici rappresentati da fasce di ambienti idonei che mettono in connessione ambienti altrimenti isolati. Un buon sistema di riserve naturali di dimensioni relativamente ampie, ambienti minori e corridoi ecologici possono costituire una rete ecologica che mantiene le funzionalità degli ecosistemi e garantisce la conservazione del maggior numero di specie (MALCEVSKI *et al.*, 1996)³.

Non va dimenticato che, almeno in alcuni casi, i corridoi ecologici possono anche avere controindicazioni, ad esempio quando utilizzati da specie esotiche invasive per diffondersi più rapidamente, come ad esempio in Piemonte si è verificato con lo scoiattolo grigio (*Sciurus carolinensis*; BERTOLINO, GENOVESI, 2002)⁴.

2 - IL RETICOLO STRADALE

Una causa di frammentazione particolarmente grave nelle aree antropizzate è quella delle infrastrutture, soprattutto delle vie di comunicazione. Il reticolo stradale, oltre a causare una forte frammentazione degli ambienti, è causa di importante mortalità diretta per numerose specie animali (tabb. 1, 2 e 3).

Tab. 1 - Stime di mortalità animale sulle strade in alcuni studi effettuati all'estero			
Area geografica	Specie	Mortalità animale	Fonte
Danimarca	Volpe	29.000 individui/anno	LIPU 2002
Regno Unito	Riccio	1.000.000 individui/anno	LIPU 2002
Regno Unito	Barbagianni	3.000 ÷ 5.000 individui/anno (52 % mortalità totale annua)	LIPU 2002
Olanda	Uccelli	653.000 individui/anno	LIPU 2002
Olanda	Mammiferi	159.000 individui/anno	LIPU 2002
Olanda	Tasso	18 ÷ 20% della popolazione/anno	LIPU 2002
Svizzera	Rapaci	35,2 individui/100 km/anno	LIPU 2002
Francia	Capriolo	14.000 individui/anno	LIPU 2002
USA	Uccelli	57.179.300 individui/anno	BANKS, 1979 ⁵

catturati vivi con trappole in luoghi fissi, marcati e rilasciati. Mediante ripetute catture si è constatato che nessuno di essi aveva attraversato la strada. (MADER, 1981).

² Si vedano, fra gli altri, i lavori di:

FORD H. A., 2002. *Bird communities in habitat islands in England*. Bird Study 34: 205 - 218.

GERTOSIO G. E BOANO G., 2002. *Il rimboschimento naturalistico del Bosco del Gerbasso nel Parco fluviale del Po a Carmagnola: quali effetti sull'avifauna?* Riv. Piem. St. Nat., 23: 207 - 226.

OPDAM P.F.M., 1991. *Metapopulation theory and habitat fragmentation: a review of holartic breeding bird studies*. Landscape Ecology, 5: 93 - 106.

MASSA R., BANI L., BOTOTNI L., FORNASARI L., 1998. *An evaluation of Lowland Reserve effectiveness for forest bird conservation*. Biol e Cons. Fauna, Ist. Naz. Fauna selv., 102: 270 - 277.

³ MALCEVSKI S., BISOGNI L.G. E GARIBOLDI A., 1996. *Reti ecologiche ed interventi di miglioramento ambientale*. Il Verde Editoriale, Milano.

⁴ BERTOLINO S. E GENOVESI P., 2002. *Spread and attempted eradication of the grey squirrel (Sciurus carolinensis) in Italy, and consequences for the red squirrel (Sciurus vulgaris) in Eurasia*. Biol. Cons., 109: 351 - 358.

⁵ BANKS R.C., 1979. *Human related mortality of birds in the United States*. Fishes and Wildlife Special Scientific Report, Wildlife n. 215: 1 - 16.

Tab. 2 - Animali trovati morti sulle strade in alcune ricerche effettuate in Italia.			
Area geografica	Specie	Individui	Fonte
Italia	Lupo (Appennino centrale e meridionale)	25 individui dal 1970 al 1984	BOSCAGLI, 1987 ⁶
Italia	Orso (Parco Nazionale d'Abruzzo)	45 individui dal 1970 al 1984	BOSCAGLI, 1987
Provincia di Alessandria	Riccio	536 individui nel 1995 e 692 nel 1996	SILVANO, BELLINGERI, 1997 ⁷
Provincia di Alessandria	Animali vari	2.314 individui nel 1995 e 2.321 individui nel 1996	SILVANO, BELLINGERI, 1997

Oltre al più evidente fenomeno della mortalità per impatto, la strada determina discontinuità dell'ambiente, i cui effetti variano di importanza a seconda del tipo di circolazione, della densità della rete stradale e delle specie considerate. Le conseguenze di un incidente che coinvolge un cervo sono evidenti a tutti, mentre gli effetti di una strada sulla comunità di Carabidi sono difficili da comprendere se non dopo studi specifici.

L'effetto barriera di una strada è importante e sottovalutato, esso interessa la comunità animale nel suo insieme. Una rete stradale fitta e soprattutto recintata, seziona il territorio in zone più o meno isolate e di per se stesso può provocare una diminuzione delle popolazioni (**fig. 1**). La letteratura identifica diversi effetti negativi generali delle strade sull'integrità biologica:

- mortalità per collisioni;
- modificazioni del comportamento animale;
- alterazioni dell'ambiente fisico;
- alterazioni dell'ambiente chimico;
- diffusione di specie esotiche;
- aumento del disturbo nelle aree attraversate da strade da parte dell'uomo.

Non tutte le specie sono egualmente influenzate in modo negativo, ma complessivamente la presenza di strade è altamente correlata con cambiamenti della composizione della fauna e con l'abbondanza delle popolazioni. Alcuni studi indicano che gli effetti ecologici di una strada si fanno sentire in media per più di 500 m di distanza e talvolta sino a 1 km o più. Edifici isolati, singoli impianti tecnologici e/o produttivi, aree cementificate e/o prive di vegetazione naturale o coltivata,... costituiscono, da questo punto di vista, un impatto più o meno evidente, ma quasi mai rilevante. Fra le strutture costituenti importanti limiti (interruzioni) alla continuità spaziale sono da citare i canali, le strade, le ferrovie,... Dal punto di vista dei possibili interventi di mitigazione, si possono distinguere due categorie:

- sistemi incassati rispetto al piano di campagna quali, per esempio, canali e strade e/o ferrovie in trincea (un esempio è illustrato in **fig. 2**);
- sistemi sul piano di campagna e rilevati (vie di comunicazione "appoggiate" sul terreno o lungo terrapieni).

Tab. 3 - Impatti tra mammiferi selvatici e autoveicoli segnalati in Provincia di Torino nel primo semestre 2001 (dati tratti da Fauna e Viabilità, Provincia di Torino, settembre 2001).

Specie	Numero incidenti
Capriolo	87
Cinghiale	56
Volpe	13
Tasso	11
Cervo	3
Altre specie	4

⁶ BOSCAGLI G., 1987. *Wolves, bears and highways in Italy: a short communications*. Acte du colloque "Routes et Faune Sauvage. Strasbourg, 5 - 7 giugno, 1985: 237 - 239.

⁷ SILVANO F., BELLINGERI M., 1997. *Dati preliminari sulla mortalità automobilistica di vertebrati sulle strade della provincia di Alessandria*. Anni 1995 - 1996. Relazione interna.

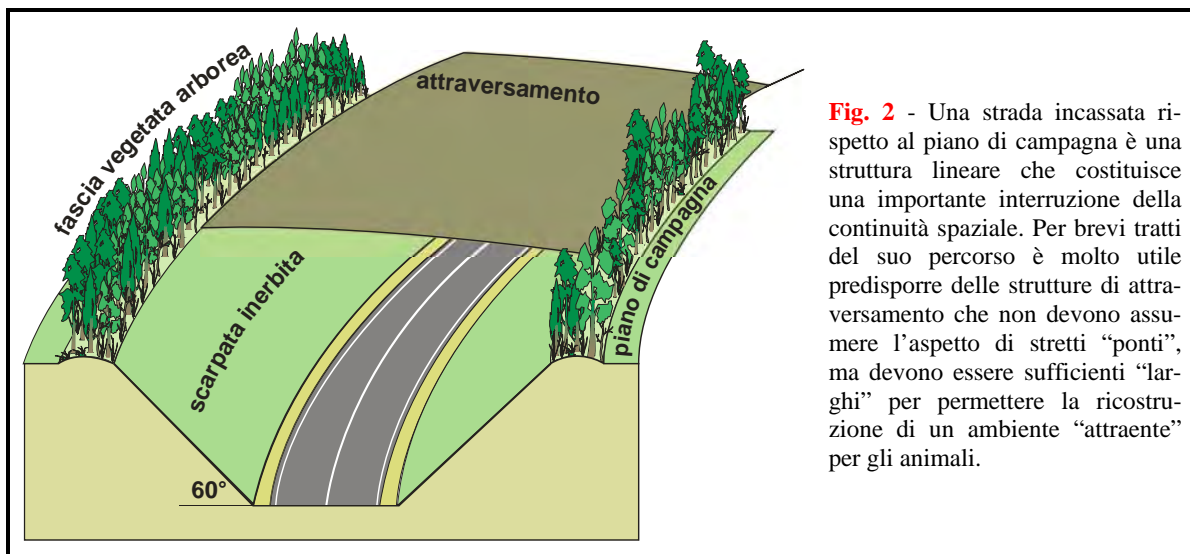


Fig. 2 - Una strada incassata rispetto al piano di campagna è una struttura lineare che costituisce una importante interruzione della continuità spaziale. Per brevi tratti del suo percorso è molto utile predisporre delle strutture di attraversamento che non devono assumere l'aspetto di stretti "ponti", ma devono essere sufficienti "larghi" per permettere la ricostruzione di un ambiente "attraente" per gli animali.

Non si evidenziano particolari problemi per tratte di lunghezza massima pari a un chilometro, a meno che non vengano coinvolti particolari ambienti (es. lembi di bosco, frazioni di aree protette, corridoi ecologici,...). I tratti di strade e ferrovie in trincea solitamente riguardano le aree antropizzate, poco importanti per le esigenze di spostamento della fauna. In tali situazioni si ritiene sufficiente prevedere, quando possibile, le fasce vegetate arboree e/o le siepi più ampie possibile. Diversi sono i casi relativi ai canali (incassati rispetto al piano di campagna) ed alle infrastrutture di trasporto (talvolta dislocate su rilevati) nelle aree poco o nulla antropizzate; in tali casi la rilevanza dell'impatto dipende dal livello di naturalità dei territori attraversati (generalmente connessa alla ricchezza faunistica), all'ingombro delle opere (larghezza e soprattutto lunghezza), alla profondità ed alla velocità dell'acqua nei canali e all'intensità del traffico lungo le strade e le ferrovie. In tali casi diventano importanti, quali opere di mitigazione, i **sistemi di attraversamento per la fauna selvatica**. Essi vengono distinti in due tipologie:

- *sistemi di attraversamento a copertura* nel caso dei canali; è improprio l'utilizzo del termine "ponti", in quanto strutture atte al transito di persone e soprattutto di mezzi di varia natura e quindi progettati a tale scopo; conviene utilizzare il termine "attraversamenti", in quanto adatti al passaggio di animali selvatici; sono strutture più "leggere" e meno costose, dimensionate con criteri diversi rispetto a quanto normalmente previsto per i ponti veri e propri e soprattutto interdetti al transito dei mezzi e poco adatti a quello di persone;
- *sistemi di attraversamento a galleria*, nel caso di strade e ferrovie; anche in questo caso è utile distinguere le strutture adatte al transito di persone e mezzi (sottopassi) da quelle adatte al passaggio della fauna; queste vanno progettate in funzione delle dimensioni e delle esigenze delle specie animali che si ritengono presenti nell'area vasta interessata dallo studio di impatto e soprattutto, come per le coperture dei canali, interdette ai mezzi e poco o nulla adatte al transito delle persone.

Le dimensioni degli attraversamenti (quando necessari), le loro caratteristiche strutturali, i sistemi di dissuasione dagli usi impropri (transito di persone e soprattutto dei mezzi) e il numero degli stessi in funzione dell'ingombro sul territorio delle opere in progetto, devono essere dettagliatamente verificate (e dimostrate) in sede progettuale, in funzione delle situazioni che possono essere anche molto diverse caso per caso ed in stretta collaborazione con i naturalisti zoologi facenti parte dell'equipe di studio, in ogni caso tenendo conto di alcune indicazioni di carattere generale descritte nel seguito.

3 - COPERTURE DI ATTRAVERSAMENTO (CANALI)

La condizione ideale (teorica) è rappresentata dalla copertura completa, con caratteristiche strutturali tali da sostenere il peso di un sovrastante terreno vegetale di riporto, con spessore sufficiente da garantire un buon sviluppo di piante, insediate spontaneamente o appositamente sistemate. In tal modo si ottiene una situazione di "apparente" assenza dell'interruzione della continuità spaziale, con impatto, da questo punto

di vista, praticamente nullo. Questa soluzione è effettivamente praticabile, ma a condizione che le misure della lunghezza e della larghezza del canale siano molto limitate. Altrimenti sorgono ovvi problemi, sia economici, sia funzionali rispetto all'ecosistema acquatico.⁸ Nella maggior parte dei casi è invece possibile ricorrere a parziali coperture.

I parametri morfometrici principali di tali strutture sono la larghezza “L” (pari ovviamente a quella del canale) e la lunghezza “I” (che interessa un determinato tratto del canale stesso) che vanno determinati in funzione dell'esigenza di determinare situazioni di “attrattività” da parte della fauna. Tanto più grande è la superficie (L·I) dell'attraversamento, maggiori sono le possibilità di “arredo naturale”, cioè di ricostruzione della continuità spaziale connessa alla presenza degli stessi materiali (o analoghi) di quelli tipici delle aree circostanti. Sono importanti le connessioni con altre tipologie di interventi di mitigazione, quali soprattutto le fasce vegetate e/o le siepi previste lungo le sponde del canale.

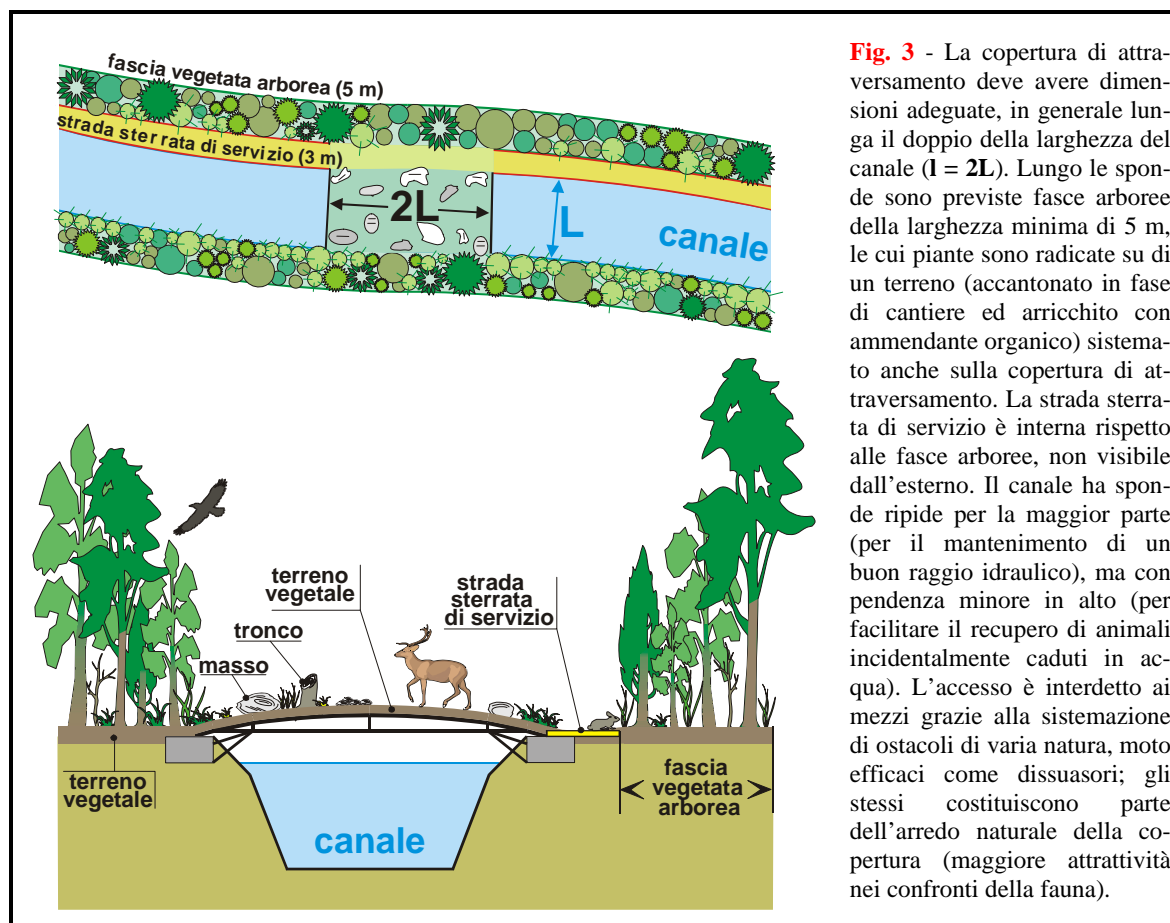


Fig. 3 - La copertura di attraversamento deve avere dimensioni adeguate, in generale lunga il doppio della larghezza del canale ($I = 2L$). Lungo le sponde sono previste fasce arboree della larghezza minima di 5 m, le cui piante sono radicate su di un terreno (accantonato in fase di cantiere ed arricchito con ammendante organico) sistemato anche sulla copertura di attraversamento. La strada sterrata di servizio è interna rispetto alle fasce arboree, non visibile dall'esterno. Il canale ha sponde ripide per la maggior parte (per il mantenimento di un buon raggio idraulico), ma con pendenza minore in alto (per facilitare il recupero di animali incidentalmente caduti in acqua). L'accesso è interdetto ai mezzi grazie alla sistemazione di ostacoli di varia natura, moto efficaci come dissuasori; gli stessi costituiscono parte dell'arredo naturale della copertura (maggiore attrattività nei confronti della fauna).

La **fig. 3** rappresenta un esempio utile ad illustrare indicazioni generali per la realizzazione di tali strutture:

1. La lunghezza della copertura di attraversamento deve essere pari o superiore al doppio della larghezza ($I \geq 2L$) e comunque mai inferiore a 5 m ($I \geq 5m$). Il limite superiore può essere posto a 30 m; o meglio per $L \geq 60$ m non si ritiene necessario prevedere larghezze superiori a 30 m.
2. Sulla superficie della copertura di attraversamento va distribuito terreno ricco di ammendante organico, con spessore pari o superiore a 30 cm. Si tratta di una indicazione importante: su di esso

⁸ Un canale è una “zona umida ad acque correnti artificiali” che, quando caratterizzato da acque perenni o semipermanenti e soprattutto non rivestito (come accade in diversi casi), è in grado di sostenere una comunità acquatica (soprattutto microrganismi, macroinvertebrati e talvolta anche ittiofauna) che, seppure condizionata da fattori limitanti dovuti all'artificialità del sistema, contribuisce all'autodepurazione dell'acqua. La copertura totale limita ulteriormente i già ridotti processi biologici.

giungono semi di piante varie (erbacee, arbustive ed arboree); se è possibile ipotizzare una facile germinazione e buone possibilità di sopravvivenza delle giovani piante nelle prime settimane, risultano evidenti difficoltà nelle fasi successive, soprattutto nei periodi estivi caldi e asciutti. Il terreno di riporto difficilmente è in grado di garantire valori minimi di riserva idrica adatti a garantire lo sviluppo (o almeno il mantenimento) vegetativo.⁹ Si ritiene probabile una buona copertura vegetale verde in primavera ed all'inizio dell'estate (in corrispondenza del normale massimo pluviometrico), ma nel periodo più caldo cambia la situazione, con dominanza di erbe secche. Tuttavia la presenza di terreno e di materiale vegetale residuo dovrebbe comunque garantire l'attrattività per la fauna. Non è da escludere (soprattutto ai margini) la possibilità di attecchimento di piante arboree ed arbustive che potrebbero mantenersi nel tempo, seppure con crescita stentata. L'eventuale presenza di tali piante conferirebbe una maggiore naturalità all'attraversamento; a questo proposito, con lo sviluppo di potenti apparati radicali, si potrebbero verificare danni alla struttura portante; ciò comporta una manutenzione tesa a mantenere, per quanto possibile, le piante e ricorrendo a tagli mirati qualora effettivamente tali inconvenienti si manifestassero.

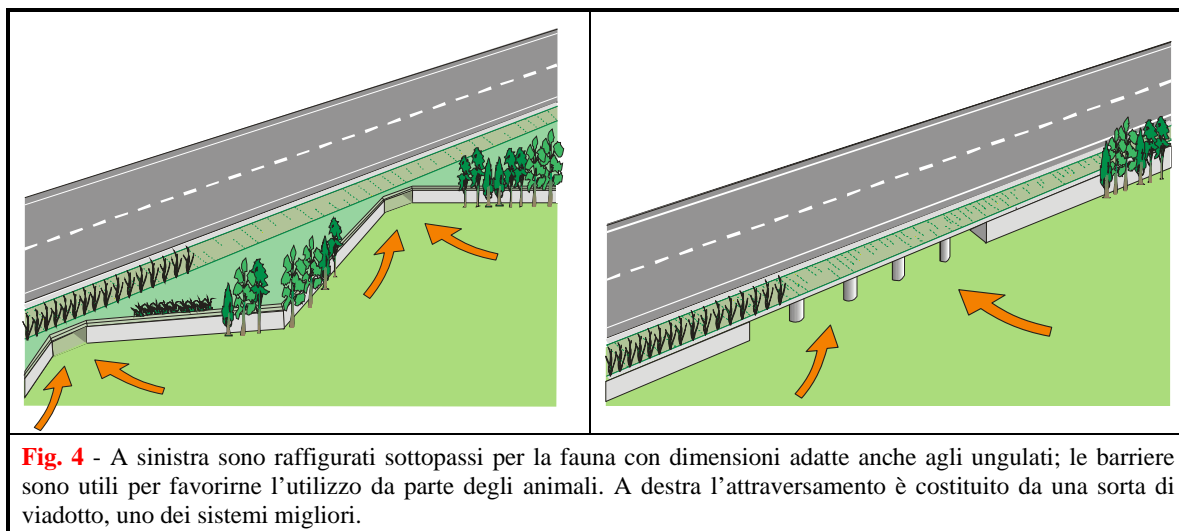
3. La copertura di attraversamento va interdetta al passaggio di mezzi di qualunque natura. La struttura va progettata per sostenere il peso dello strato di terreno di cui al punto precedente e degli arredi naturali, evitando i problemi legati alla solidità che deve, per motivi di sicurezza, garantire il transito di carri, trattori, automobili,... In tal modo si riducono i costi e l'ingombro. Tale obiettivo si consegue prevedendo, in sede progettuale, ostacoli di varia natura, capaci di impedire fisicamente l'accesso.
4. Per quanto riguarda l'arredo, si può ipotizzare la sistemazione di massi di dimensioni assai varie e frammenti di tronchi (per esempio di quelli eventualmente derivanti dal taglio degli alberi in seguito alla realizzazione del canale), al fine di creare una situazione molto "movimentata" e ricca di rifugi per la fauna (soprattutto per quella di piccole dimensioni). Non si ritiene utile effettuare azioni di inerbimento, in quanto, come già illustrato al precedente punto 2, in condizioni naturali, dovrebbe insediarsi (in tempi relativamente brevi, anche nel corso di una sola stagione) una fitta vegetazione erbacea spontanea che, seppure destinata a situazioni di stress idrico, soprattutto nella tarda estate, potrà comunque contribuire a conferire un aspetto pseudonaturale alle coperture. La caoticità del substrato del ricoprimento delle coperture di attraversamento, soprattutto dovuta alla presenza di massi e porzioni di tronchi, costituisce inoltre un'efficace sistema di dissuasione nei confronti dei mezzi di qualunque genere, consentendo soltanto eventuali passaggi pedonali.
5. I canali possono costituire causa di mortalità di animali che vi possono cascare; questa eventualità potrebbe interessare maggiormente animali di maggiori dimensioni (es. ungulati), per i quali è ben nota la pericolosità dei canali a pareti verticali (BALLON, 1985)¹⁰. L'impatto può venir minimizzato realizzando il canale con pareti (sponde) inclinate e con superficie ruvida e/o colonizzata con vegetazione spontanea.

4 - ATTRAVERSAMENTI A GALLERIA (STRADE E FERROVIE)

I sottopassi (tunnel, canali sotterranei) o le strade su viadotto consentono agli animali un attraversamento sicuro (fig. 4). Per garantirne la funzionalità e facilitare l'effettivo uso da parte degli animali selvatici occorre che siano ubicati in ambienti idonei e già frequentati dagli animali, che abbiano un'ampiezza (altezza e larghezza) sufficiente e siano di minore lunghezza possibile. La presenza di vegetazione idonea agli imbocchi, disposta in modo da costituire un invito all'entrata e un raccordo con gli ambienti limitrofi è molto importante. Il substrato deve essere preferibilmente naturale e le fonti di disturbo antropico schermate. Per gli ungulati è importante l'ampiezza e particolarmente l'altezza; ad esempio per il cinghiale possono bastare 2 m circa, mentre per il cervo è opportuno arrivare almeno a 4 m.

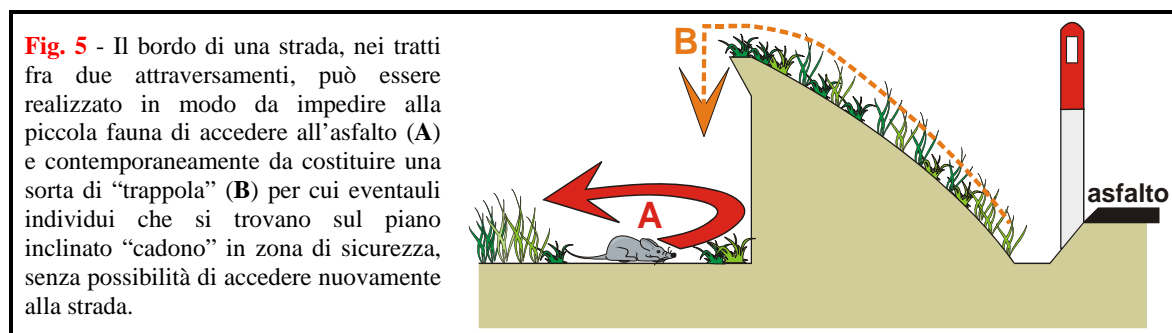
⁹ Risulta evidente l'importanza delle caratteristiche del terreno di riporto da collocare sull'attraversamento. Il bilanciamento tra le porzioni granulometriche minerali (sabbia, limo ed argilla) e soprattutto la ricchezza di sostanza organica contribuiscono a migliorare l'igroscopicità e la capacità di ritenzione idrica, caratteristiche fondamentali per un suolo artificiale destinato a subire, quasi in ogni estate, situazioni di forte aridità.

¹⁰ BALLON F., 1985. *Bilan technique des aménagements réalisés en France pour réduire les impacts des grandes infrastructures linéaires sur les ongulés gibiers*. Actes XVII Con. Union Internationale des Biologistes du Gibier. Bruxelles: 33 - 39.



I sottopassi sono particolarmente ideali e già ampiamente utilizzati in molte situazioni ed in molte nazioni centroeuropee per favorire l'attraversamento degli Anfibi (in particolare rospi; SCOCCIANI, 1992). I sottopassi per Anfibi (e altri piccoli animali come i ricci) devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

- la loro localizzazione deve basarsi su ricerche che abbiano evidenziato concentrazioni di Anfibi in migrazione tra i luoghi di svernamento e siti riproduttivi in modo da ottimizzare l'utilizzo e l'efficacia;
- le misure di 1 m per 1 m paiono essere le più idonee; tuttavia si sono utilizzate strutture decisamente più basse, ugualmente utilizzate dagli anfibi; la forma quadrangolare è meglio di quella circolare;
- il materiale costruttivo può essere vario; si hanno buoni risultati anche con strutture in cemento;
- l'ingresso del tunnel può essere utilmente progettato "ad imbuto", in modo che gli anfibi siano convogliati facilmente verso lo stesso;
- a questi tunnel si possono aggiungere a barriere anti-attraversamento, che impediscono agli anfibi ed ai micromammiferi di attraversare la strada al di fuori del tunnel (**fig. 5**); in casi specifici questa misura può essere non essere associata al tunnel per ridurre la mortalità, ma deve però essere affiancata alla costruzione di un sito riproduttivo alternativo;
- nei punti di attraversamento importanti la distanza tra un sottopasso e il successivo deve essere inferiore a 50 m.



Esempi di mitigazioni, compensazioni, recuperi ambientali - TRE

LINEE ELETTRICHE ED ALTRI OSTACOLI

A cura di:

Giovanni BOANO¹, Gian Carlo PEROSINO² e Consolata SINISCALCO³

Torino, novembre 2005

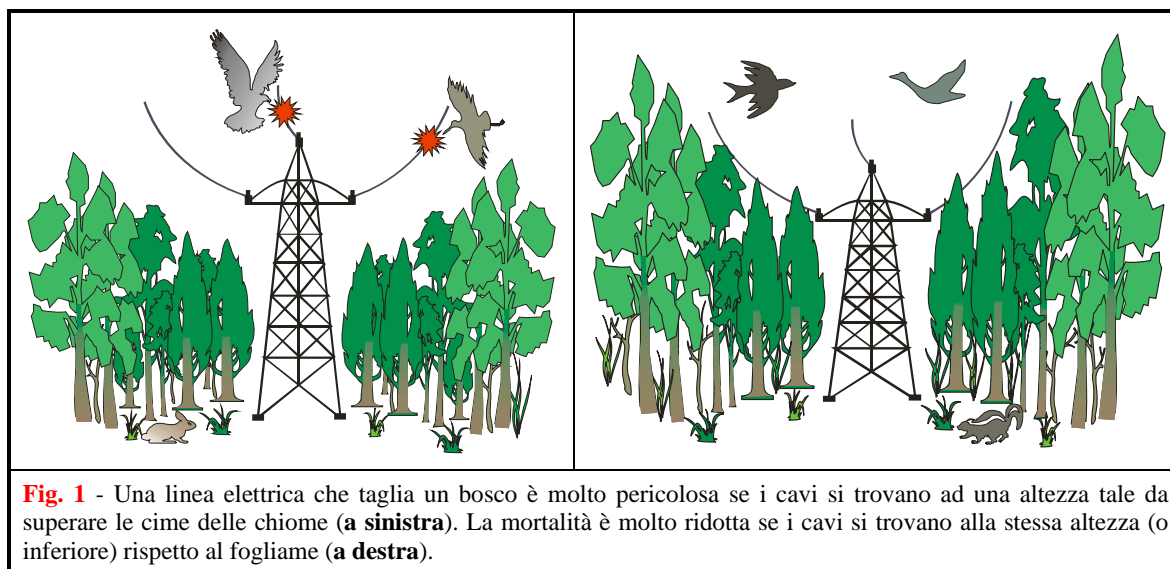
1 - Museo Civico di Storia Naturale di Carmagnola (TO).

2 - C.R.E.S.T. - Centro Ricerche in Ecologia e Scienze del Territorio (Torino).

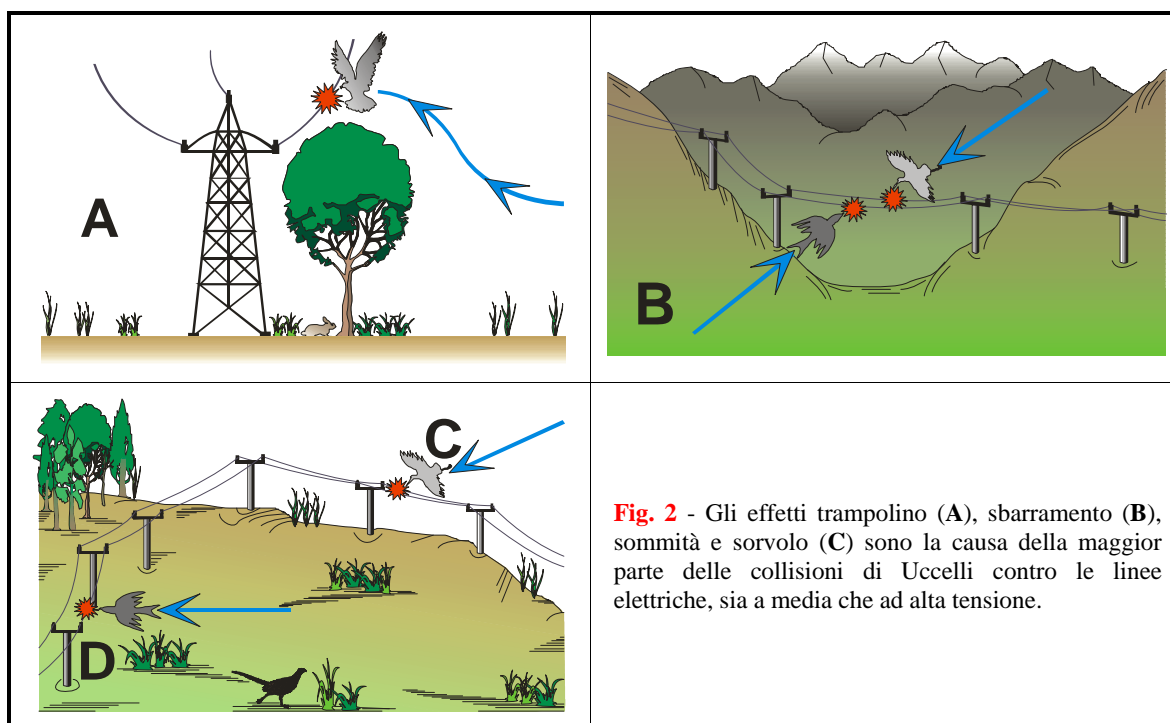
3 - Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università degli Studi di Torino.

Tra le infrastrutture che possono causare problemi alla fauna selvatica vanno annoverate le linee elettriche (**figg. 1 e 2**). Queste, in alcune situazioni, sono causa di significativa mortalità per numerose specie di Uccelli. Il problema è noto da tempo e diversi studi lo hanno dimostrato per svariati paesi. La mortalità degli uccelli causata dalle linee elettriche può essere dovuta a due cause diverse:

- collisione contro i cavi (conduttori o, ancor più frequentemente, di sostegno), fenomeno in genere collegato a linee elettriche ad alta tensione (AT = 40 ÷ 380 kV);
- folgorazione, detta talora elettrocuzione, per contatto con due conduttori o un conduttore ed un armamento a terra; fenomeno legato prevalentemente alle linee a media tensione (MT = 1 ÷ 40 kV).



La mortalità degli Uccelli causata dalle linee elettriche è considerevole in aree ricche di avifauna (specialmente zone umide), per specie con abitudini particolari (es. gufo reale) o in situazioni favorevoli al transito dei migratori (colli di bottiglia di grandi migratori come rapaci, cicogne e gru). Quali esempi valgono i casi citati in **tab. 1**.



Tab. 1 - Numeri di esemplari (N) di Uccelli deceduti in seguito a contatto con le parti aree di linee elettriche desunti dalla letteratura.

N	area di riferimento	periodo	Paese	rif. bibliografico
700	su km di linea elettrica in zona umida	media	Olanda	PENTERIANI, 1998 ¹
250.000 ÷ 300.000	stima per tutto il paese	anno	Danimarca	PENTERIANI, 1998
1.000.000	stima per tutto il paese	anno	Francia	PENTERIANI, 1998
1.200	su 300 km di linee elettriche nel Parco di Coto Donana e dintorni	anno	Spagna	FERRER <i>et al.</i> , 1991 ²
1.332	9,6 km di linee elettriche nelle praterie	06/80 ÷ 05/82	USA	FAANES, 1987 ³
30	su km di linea elettrica	anno	Italia	RUBOLINI <i>et al.</i> , 2001 ⁴

A livello di singole specie ricordiamo alcuni casi significativi:

- 5 Aquile di Bonelli morte nel solo 1991 (con produzione totale di soli 15 giovani) in Francia su una popolazione complessiva inferiore alle 30 coppie (PENTERIANI, 1998);
- 133 Fenicotteri tra il 1987 e il 1992 in Camargue (PENTERIANI, 1998);
- 586 Cicogne bianche in Germania negli ultimi 40 anni e il 55 % degli individui della Danimarca (Penteriani, 1998);
- in provincia di Trento su 31 Gufi reali trovati morti dal 1993 al 2000 il 39 % sono deceduti per elettrocuzione (MARCHESI *et al.*, 2001)⁵.

In base a questi ed altri dati PENTERIANI (1998) ha stilato un elenco delle specie a rischio in Italia di cui si riportano quelle classificate a sensibilità più elevata, escluse specie assenti o molto rare in Piemonte:

Tuffetto,	Svasso maggiore,	Cormorano,	Tarabuso,
Airone rosso,	Airone cenerino,	Nitticora,	Garzetta,
Cicogna bianca,	Cicogna nera,	Fenicottero,	Cigno reale,
Cigno minore,	Grifone,	Aquila reale,	Aquila minore,
Biancone,	Poiana,	Nibbio reale,	Nibbio bruno,
Falco di palude,	Gufo comune,	Falco pescatore,	Falco pellegrino,
Gru,	Pavoncella,	Colombaccio,	Colombella,
Gufo reale,	Allocco,	Civetta,	Barbagianni,
Aquila anatraia maggiore.			

Per ridurre i rischi in caso di costruzione di nuove linee occorre ridurre la possibilità che gli Uccelli vengano in contatto simultaneamente con due potenziali differenti (“conduttore - conduttore” e “conduttore - struttura di supporto”) e rendere i conduttori più visibili. È necessario quindi che le nuove linee, in particolare quelle a Media Tensione, siano modificate sulla base dei seguenti criteri (figg. 3 e 4):

¹ PENTERIANI V., 1998. *L'impatto delle linee elettriche sull'avifauna*. WWF Delegazione Toscana.

² FERRER M., DE LA RIVA M., CASTROVIEJO J., 1991. *Electrocution of raptors on power lines in Southwestern Spain*. J. Field Ornith., 62: 181 - 190.

³ FAANES C.A., 1987. *Bird behavior and mortality in relation to power lines*. Fish and Wildlife Technical Reports, 7: 1 - 24.

⁴ RUBOLINI D., GUSTIN M., GARAVAGLIA R., BOGLIANI G., 2001. *Uccelli e linee elettriche: collisione, folgorazione e ricerca in Italia*. Avocetta, 25: 129.

⁵ MARCHESI L., PEDRINI P., SERGIO F., GARAVAGLIA R., 2001. *Impatto delle linee elettriche sulla produttività di una popolazione di Gufo reale Bubo bubo*. Avocetta, 25: 130.

- uso di conduttori ricoperti con guaina isolante in PVC;
- maggiore distanza fra conduttori;
- sostituzione di isolatori portanti con isolatori sospesi;
- rimozione di conduttori in eccesso;
- allontanamento dei conduttori in amarro per evitare un possibile punto di contatto;
- sistemi di impedimento alla sosta o (alternativa preferibile) sovrapporre al pilone un posatoio sicuro.

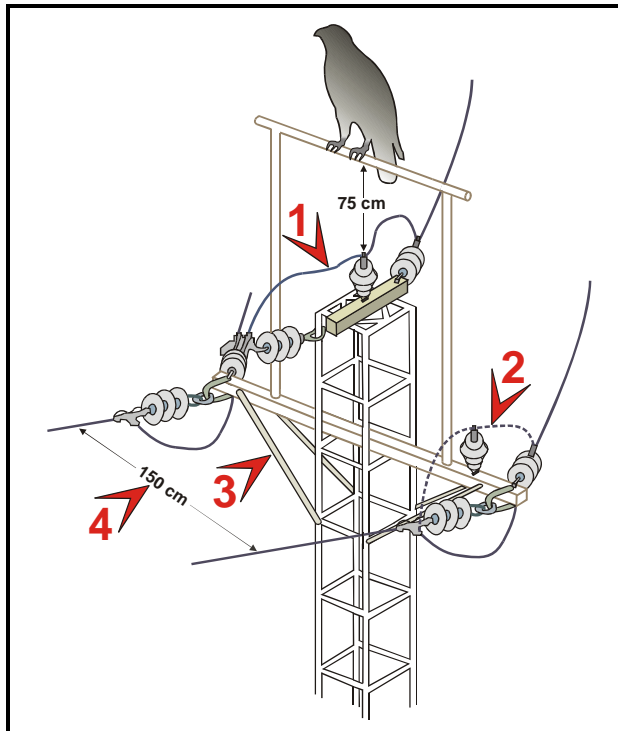
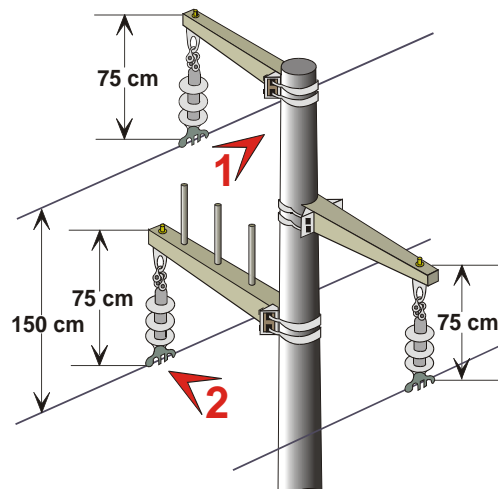


Fig. 3 - Linea su due isolatori rigidi (armamento semplice su sostegno a traliccio):

1. isolare l'arco formato dal cavo;
2. isolare l'arco formato dal cavo (se rivolto verso l'alto) od optare per l'arco rivolto verso il basso;
3. isolare la mensola od impedire la posa e/o predisporre posatoio alternativo più in alto (di almeno 75 cm rispetto all'elemento elettrico più alto);
4. distanziare i conduttori fra loro di almeno 150 cm.

Fig. 4 - Linea su isolatori sospesi (armamento semplice per sospensione su palo):

1. isolare i conduttori aumentando le distanze reciproche (almeno 75 cm) e rispetto alle posizioni di posa;
2. distanziare i conduttori (almeno 75 cm) e/o impedire le possibilità di posa.



Il cavo isolato, può essere limitato alle porzioni dei conduttori più vicine alla testa dei pali. Ottimale, ove possibile, risulta la costruzione di nuove linee a media tensione con cavi sotterrati. Si raccomanda anche, in presenza di specie sensibili, di procedere alla costruzione al di fuori del periodo riproduttivo. Molto utili sono sistemi di dissuasione visiva quali, per esempio, pirali in plastica colorata e sfere bianche o rosse per evidenziare i cavi sospesi.

Particolari attenzioni vanno poste in aree a rischio, cioè tutte le aree protette, le Oasi di protezione della fauna e le zone umide in genere, dove spesso si hanno concentrazioni di Uccelli acquatici. Per linee esistenti, che venissero incluse in progetti di valutazioni di impatto, si raccomanda di sottoporre le linee elettriche (in particolare quelle a media tensione) a una verifica del rischio di elettrocuzione e collisione e sostituire vecchie linee a 220 e 380 volt a fili scoperti con cavi isolati.

Un problema trascurato sino a tempi recenti, è stato evidenziato in seguito ad una serie di ricerche effettuate in America (KLEM, 1989 ÷ 1991)⁶. Si tratta dell'urto di Uccelli contro vetrate e finestre, superfici che tali animali, in varie situazioni, non sono in grado di rilevare come ostacoli e che portano alla morte per commozione cerebrale oltre il 50 % dei soggetti interessati. Rilevando gli Uccelli morti per urti contro vetri su un limitato campione di case degli Stati Uniti e facendo le opportune proporzioni, l'Autore citato ha infatti stimato in almeno 90 milioni l'anno gli Uccelli che muoiono per questa causa. Si noti che il valore riportato è quello minimo di un intervallo molto ampio. In ogni caso, per farsi un'idea dell'importanza di questo valore, basti pensare che la stima analoga per quanto riguarda gli uccelli cacciati negli USA è di 120 milioni e 57 milioni quelli morti per incidenti stradali (BANKS, 1979)⁷.

Gli esperimenti effettuati per comprendere meglio situazioni in cui si verificano gli incidenti ed i possibili rimedi hanno dimostrato che le situazioni peggiori sono quelle in cui si hanno corridoi con vetrate trasparenti su entrambi i lati oppure vetri riflettenti, che attualmente si vanno rapidamente diffondendo. Nel primo caso l'animale vede attraverso le due finestre allineate il paesaggio presente oltre la costruzione; nel secondo esso vede riflesso nei vetri il paesaggio in cui si trova, certamente attraente per le sue preferenze ambientali. A questo punto l'uccello parte in volo e lo choc è inevitabile. La morte sopraggiunge nel 50 % ÷ 90 % dei casi, probabilmente in relazione allo slancio del volatore, al peso della specie, all'angolazione del volo. Scuole, istituti di ricerca con lunghi corridoi, club-house di campi di golf e ville ben inserite nell'ambiente sono spesso le trappole peggiori. Recentemente si sono rivelate drammatiche le barriere antirumore in vetro poste lungo certi tratti autostradali.

Al momento non esistono stime globali per l'Europa, ma la situazione non deve essere molto differente da quella statunitense: una recente inchiesta condotta in Francia (DUQUET, 2000)⁸ ha rilevato la morte di 234 Uccelli appartenenti a 43 specie, incluso addirittura una specie accidentale, rarissima in Francia, il lui *Phylloscopus inornatus*. Un grattacielo di Grenoble, interamente di vetro, da solo, nel periodo migratorio dell'autunno 1996 ha causato la morte di 89 Cince more. In Svizzera una barriera antirumore in vetro ha fatto quasi 200 vittime in circa due mesi. Una rapida inchiesta condotta dagli scriventi in Italia ha rilevato un'analoga situazione, con grande varietà di specie, inclusi persino un Picchio nero e una Strolaga mezzana (quest'ultima sopravvissuta e liberata nell'Oasi di Crava-Morozzo; BOANO, 2000).

Gli scontri paiono casuali, ma alcune specie, in particolare lo Sparviere e il Martin pescatore compaiono con percentuali piuttosto alte rispetto alla loro frequenza in natura. KLEM (1991) ha trovato la spiegazione per quanto riguarda i predatori come lo sparviere (più precisamente per lo sparviere americano): alcune vetrate sono particolarmente "produttive" in uccelli morti o storditi e in breve un rapace come uno sparviere apprende a cacciare nei dintorni di questa fonte di facili prede, ma ben presto finisce anch'esso contro l'ostacolo invisibile.

Tenuto conto di ciò, i progetti relativi a nuove costruzioni poste in luoghi ricchi di Uccelli devono prevedere sistemi atti a ridurre tali conseguenze. Ciò è ottenibile nei seguenti modi. La costruzione di barriere antirumore lungo le autostrade deve essere effettuata con materiali opachi o solo parzialmente trasparenti. In caso di vetrate, queste andrebbero rese ben visibili, anche se la cosa non è attuabile

⁶ KLEM D. JR., 1989. *Bird-window collisions*. The Wilson Bull., 101: 606 - 620.

KLEM D. JR., 1990. *Bird injuries, cause of death, and recuperation from collision with windows*. Journal of Field Ornith., 61: 115-119.

KLEM D. JR., 1990. *Collisions between birds and windows: mortality and prevention*. Journal of Field Ornith., 61: 120 - 128.

KLEM D. JR., 1991. *Avian predators hunting birds near windows*. Proc.of Pennsylvania Acad.of Science, 55: 90 - 92.

⁷ BANKS R.C., 1979. *Human related mortality of birds in the United States*. Fishes and Wildlife Special Scientific Report, Wildlife n. 215: 1 - 16.

⁸ DUQUET M., 2000. *Les oiseaux victimes de choc contre les vitres en France. Première approche du phénomène*. Ornithos, 7: 76 - 80.

facilmente. Le sagome per rapaci adesive non sembrano dare buoni risultati; tuttavia FANGAREZZI *et al.* (1999)⁹ hanno notato una diminuzione di mortalità da 1,04 a 0,27 individui al giorno dopo aver apposto sagome di rapaci su 580 m di barriera autostradale. In questo caso si sono apposte 4 sagome (20 ÷ 40 cm di apertura alare) per ogni pannello di 3 m di lunghezza.

Secondo KLEM (1990) per ridurre in modo efficiente gli incidenti è importante coprire in modo uniforme la superficie con oggetti o disegni posti a 5 ÷ 10 cm di distanza. In effetti pare non sia tanto importante la figura quanto la vicinanza fra gli oggetti, che possono essere anche semplici strisce di carta bianca. Per vetri trasparenti di abitazioni le tende sono probabilmente ottimali, ma in palazzi di nuova costruzione, con pareti interamente di vetro riflettente il problema non è di facile soluzione e richiede ulteriori studi.

⁹ FANGAREZZI C., PIANI C., SELMI E., DINETTI M., 1999. *Incidenti di avifauna contro pannelli trasparenti e dopo interventi di mitigazione*. Avocetta, 23: 186.

Esempi di mitigazioni, compensazioni, recuperi ambientali
QUATTRO

DISCARICHE

A cura di:
Giovanni BOANO¹, Gian Carlo PEROSINO² e Consolata SINISCALCO³

Torino, novembre 2005

1 - Museo Civico di Storia Naturale di Carmagnola (TO).

2 - C.R.E.S.T. - Centro Ricerche in Ecologia e Scienze del Territorio (Torino).

3 - Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università degli Studi di Torino.

Le discariche di rifiuti urbani costituiscono fonti concentrate e super-abbondanti di alimentazione per alcune specie di animali opportunisti. Tali fonti di cibo attraggono grandi quantità di individui di poche specie: cornacchie (*Corvus corone corone* e *Corvus corone cornix*), piccioni domestici (*Columba livia* var. *domestica*), gabbiani reali (*Larus cachinnans* e *Larus argentatus*) e gabbiani comuni (*Larus ridubundus*), storni (*Sturnus vulgaris*), nibbi bruni (*Milvus migrans*) fra gli Uccelli; ratti (*Rattus norvegicus*), volpi (*Vulpes vulpes*) e cani randagi fra i Mammiferi.

La grande disponibilità di cibo costituita dai rifiuti apportati giornalmente favorisce non solo la concentrazione di questi animali, ma anche la loro sopravvivenza ed il successo della riproduzione. La sopravvivenza migliora grazie alla riduzione della mortalità (soprattutto quella invernale) che avverrebbe in condizioni di assenza di questa risorsa aggiuntiva, mentre la riproduzione migliora grazie al fatto che le femmine giungono al periodo riproduttivo con scorte di grasso più consistenti e possono deporre covate (o cucciolate) più numerose e/o uova più grandi con tasso di schiusa più elevato. Per le specie che si riproducono nell'area interessata dalla discarica è assai probabile che migliori anche il tasso di allevamento dei piccoli, sempre a causa della più grande disponibilità alimentare.

L'aumento di abbondanza locale e generale delle popolazioni di questi animali è d'altra parte evidente in tutta Europa, in particolare per quanto riguarda i gabbiani e le cornacchie; anche in Piemonte la concentrazione di queste specie e/o il loro aumento sono evidenti. La maggior parte di queste specie sono inoltre considerate problematiche per quanto riguarda l'insieme delle questioni legate alla conservazione della natura ed in particolare per i danni che possono provocare ad altre specie ecologicamente più sensibili, alle coltivazioni agricole, alle derrate alimentari, alla salute pubblica ed alla manutenzione dei manufatti.

Come si comprende dalla **tab. 1**, la maggior parte delle specie favorite dalle discariche di rifiuti urbani comporta problemi più o meno consistenti in vari settori di interesse economico e/o conservazionistico. Unico caso di segno contrario è quello del Nibbio bruno (*Milvus migrans*), specie di interesse conservazionistico elevato a livello locale ed europeo che in effetti sfrutta queste stesse fonti di alimentazione. Caso analogo si ha in altre regioni europee, come ad esempio nella Francia meridionale, con il Nibbio reale (*Milvus milvus*) decisamente più raro del precedente ed anch'esso frequentemente legato alle discariche come fonti principali di alimentazione.

Tab. 1 - Alcune delle specie maggiormente favorite dalle discariche di rifiuti e loro principali effetti negativi (X = negativi; XX = negativi molto evidenti).					
specie	predazione su specie di interesse naturalistico	Danni agricoltura	Danni Patrimonio artistico	Rischi sanitari	Inquinamento fonti idriche
UCCELLI					
cornacchia	XX	XX			
storno		X			
piccione		X	XX	XX	
gabbiano comune			X		X
gabbiano reale	X				X
nibbio bruno	X				
MAMMIFERI					
ratti	XX	XX		XX	X
volpe	XX			X	
cani randagi	XX			X	

D'altra parte non va dimenticato che in alcuni casi le discariche fungono sì da polo di attrazione per rapaci che si nutrono di carogne come i nibbi o anche di più rari avvoltoi, ma talvolta questi uccelli vi

trovano la morte per ingestione di sostanze nocive, come ad esempio pare sia il caso di un Grifone (*Gyps fulvus*) trovato morto recentemente in Provincia di Torino.

Considerato quanto detto sopra è necessario ridurre o, ove possibile, eliminare la possibilità di accesso di questi animali alle fonti di cibo costituite dai rifiuti. Il controllo delle discariche urbane con mezzi che impediscano o limitino notevolmente l'accesso ai rifiuti da parte degli animali va quindi visto come sicuramente positivo per l'insieme dell'ecosistema. Ciò richiede interventi differenziati a seconda che si tratti di Mammiferi o di Uccelli. Per i Mammiferi può essere sufficiente una rete alta almeno 1,80 cm ed interrata per mezzo metro, meglio se foggata ad L (verso l'esterno) in modo che volpi o altri mammiferi scavatori non possano facilmente superarla. Per gli Uccelli il compito è reso più difficile e l'unico modo è quello di procedere ad un'immediata copertura dei rifiuti.

Infine le discariche andrebbero posizionate a distanza dai siti che favoriscono l'ulteriore concentrazione degli Uccelli, quali specchi d'acqua dolce e lontane da siti sensibili, come ad esempio gli aeroporti, dove concentrazioni di uccelli possono essere causa di incidenti anche gravi. Naturalmente la soluzione ideale è quella di ridurre nettamente la quantità di rifiuti da destinare in discarica.

Esempi di mitigazioni, compensazioni, recuperi ambientali
CINQUE

ACQUE STAGNANTI

A cura di:

Giovanni BOANO¹, Gian Carlo PEROSINO² e Consolata SINISCALCO³

1 - INTRODUZIONE	pag. 1
2 - L'AMBIENTE RIPARIO	pag. 2
3 - L'AMBIENTE ACQUATICO	pag. 8
4 - VEGETAZIONE	pag. 15
5 - ITTIOFAUNA	pag. 16

Torino, novembre 2005

1 - Museo Civico di Storia Naturale di Carmagnola (TO).

2 - C.R.E.S.T. - Centro Ricerche in Ecologia e Scienze del Territorio (Torino).

3 - Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università degli Studi di Torino.

1 - INTRODUZIONE

Il ripristino di zone umide marginali, alterate o di origine artificiale e la creazione di una rete di nuovi ambienti umidi, soprattutto lungo le principali rotte migratorie, può svolgere un ruolo importante per la conservazione degli Uccelli acquatici, secondo solamente alla conservazione prioritaria degli ambienti umidi naturali ancora esistenti (SPAGNESI *et al.*, 1988)¹. Il ripristino o la creazione di zone umide per fini di conservazione della flora e della fauna devono essere basati sulla comprensione dei processi naturali che vi si svolgono e deve tener conto di obiettivi naturalistici chiaramente prefissati. Il numero di specie animali ed in particolare di Uccelli di uno stagno (o altra zona umida assimilabile) è condizionato da alcuni fattori fisici e vegetazionali (ROCHÉ, 1982)². Esso cresce con l'aumentare della superficie dello stagno. Un'ambiente acquatico ad acque stagnanti di una decina di ettari può ospitare il 30 ÷ 40 % delle specie acquatiche nidificanti in una regione posta alle nostre latitudini. Molti studi di valutazione di impatto ambientale sono connessi alla realizzazione di zone umide ad acque stagnanti artificiali, quali:

- **Vasche di colmata.** Bacini per l'accumulo di torbide mediante deposito. Non vi sono le condizioni per l'affermazione di cenosi acquatiche stabili. Sono oggetto di rimaneggiamenti che coinvolgono soprattutto le rive, spesso poco o nulla vegetate. Le vasche abbandonate sono destinate ad un rapido colmamento.
- **Invasi di ritenuta.** Bacini per l'accumulo di acqua dei fiumi per scopi diversi (idroelettrici, irrigui, potabili, promiscui, ecc...). Quasi sempre poco interessanti dal punto di vista naturalistico a causa delle ampie variazioni del livello che limita l'affermazione di cenosi acquatiche stabili e formazione di vegetazione riparia. In montagna questi ambienti si sono rivelati relativamente adatti alla riproduzione di rana temporaria ed alla immissione di salmonidi per la pesca sportiva.
- **Casse di espansione.** Bacini per l'accumulo delle piene dei corsi d'acqua. Naturalisticamente poco interessanti. In qualche caso possono rappresentare un'occasione per la ricostituzione di zone umide ad acque stagnanti (simili a stagni o paludi) adatte sia per le cenosi acquatiche, sia per quelle strettamente legate all'acqua (anfibi e molte specie di Uccelli).
- **Cave a laghetto.** Sono piccoli laghi dovuti alle attività di estrazione di sabbia e ghiaia, spesso collocati nelle fasce di pertinenza fluviale dei corsi d'acqua di pianura. Nella maggior parte dei casi sono ambienti caratterizzati da una notevole profondità e da ripe molto ripide.
- **Stagni artificiali.** Spesso sono invasi di ritenuta analoghi a quelli succitati, ma caratterizzati da scarsa profondità e per fini prevalentemente irrigui. Si distinguono due ulteriori categorie. **Stagni artificiali appositamente realizzati** (profondità è inferiore a 6 metri; assenza di una manutenzione assidua; tendono a naturalizzare in tempi più o meno rapidi, soprattutto quando non vengono utilizzati materiali da rivestimento). **Stagni artificiali per evoluzione da altre zone umide artificiali** (spesso interessanti dal punto di vista naturalistico, quasi o quanto gli stagni naturali; la loro evoluzione a stagno deriva in genere da zone umide originariamente non eccessivamente profonde o dopo lunghi tempi che hanno comportato un parziale colmamento, condizioni che favoriscono la diversificazione e l'arricchimento biologico delle cenosi acquatiche e riparie).
- **Paludi artificiali.** Specchi d'acqua stagnanti caratterizzati da profondità non superiore a 2 metri. Sono situazioni molto rare, spesso risultato dell'evoluzione di stagni realizzati per fini irrigui. Si distinguono le **paludi artificiali appositamente realizzate** (talora realizzate analogamente a quanto descritto per gli stagni artificiali, ma recentemente soprattutto per fini naturalistici; la loro tipologia costruttiva è quindi quasi sempre adatta per lo sviluppo di cenosi acquatiche e riparie molto ricche e diversificate) e le **paludi artificiali per evoluzione da altre zone umide artificiali** (valgono le considerazioni precedentemente espresse per gli stagni artificiali, spesso con tempi di evoluzione più lunghi che portano a maggiore diversificazione e ricchezza biologica, con livelli di trofia talora molto elevati).

Lo studio di impatto relativo alla realizzazione di un bacino artificiale deve prevedere un rapporto tecnico illustrante gli interventi di naturalizzazione della zona umida che risulta dalla realizzazione del progetto sottoposto a valutazione o di rinaturalizzazione di zone umide preesistenti. Una zona umida ad acque

¹ SPAGNESI M., SPINA F., TOSO S., 1988. *Problemi di conservazione degli uccelli migratori con particolare riferimento al prelievo venatorio*. I.N.B.S., Documenti tecnici, 4: 1 - 75.

² ROCHE J., 1982. *Structure de l'avifaune des étangs de la plaine de Saone: influence de la superficie et de la diversité végétale*. Alauda, 50: 193 - 215.

stagnanti artificiale, una volta abbandonata, con la cessazione delle attività cantieristiche e/o produttive, si evolve verso una situazione pseudonaturale che, in molti casi, porta alla formazione di ambienti di interesse naturalistico. Un esempio è lo Stagno di Oulx (Val Susa in Provincia di Torino), risultato dell'evoluzione di una cava per l'estrazione di materiali per il cantiere della galleria del Frejus (1860 ÷ 1870); nella situazione attuale risultano due tipologie ambientali pregiate ("*acque oligo - mesotrofiche calcaree con vegetazione bentonica di Chara sp*" e "*paludi alcaline*") inserite tra gli habitat di interesse europeo ai sensi della Direttiva 92/43/CEE. Tuttavia l'evoluzione verso situazioni naturali (o ad esse approssimabili) è assai lenta, generalmente della durata di decenni. Diventa pertanto opportuno prevedere una serie di interventi tendenti sia ad accelerare il processo di naturalizzazione, sia ad orientare l'evoluzione verso situazioni ambientali adatte alla formazione di equilibri caratterizzati dalla massima complessità biologica e quindi di maggiore interesse naturalistico.

I progetti devono prevedere finalità chiaramente indicate in modo che la loro riuscita possa essere valutata con successivi monitoraggi. Essi devono tendere a ricreare ambienti palustri paesaggisticamente attraenti, che abbiano la possibilità di sostenere una comunità biologica diversificata, di cui facciano parte anche specie rare, minacciate o scomparse in tempi recenti a livello regionale. Gli ambienti dovrebbero essere anche molto produttivi, affinché per gli animali (ed in particolare gli Uccelli palustri) non rappresentino solo un luogo di sosta protetto da varie fonti di disturbo, ma possano fornire anche abbondante alimentazione nei vari periodi dell'anno.³ In Piemonte, fra i vertebrati le principali specie per le quali si dovrebbe perseguire l'insediamento (eventualmente anche con progetti di reintroduzione), sono la Moretta tabaccata (*Aythya nyroca*), il Voltolino (*Porzana porzana*) e il Pelobate (*Pelobates fuscus insubricus*). Fra gli invertebrati occorre favorire la presenza, per sempio, di alcune specie di Odonati (es. *Erythromma* spp., *Libellula* spp., *Aeshna* spp.) e della farfalla *Lycaena dispar*, ecc...

Gli interventi utili alla rinaturalizzazione possono essere numerosi e la loro integrazione ed efficacia dipende dalle capacità dei tecnici progettisti coadiuvati da naturalisti botanici e zoologi di provata competenza. Data la complessità della materia è difficile fornire un quadro completo di istruzioni tecniche utile a rappresentare tutte le situazioni possibili (ciascuna delle quali, tra l'altro, può richiedere soluzioni particolari e non sempre riproponibili). Tuttavia si ritengono necessarie alcune considerazioni generali, relative ad alcuni parametri di base, tanto importanti, quanto spesso trascurati.

2 - L'AMBIENTE RIPARIO

In sede di progetto è importante considerare le dimensioni dell'area naturale che si vuole realizzare, che non coincide esattamente con la superficie dello specchio d'acqua. Occorre prevedere una fascia intorno al lago (o stagno) sufficientemente estesa da consentire interventi di manutenzione, varie modalità di fruizione e la creazione di ambienti tipici delle fasce riparie che delimitano le zone umide. Interessante risulta la realizzazione di fossi e di piccoli stagni, meglio se privi di pesci; essi sono di grande valore per la riproduzione degli Anfibi. Questo gruppo conta molte specie seriamente minacciate nei vari paesi europei e in Italia (HONEGGER, 1979; ⁴BRUNO, 1983⁵). Una di queste è il Pelobate (*Pelobates fuscus*), presente con residue popolazioni nell'Italia settentrionale e oggetto di uno specifico programma di ricerca

³ La rinaturalizzazione di una zona umida ad acque stagnanti artificiali (spesso laghi di cava) ha, come obiettivo principale, la formazione di ambienti eutroficamente ricchi, in grado di sostenere efficacemente sistemi biologicamente produttivi, quasi sempre quelli caratterizzati da maggiore biodiversità e quindi naturalisticamente interessanti. Ciò costituisce una contraddizione rispetto all'obiettivo di controllo del livello di trofia del sistema acquatico. L'eutrofizzazione di un lago di cava, soprattutto per le connessioni con i sistemi di falda, viene considerata un elemento negativo. In realtà è probabile che tale questione sia sopravvalutata ed in ogni caso occorre effettuare delle scelte, in quanto, per evitare il naturale processo di eutrofizzazione, sarebbe necessaria la formazione di una sorta di asettico "deserto" nella fascia riparia intorno al lago, delimitata ed interdetta alla fruizione di qualunque tipo e nella quale venga impedita la colonizzazione di una qualunque comunità biologica. Ma ciò costituirebbe l'esatto contrario rispetto alla necessità di trasformare gli ambienti devastati dalle attività di cava in occasioni utili all'incremento di aree naturali, oggi ridotte a piccole frazioni rispetto ad un contesto territoriale ampiamente antropizzato.

⁴ HONEGGER H.E., 1978. *Amphibiens et reptiles menacés en Europe*. Coll. Sauvegarde de la nature, 15, Conseil d'Europe, Strasbourg.

⁵ BRUNO S., 1983. *Lista rossa degli anfibi italiani*. Riv. Piem.St. Nat., 4: 5 - 48. Carmagnola (TO).

e conservazione nella nostra regione (ANDREONE *et al.*, 1993⁶). Anche gli insetti acquatici possono essere abbondanti e con specie di notevole interesse conservazionistico, fra cui vari Odonati (libellule).

È importante la realizzazione dei sistemi di transizione fra gli ambienti acquatici e quelli francamente terrestri; essi sono importanti per le seguenti ragioni:

- esercitano una funzione di “filtro” nei confronti di eventuali inquinanti derivanti dal territorio circostante, che altrimenti giungerebbero più facilmente nelle acque;
- costituiscono ambienti adatti ad ospitare numerosi organismi (per la ricchezza di rifugi e di situazioni adatte alla riproduzione) che utilizzano, per fini trofici, le zone umide, condizionandone le catene alimentari;
- contribuiscono alla diversificazione ambientale, soprattutto nelle aree di pianura (inserimento di specie vegetali attualmente poco diffuse ed azione di “richiamo” per molti animali).

Interessante risulta il prevedere la progettazione di strutture, nell’area intorno agli ambienti acquatici oggetto di recupero, tali da permettere la possibilità di ricerche scientifiche anche tramite inanellamento e opportunità di fruizione pubblica a diversi livelli e di sperimentazioni attinenti la gestione faunistica, i cui risultati possano essere utili per futuri interventi di ricostruzione ambientale di aree palustri.

La **fig. 1** illustra un progetto di un ambiente (transizione tra stagno e lago) destinato all’accumulo di risorsa idrica ad uso agricolo (C.R.E.S.T., 2002⁷). La **fig. 2** illustra un altro caso relativo ad un progetto di recupero connesso ad una attività di cava (C.R.E.S.T., 2002⁸). In sede di progetto occorre considerare le eventuali possibilità d’uso alieutico e/o ricreativo/didattico e soprattutto di indicazioni di carattere generale che si ritengono, in linea di massima, estendibili alle diverse situazioni:

1. Elevato rapporto tra perimetro della zona umida rispetto alla sua superficie; questo aspetto può essere descritto quantitativamente mediante l’indice di sinuosità (I)⁹ che deve risultare $I \geq 1,4$. La presenza di Uccelli è molto condizionata da questo parametro. A maggior perimetro corrisponde (a parità di superficie) una ricchezza maggiore. Molte specie nidificano presso l’interfaccia vegetazione/acqua o presso le zone di contatto fra due tipi di vegetazione diversa. La presenza di isole contribuisce all’incremento dell’indice di sinuosità; esse sono importanti per gli Uccelli che nidificano al suolo, che sono così più protetti rispetto ai predatori terrestri (cani randagi, volpi, mustelidi, ratti,...). Le isole vanno progettate massimizzando le caratteristiche che favoriscono un’elevata attrazione per gli Uccelli e che garantiscono un elevato successo riproduttivo. La forma migliore è quella subrettangolare, poiché essa ha un maggior rapporto perimetro/area che quella quadrata, ellittica o circolare. Le dimensioni ottimali, secondo diversi studi (GIROUX, 1981¹⁰), oscillano fra 0,02 e 0,4 ettari. Giroux (1981) raccomanda isole di circa 25 X 40 m di lato. Le sponde sommerse non dovrebbero essere degradanti, ma circondate da “fossi” con profondità dell’acqua di almeno 70 cm. Ciò sia come deterrente per i predatori terrestri, sia per evitare che l’isola sia completamente circondata da una fitta vegetazione di tifa o di altre piante emergenti; un facile accesso all’acqua è infatti importante per gli

⁶ ANDREONE F., FORTINA R., CHIMINELLO A., 1993. *Natural History, Ecology and Conservation of Italian Spadefoot Toad, Pelobates fuscus insubricus*. Soc. Zool. la Torbiera, Scient. Rep., 2: 1-92.

⁷ C.R.E.S.T., 2002. *Progetto di realizzazione dello stagno di S. Giacomo (finalizzato all’uso irriguo, alle attività turistiche, ricreative e di pesca sportiva)*. Azienda agricola “Le Campagnette”. Nole (TO).

⁸ C.R.E.S.T., 2002. *Progetto per il recupero ambientale del comparto estrattivo Cava Rametto in comune di Modena (finalizzato alle attività turistiche, ricreative e di pesca sportiva)*. CMA - Modena.

⁹ Tanto più la forma della zona umida tende a quella circolare, tanto minori sono i rapporti tra gli ambienti acquatico e ripario. La forma è espressa con l’indice di sinuosità (I), cioè il rapporto tra il perimetro L [m] e quello di una circonferenza racchiudente un’area A [m²] di uguale estensione:

$$I = \frac{L}{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot A}}$$

Con forma circolare $I = 1$; tanto più essa è lontana da quella circolare, tanto più I è superiore ad uno. Un rettangolo con base doppia dell’altezza avrebbe $I = 1,2$; con base quattro volte l’altezza (una forma ancora più lontana da quella circolare), risulterebbe $I > 1,4$. L’indice può essere aumentato prevedendo sponde non rettilinee, penisole e rientranze o con la realizzazione di rilevati a forma di isole allungate (**figg. 1 e 2**).

¹⁰ GIROUX J.F., 1981. *Use of artificial islands by nesting water fowl in southeastern Alberta*. J. Wildl. Manage., 45: 669 - 679.

anatidi che nidificano sull'isola. L'orientamento delle isole potrà essere nel senso dei venti prevalenti, al fine di diminuire gli effetti dell'erosione. La vegetazione acquatica emergente dovrà essere lasciata (o eventualmente favorita) solo sul lato esposto ai venti prevalenti. Il terreno potrà essere seminato con una miscela di semi di graminacee e di leguminose a secondo dell'umidità del suolo (es.: *Schoenus nigricans*, *Molinia caerulea*, *Bromus erectus*, *Cynodon dactylon*, *Festuca ovina*, *Trifolium pratense*, *Lotus corniculatus*, *Poa pratensis*).

2. Indicando con “ A_1 ” [m^2] la superficie dello stagno/lago¹¹ e con “ A_2 ” [m^2] quella complessiva dell'intervento di recupero (la somma di quella dello specchio d'acqua più quella della porzione territoriale intorno) valgono, indicativamente, le relazioni¹²:

$$A_2 \geq 3,6 \cdot A_1^{0,92} \quad \text{per } A_1 \leq 800.000 \text{ m}^2$$

$$A_2/A_1 \geq 1,2 \quad \text{per } A_1 > 800.000 \text{ m}^2$$

3. Almeno 1/4 della lunghezza del perimetro del lago/stagno deve essere occupata da un bosco ripario, utilizzando le specie arboree ed arbustive adatte (**tab. 1**) per formare una fascia con larghezza minima di 10 m; gli alberi vanno posti a distanze minime di 3 m l'uno dall'altro, per una densità media di 0,11 individui/ m^2 ed inferiore per gli arbusti, collocati in prevalenza sulla riva (prevedendo una parziale sommersione nelle situazioni di massimo idrologico).
4. Indipendentemente dai valori di A_1 e di A_2 , la larghezza (**L**) della fascia compresa tra il perimetro dello specchio d'acqua e quello relativo al territorio complessivo oggetto di recupero deve essere **L** \geq **5 m**, che diventa **L** \geq **10 m** in corrispondenza delle porzioni di fasce interessate dalla realizzazione del bosco ripario di cui al punto precedente.¹³
5. Indicando con “**P**” la profondità (nella situazione corrispondente al livello idrologico medio), deve risultare una porzione di superficie dello specchio d'acqua **A_{6m}** \geq **0,4A₁** con **P** \leq **6 m**,¹⁴ di cui una porzione **A_{2m}** \geq **0,5A_{6m}** (**0,2A₁**) con **P** \leq **2 m**¹⁵ ed ancora **A_{1m}** \geq **0,5A_{2m}** (**0,1A₁**) con **P** \leq **1 m**,¹⁶ in tal modo è garantita l'esistenza di ambienti con profondità adatte all'idrofauna ed alle piante acquatiche (**tab. 2**). Si tratta di indicazioni importanti. Infatti la massima ricchezza di specie e la massima densità di nidi si hanno quando il rapporto fra copertura della vegetazione e acque libere è compreso fra 1:1 e 1:2. Un rapporto di 1:1 tra specchi d'acqua libera e zone ricoperte da vegetazione è in molti casi ottimale. La copertura della vegetazione è favorita dalle porzioni della cuvetta lacustre caratterizzate da scarsa profondità. La gestione della profondità delle acque può rivelarsi utile per controllare la vegetazione: i temporanei cambi di livello possono infatti tenere a bada l'eccessiva crescita della vegetazione oppure il temporaneo disseccamento può essere utilizzato per favorirne l'incremento

¹¹ Si intende la superficie corrispondente alla situazione di livello idrologico medio.

¹² La condizione per cui $A_2 > A_1$ è necessaria per garantire gli spazi utili alla predisposizione di aree vegetate (ricostruzioni di frammenti di boschi ripari), per la fruizione e per la manutenzione.

¹³ Il disegno dello scavo deve tenere conto, per quanto possibile, della vegetazione preesistente, al fine di conservare la maggior parte degli alberi spontanei che abbiano già raggiunto un certo grado di sviluppo. Occorre inoltre favorire, con opportuni interventi di rimboschimento, la formazione di alneti (*alno-ulmion*, *alno-fraxinon*) ed altra vegetazione riparia.

¹⁴ Il limite di 6 m è un termine solitamente utilizzato per la distinzione tra lago (con profondità sufficiente all'instaurarsi della stratificazione termica estiva, in genere superiore a 6 m nelle aree di pianura dell'Italia settentrionale) e stagno (al di sotto di tale profondità difficilmente la luce riesce a sostenere i processi di fotosintesi).

¹⁵ Per valori di profondità superiori a 2 m diventano più difficili, per le piante acquatiche, le condizioni adatte per occupare interamente la superficie dello stagno. La profondità dell'acqua preferita da diverse anatre di superficie (genere *Anas*) per la ricerca del nutrimento oscilla intorno ai 15 cm; mentre le anatre tuffatrici (genere *Aythya*) si immergono sino a 3,5 m e più. Tuttavia la produttività di una zona allagata è vicina al massimo intorno ad 1,5 m di profondità. Le profondità comprese fra 1 e 1,5 m favoriscono la produttività biologica, la formazione di ambienti idonei alle specie tuffatrici (generi *Tachybaptus*, *Podiceps*, *Aythya*, *Fulica*) e impediscono una diffusione eccessiva di *Typha* e *Phragmites* troppo rapida sull'intera superficie dello stagno. È importante ribadire che le aree con acqua più bassa (< 30 ÷ 50 cm) vanno “disegnate” curando il massimo sviluppo del perimetro affinché sia massimizzata l'interfaccia acqua/vegetazione palustre.

¹⁶ Profondità inferiori ad un metro favoriscono la presenza dell'ittiofauna, soprattutto ai fini della riproduzione e a vantaggio degli stadi giovanili per la maggior parte delle specie ittiche.

Fig. 1 - Schema progettuale di una area prevista per uno stagno per la raccolta d'acqua destinata alla irrigazione e alla pesca sportiva (attività collaterale). Il lato Est dell'area umida è caratterizzato da una fascia riparia fittamente vegetata (ricostruita) e non accessibile alla fruizione (salvo due sentieri che portano a punti panoramici "P"). Il rilevato fra i due moli (realizzato con massi metrici) è utile per incrementare l'indice di sinuosità. Un filare di farnie ed un secondo più esterno di carpini (fra i quali è previsto un piccolo sterrato di servizio) isolano l'ambiente dalla strada provinciale. La profondità massima è di pochi metri; il lato Sud è una sponda poco inclinata (spiaggia). Sono previste due piazzole (H) per portatori di difficoltà. Il fondale è costituito da diverse frazioni, caratterizzate da materiali con granulometria differenziata.

Fig. 1 - Schema progettuale di una area prevista per uno stagno per la raccolta d'acqua destinata alla irrigazione e alla pesca sportiva (attività collaterale). Il lato Est dell'area umida è caratterizzato da una fascia riparia fittamente vegetata (ricostruita) e non accessibile alla fruizione (salvo due sentieri che portano a punti panoramici "**P**"). Il rilevato fra i due moli (realizzato con massi metrici) è utile per incrementare l'indice di sinuosità. Un filare di farnie ed un secondo più esterno di carpini (fra i quali è previsto un piccolo sterrato di servizio) isolano l'ambiente dalla strada provinciale. La profondità massima è di pochi metri; il lato Sud è una sponda poco inclinata (spiaggia). Sono previste due piazzole (**H**) per portatori di difficoltà. Il bosco è preesistente. Il fondale è costituito da diverse frazioni, caratterizzate da materiali con granulometria differenziata.

- ¹⁸ La struttura della vegetazione è più importante della composizione floristica, tuttavia alcune specie di piante acquatiche più di altre forniscono semi appetiti o supporto idoneo alla costruzione dei nidi. Ad esempio alcune specie del genere *Acrocephalus* utilizzano esclusivamente la cannuccia di palude quale supporto per i loro nidi.

7. Indicando con “ Z_{med} ” e “ Z_{max} ” rispettivamente le profondità media e massima dello stagno/lago (riferite ad A_1), deve indicativamente valere un indice di incavamento $Z_{med}/Z_{max} < 0,5$; ciò al fine di evitare, in sede progettuale, la realizzazione di bacini caratterizzati da profondità massime e da pendenze delle ripe eccessivamente elevate, che possono vanificare le soluzioni tecniche proposte ai fini del recupero naturalistico.
8. La granulometria dei materiali costituenti i fondali può essere qualunque (ma meglio se grossolana) in corrispondenza delle porzioni del lago/stagno caratterizzate da profondità superiore a 6 m; ciò vale anche per i fondali che si trovano a profondità inferiori se tutto lo specchio d’acqua risulta poco profondo, purchè non oltre il 60 % dell’intera superficie (A_1). È invece importante prevedere granulometrie particolari per le acque meno profonde (o almeno per il 40 % di A_1) ed in particolare sabbia (da grossolana a fine verso le rive) per la porzione A_{6m} e limo (silt) per la porzione A_{2m} . Per quanto attiene le acque meno profonde (in corrispondenza di A_{1m}), insieme al limo si può utilizzare argilla e, verso la bordura esterna, anche modeste quantità di ammendante organico (oppure di terreno vegetale), al fine di favorire il massimo sviluppo delle piante acquatiche semisommerse (elofite), ma anche quello delle idrofite costituenti la massa vegetale immediatamente esterna alla spiaggia.

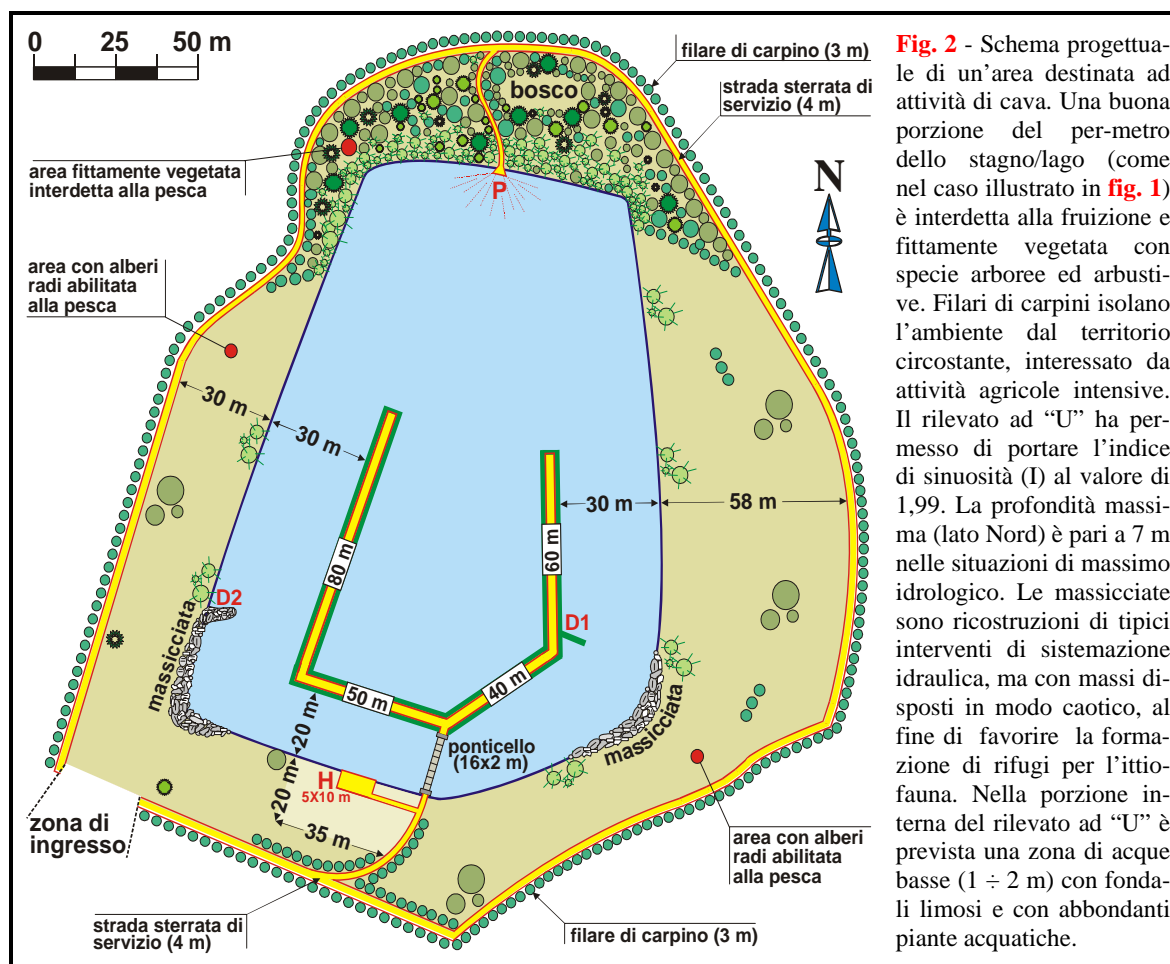


Fig. 2 - Schema progettuale di un'area destinata ad attività di cava. Una buona porzione del perimetro dello stagno/lago (come nel caso illustrato in **fig. 1**) è interdotta alla fruizione e fittamente vegetata con specie arboree ed arbustive. Filari di carpini isolano l'ambiente dal territorio circostante, interessato da attività agricole intensive. Il rilevato ad “U” ha permesso di portare l'indice di sinuosità (I) al valore di 1,99. La profondità massima (lato Nord) è pari a 7 m nelle situazioni di massimo idrologico. Le massicciate sono ricostruzioni di tipici interventi di sistemazione idraulica, ma con massi disposti in modo caotico, al fine di favorire la formazione di rifugi per l'ittiofauna. Nella porzione interna del rilevato ad “U” è prevista una zona di acque basse (1 ÷ 2 m) con fondali limosi e con abbondanti piante acquatiche.

Ulteriori indicazioni ed approfondimenti possono essere trovati sulla letteratura specialistica fra cui citiamo ANDREWS e KINSMAN (1990¹⁹; per il recupero naturalistico dei laghetti di cava) e SCOCCIANTI (2001²⁰; interessante per la conservazione degli Anfibi). Numerosi contributi specifici sono inoltre

¹⁹ ANDREWS J., KINSMAN D., 1990. *Gravel pit restoration for wildlife*. A practical manual. Royal Society for the Protection of Birds. Sandy.

²⁰ SCOCCIANTI C., 2001. *Amphibia: aspetti di ecologia della conservazione*. Guido Persichino grafica, Firenze.

pubblicati come atti di convegni, quali ad esempio quello di Ostiglia sulle zone umide d'acqua dolce (BERNARDONI e CASALE, 2000)²¹.

Tab. 1 - Elenco delle specie arboree ed arbustive in funzione delle fasce climatiche altitudinali (FC = A1 - A3) da utilizzare per le aree intorno alle zone umide soggette ad interventi di recupero e/o valorizzazione naturalistica. Vengono indicati gli ambiti più adatti per il pH del terreno e sono segnalate le specie particolarmente adatte per gli ambienti riparati (Ar) e quelle pioniere (SP).					
A1	Ambienti di pianura, collinari e prealpini - climi freddi di pianura e di collina - aree poste ad altitudini inferiori a 600 m s.l.m., limite climatico dello zero termico medio mensile di gennaio, ma comprendenti le porzioni più elevate del piano collinare sui versanti ben esposti, fino a quote prossime a 1.000 m.				
A2	Ambiente montano - clima montano (freddo subalpino) - aree poste al di sotto dell'altitudine di 1.500 m s.l.m., ma che possono estendersi poco oltre sui versanti ben esposti, fino a quote prossime a 1.700 m, limite climatico delle zero termico medio del trimestre invernale.				
A3	Ambiente subalpino - clima freddo - aree generalmente poste al di sopra di 1.500 m, fino ai limiti superiori del bosco (1.800 - 2.200 m s.l.m. in funzione dell'esposizione dei versanti).				
A4	Ambiente alpino - clima molto freddo - aree situate al di sopra del limite del bosco (al di sopra di 2.000 - 2.200 m s.l.m.).				
Nome volgare	Nome scientifico	FC	AR	SP	pH
Acero campestre	<i>Acer campestre</i>	A1			5,5-8
Acero riccio	<i>Acer platanoides</i>	A1 - A2			5,5-8
Acero di monte	<i>Acer pseudoplatanus</i>	A1 - A2			4,5-6,5
Ontano nero	<i>Alnus glutinosa</i>	A1 - A2	X	X	4,5-6,5
Ontano bianco	<i>Alnus incana</i>	A2	X	X	5,5-8
Ontano verde	<i>Alnus viridis</i>	A2 - A3	X	X	4,5-7,5
Pero corvino	<i>Amelanchier ovalis</i>	A2 - A3		X	5,5-8
Crespino	<i>Berberis vulgaris</i>	A1 - A2 - A3		X	5,5-8
Betulla	<i>Betula pendula</i>	A1 - A2 - A3		X	Indiff.
Carpino nero	<i>Carpinus betulus</i>	A1			4,5-6,5
Castagno	<i>Castanea sativa</i>	A1 - A2			3,5-5,5
Spaccasassi- Bagolaro	<i>Celtis australis</i>	A1		X	4,5-7,5
Citiso peloso	<i>Chamaecytisus hirsutus</i>	A1 - A2		X	5,5-8
Corniolo	<i>Cornus mas</i>	A1			5,5-8
Sanguinello	<i>Cornus sanguinea</i>	A1			5,5-8
Coronilla	<i>Coronilla emerus</i>	A1 - A2			5,5-8
Nocciolo	<i>Corylus avellana</i>	A1 - A2			4,5-6,5
Biancospino	<i>Crataegus monogyna</i>	A1 - A2			5,5-8
Biancospino	<i>Crataegus oxyacantha</i>	A1 - A2			4,5-6,5
Ginestra dei carbonai	<i>Cytisus scoparius</i>	A1		X	3,5-5,5
Fusaggine-Berretta da prete	<i>Euonymus europaeus</i>	A1			5,5-8
Frangola	<i>Frangula alnus</i>	A1			4,5-6,5
Frassino	<i>Fraxinus excelsior</i>	A1 - A2	X	X	5,5-8
Ginestra spinosa	<i>Genista germanica</i>	A1 - A2		X	3-4,5
Ginestra minore-Ginestrella	<i>Genista tinctoria</i>	A1 - A2		X	3,5-5,5
Olivello spinoso	<i>Hippophae rhamnoides</i>	A1 - A2	X	X	5,5-8
Agrifoglio	<i>Ilex aquifolium</i>	A1 - A2			4,5-7,5
Maggiociondolo alpino	<i>Laburnum alpinum</i>	A2		X	4,5-7,5
Maggiociondolo	<i>Laburnum anagyroides</i>	A1 - A2		X	4,5-7,5
Larice	<i>Larix decidua</i>	A2 - A3		X	4,5-7,5
Citiso scuro	<i>Lembotropis nigricans</i>	A1 - A2		X	4,5-7,5
Ligustro	<i>Ligustrum vulgare</i>	A1			5,5-8
Caprifoglio	<i>Lonicera xylosteum</i>	A1 - A2		X	4,5-6,5

²¹ BERNARDONI A. E CASALE F. (a cura di), 2000. *Zone umide d'acqua dolce. Tecniche e strategie di gestione della vegetazione palustre* (Ostiglia, 15 maggio 1999). Quaderni Ris. Nat. Paludi Ostiglia, 1.

Abete rosso	<i>Picea abies</i>	A3			Indiff.
Pino mugo	<i>Pinus mugo</i>	A2 - A3		X	Indiff.
Pino silvestre	<i>Pinus sylvestris</i>	A1 - A2 - A3		X	Indiff.
Pino uncinato	<i>Pinus uncinata</i>	A2 - A3		X	Indiff.
Pioppo bianco	<i>Populus alba</i>	A1	X	X	5,5-8
Pioppo nero	<i>Populus nigra</i>	A1 - A2	X	X	5,5-8
Pioppo tremolo	<i>Populus tremula</i>	A1 - A2	X	X	4,5-6,5
Ciliegio selvatico	<i>Prunus avium</i>	A1 - A2	X	X	4,5-6,5
Ciliegio canino	<i>Prunus mahaleb</i>	A1 - A2		X	5,5-8
Pado	<i>Prunus padus</i>	A1			5,5-8
Prugnolo	<i>Prunus spinosa</i>	A1 - A2	X	X	5,5-8
Cerro	<i>Quercus cerris</i>	A1 - A2			4,5-7,5
Rovere	<i>Quercus petraea</i>	A1 - A2			Indiff.
Roverella	<i>Quercus pubescens</i>	A1		X	5,5-8
Farnia	<i>Quercus robur</i>	A1 - A2			Indiff.
Spino cervino	<i>Rhamnus cathartica</i>	A1 - A2			5,5-8
Uva spina	<i>Ribes uva-crispa</i>	A1 - A2			4,5-6,5
Rosa selvatica	<i>Rosa arvensis</i>	A1 - A2		X	5,5-8
Rosa canina	<i>Rosa canina</i>	A1 - A2		X	5,5-8
Salice bianco	<i>Salix alba</i>	A1 - A2	X	X	4,5-6,5
Salice stipolato	<i>Salix appendiculata</i>	A1 - A2	X	X	>6,5
Salice seghettato	<i>Salix breviserrata</i>	A2 - A3 - A4		X	4,5-7,5
Salicone	<i>Salix caprea</i>	A1 - A2	X	X	4,5-6,5
Salice cenerino	<i>Salix cinerea</i>	A1	X	X	4,5-6,5
Salice dafnoide	<i>Salix daphnoides</i>	A2 - A3	X	X	5,5-8
Salice di ripa	<i>Salix eleagnos</i>	A1 - A2	X	X	5,5-8
Salice fetido	<i>Salix foetida</i>	A2 - A3		X	4,5-7,5
Salice astato	<i>Salix hastata</i>	A2 - A3	X	X	4,5-7,5
Salice di Svizzera	<i>Salix helvetica</i>	A3 - A4		X	3,5-5,5
Salice rosso	<i>Salix purpurea</i>	A1 - A2	X	X	4,5-6,5
Salice da ceste	<i>Salix triandra</i>	A1 - A2	X	X	5,5-8
Salice da vimini	<i>Salix viminalis</i>	A1 - A2	X	X	5,5-8
Sambuco rosso	<i>Sambucus racemosa</i>	A2 - A3			4,5-7,5
Sorbo montano	<i>Sorbus aria</i>	A1 - A2			4,5-6,5
Sorbo degli uccellatori	<i>Sorbus aucuparia</i>	A2 - A3			3,5-5,5
Ginestra comune	<i>Spartium junceum</i>	A1		X	4,5-7,5
Tiglio selvatico	<i>Tilia cordata</i>	A1 - A2	X		5,5-6,5
Olmo montano	<i>Ulmus glabra</i>	A1 - A2	X		4,5-6,5
Olmo campestre	<i>Ulmus minor</i>	A1 - A2	X		5,5-8
Lantana	<i>Viburnum lantana</i>	A1 - A2			5,5-8
Palla di neve	<i>Viburnum opulus</i>	A1			4,5-6,5

3 - L'AMBIENTE ACQUATICO

Le indicazioni di carattere generale sopra descritte impongono caratteristiche morfometriche che consentono la predisposizione di un adeguato “arredo” dell'ambiente francamente acquatico. In altri termini è possibile proporre strutture capaci di migliorare le condizioni atte all'affermazione di un'idrofauna ricca e diversificata, oltre a favorire la presenza di altri animali che utilizzano le zone umide quali ambienti particolarmente produttivi (dal punto di vista trofico). L'efficacia di tali strutture è inoltre enfatizzata dall'attenzione dei progettisti botanici nella scelta e nella collocazione dei vegetali; questi infatti costituiscono il livello trofico di base di tutto l'ecosistema acquatico in progetto.

Tab. 2 - Elenco delle specie utilizzabili per le zone umide adatte per le acque correnti, per quelle stagnanti e per le bordure umide. Sono segnalate le specie reperibili in vivaio.

Famiglia	Nome volgare	Nome scientifico	acque correnti	acque stagnanti	bordure umide	reperibili vivaio
Alismataceae	Mestolaccia lanceolata	<i>Alisma lanceolatum</i>		X	X	
	Mestolaccia (Piantaggine acquatica)	<i>Alisma plantago-aquatica</i>		X	X	X
<i>Umbelliferae</i>	Sedano d'acqua	<i>Apium nodiflorum</i>	X			
<i>Butomaceae</i>	Giunco fiorito	<i>Butomus umbellatus</i>		X	X	X
Graminaceae	Scagliola palustre	<i>Typhoides arundinacea</i>			X	
	Panico acquatico	<i>Paspalum paspaloides</i>			X	
	Cannuccia di palude	<i>Phragmites australis</i>			X	X
	Gramignone natante	<i>Glyceria fluitans</i>	X			
	Gramignone maggiore	<i>Glyceria maxima</i>			X	
	Cannella delle paludi	<i>Calamagrostis epigejos</i>			X	
	Cannella spondicola	<i>Calamagrostis pseudophragmites</i>			X	
<i>Callitrichaceae</i>	Gamberaia comune	<i>Callitriche palustris</i>	X			
	Gamberaia maggiore	<i>Callitriche stagnalis</i>	X			
<i>Ceratophyllaceae</i>	Ceratofillo comune	<i>Ceratophyllum demersum</i>	X	X		
	Ceratofillo sommerso	<i>Ceratophyllum submersum</i>	X	X		
<i>Onagraceae</i>	Garofano di palude	<i>Epilobium palustre</i>			X	
<i>Equisetaceae</i>	Equiseto invernale	<i>Equisetum hiemale</i>			X	
	Coda di cavallo palustre	<i>Equisetum palustre</i>			X	X
	Equiseto massimo	<i>Equisetum telmateia</i>			X	
<i>Rosaceae</i>	Olmara	<i>Filipendula ulmaria</i>			X	X
<i>Rubiaceae</i>	Caglio delle paludi	<i>Galium palustre</i>			X	
<i>Theligonaceae</i>	Coda di cavallo acquatica	<i>Hippuris vulgaris</i>		X		
<i>Hydrocharitaceae</i>	Scargia	<i>Stratiotes aloides</i>		X		X
	Morso di rana	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	X	X		X
<i>Iridaceae</i>	Giaggiolo acquatico	<i>Iris pseudacorus</i>			X	X
<i>Cyperaceae</i>	Lisca lacustre	<i>Scheonoplectus lacustris</i>		X	X	
	Lisca mucronata (Giunco di palude)	<i>Schoenoplectus mucronatus</i>		X	X	
	Giunchetto comune	<i>Holoschoenus vulgaris</i>			X	
	Lisca marittima	<i>Bolboschoenus maritimus</i>		X		
	Pennacchi a foglie strette	<i>Eriophorum angustifolium</i>		X	X	X
	Pennacchi a foglie larghe	<i>Eriophorum latifolium</i>		X	X	X

	Pennacchi di Scheuchzer	<i>Eriophorum scheuchzeri</i>		X	X	
	Panicastrella di palude	<i>Cladium mariscus</i>			X	
	Zigolo ferrugineo	<i>Cyperus glomeratus</i>			X	
	Zigolo comune	<i>Cyperus longus</i>			X	
	Zigolo tardivo	<i>Cyperus serotinus</i>			X	
	Giunchina comune	<i>Eleocharis palustris</i>			X	
	Carice tagliente	<i>Carex acutiformis</i>			X	
	Carice spondicola	<i>Carex elata</i>			X	
	Carice falso cipero	<i>Carex pseudocyperus</i>			X	X
	Carice delle ripe	<i>Carex riparia</i>			X	X
	Carice rigonfia	<i>Carex rostrata</i>			X	
	Carice vescicosa	<i>Carex vesicaria</i>			X	
<i>Juncaceae</i>	Giunco nodoso	<i>Juncus articulatus</i>			X	
	Giunco comune	<i>Juncus effusus</i>			X	X
	Giunco filiforme	<i>Juncus filiformis</i>			X	
	Giunco tenace	<i>Juncus inflexus</i>			X	
<i>Lemnaceae</i>	Lente d'acqua maggiore	<i>Spirodela polyrrhiza</i>		X		
	Lenticchia d'acqua spugnosa	<i>Lemna gibba</i>		X		
	Lenticchia d'acqua comune	<i>Lemna minor</i>		X		X
	Lenticchia d'acqua spatolata	<i>Lemna trisulca</i>		X		X
<i>Labiatae</i>	Betonica	<i>Stachys palustris</i>			X	X
	Menta acquatica	<i>Mentha aquatica</i>	X		X	X
	Erba-sega comune	<i>Lycopus europaeus</i>			X	
<i>Primulaceae</i>	Erba scopina	<i>Hottonia palustris</i>		X		X
	Lino d'acqua	<i>Samolus valerandi</i>			X	
	Mazza d'oro (Cruciata maggiore)	<i>Lysimachia vulgaris</i>			X	
<i>Lythraceae</i>	Salcerella o Salicaria	<i>Lythrum salicaria</i>			X	X
<i>Menyanthaceae</i>	Trifoglio fibrino	<i>Menyanthes trifoliata</i>		X	X	X
<i>Boraginaceae</i>	Non ti scordar di me palustre	<i>Myosotis scorpioides</i>			X	
<i>Halagaraceae</i>	Millefoglio d'acqua comune	<i>Myriophyllum spicatum</i>		X		X
	Millefoglio d'acqua ascellare	<i>Myriophyllum verticillatum</i>		X		
<i>Najadaceae</i>	Ranocchina maggiore	<i>Najas marina</i>		X		
	Ranocchina minore	<i>Najas minor</i>		X		
<i>Cruciferae</i>	Crescione di Chiana	<i>Rorippa amphibia</i>			X	

	Crescione	<i>Nasturtium officinale</i>	X			X
<i>Nymphaeaceae</i>	Ninfea gialla (Nannufaro)	<i>Nuphar luteum</i>		X		X
	Ninfea bianca	<i>Nymphaea alba</i>		X		X
<i>Polygonaceae</i>	Poligono anfibio	<i>Polygonum amphibium</i>		X		X
	Pepe d'acqua	<i>Polygonum hydropiper</i>		X	X	
	Poligono minore	<i>Polygonum minus</i>		X	X	
<i>Potamogetonaceae</i>	Brasca a foglie opposte	<i>Groenlandia densa</i>		X		
	Brasca increspata (Lattuga ranina)	<i>Potamogeton crispus</i>	X			X
	Brasca ingrossata	<i>Potamogeton gramineus</i>	X			
	Brasca trasparente	<i>Potamogeton lucens</i>	X	X		X
	Brasca comune	<i>Potamogeton natans</i>		X		X
	Brasca nodosa	<i>Potamogeton nodosus</i>	X			
	Brasca delle lagune	<i>Potamogeton pectinatus</i>	X	X		
	Brasca arrotondata	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	X	X		
	Brasca palermitana	<i>Potamogeton pusillus</i>	X	X		
	Brasca capillare	<i>Potamogeton trichoides</i>		X		
<i>Ranunculaceae</i>	Caltha palustre	<i>Caltha palustris</i>	X		X	X
	Ranuncolo acquatico	<i>Ranunculus aquatilis</i>		X		X
	Ranuncolo fluitante	<i>Ranunculus fluitans</i>	X			
	Ranuncolo strisciante	<i>Ranunculus repens</i>			X	
	Ranuncolo a foglie capillari	<i>Ranunculus trichophyllus</i>	X			
<i>Salviniaceae</i>	Erba pesce	<i>Salvinia natans</i>		X		X
<i>Solanaceae</i>	Dulcamara (Vite selvatica)	<i>Solanum dulcamara</i>			X	X
<i>Sparganiaceae</i>	Coltellaccio a fusto semplice	<i>Sparganium emersum</i>			X	
	Sala (Stiancia/Coltellaccio maggiore)	<i>Sparganium erectum</i>		X	X	X
<i>Caryophyllaceae</i>	Centocchio dei rivi	<i>Stellaria alsine</i>			X	
<i>Thelypteridaceae</i>	Felce palustre	<i>Thelypteris palustris</i>			X	X
<i>Trapaceae</i>	Castagna d'acqua	<i>Trapa natans</i>		X		X
	Lisca a foglie strette	<i>Typha angustifolia</i>		X	X	
	Mazzasorda maggiore (Lisca magg.)	<i>Typha latifolia</i>			X	X
<i>Scrophulariaceae</i>	Graziella (Sanca-cavalli)	<i>Gratiola officinalis</i>			X	
	Beccabunga grossa (Crescione)	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	X	X		
	Veronica beccabunga (Erba Grassa)	<i>Veronica beccabunga</i>	X	X		X
<i>Zannichelliaceae</i>	Zannichellia	<i>Zannichellia palustris</i>	X	X		

Come già affermato le soluzioni possono essere assai numerose. In linea di massima si utilizzano materiali naturali, quali massi di grandi dimensioni, tronchi, fascine di rami,... o anche artificiali, quali prismi di cemento, mattoni forati,... (purchè collocati in modo da restare sommersi anche durante i minimi idrologici per ovvi motivi estetici), da collocare sui fondali al fine di creare il maggior numero di rifugi e caratterizzati dalle dimensioni più variabili. È soprattutto in corrispondenza delle sponde che si possono ottenere i migliori risultati in termini di diversificazione dei microambienti, soprattutto di quelle caratterizzate da maggiore pendenza o in generale di quelle non interessate dalla previsione di sviluppo massivo della vegetazione acquatica. Non è possibile fornire precisi parametri di riferimento, perché molto dipende dalla fantasia e dall'esperienza dei progettisti (coadiuvati da naturalisti idrobiologi e/o ittiologi). Si preferisce invece presentare alcune soluzioni già utilizzate per progettazioni di recupero ambientale relative a bacini di medie dimensioni e che possono essere riproposte in numerosi altri casi.

La **fig. 3** rappresenta una sponda progettata per un lago di cava. In corrispondenza di essa risulta la massima profondità dello stagno (6 m in fase di massimo idrologico); alla sua base (per un'altezza di un metro dal fondale) sono presenti massi caoticamente disposti. Per uno sviluppo di circa 2,8 m verso l'alto sono disposte **serie di tubi**, parzialmente ripieni di sabbia e ciottoli. Un ultimo "strato" di materiale eterogeneo (parte di quello di esubero risultante dall'attività di cava) consente il raccordo con l'ambiente aereo retrostante, fittamente vegetato con arbusti ed erbe, con rami liberi di crescere e svilupparsi fino ad immergersi in acqua ed a formare un complicato "intrico" vegetale inaccessibile (adatto alla riproduzione delle specie ittiche fitofile, es. persico reale). Non si esclude la possibilità di disporre alcuni tronchi (e rami connessi) con base appoggiata alla riva e coricati sull'acqua (come se fossero piante cadute dalla riva) a fornire ulteriori ripari per i pesci ed a conferire al paesaggio caratteristiche più naturali.

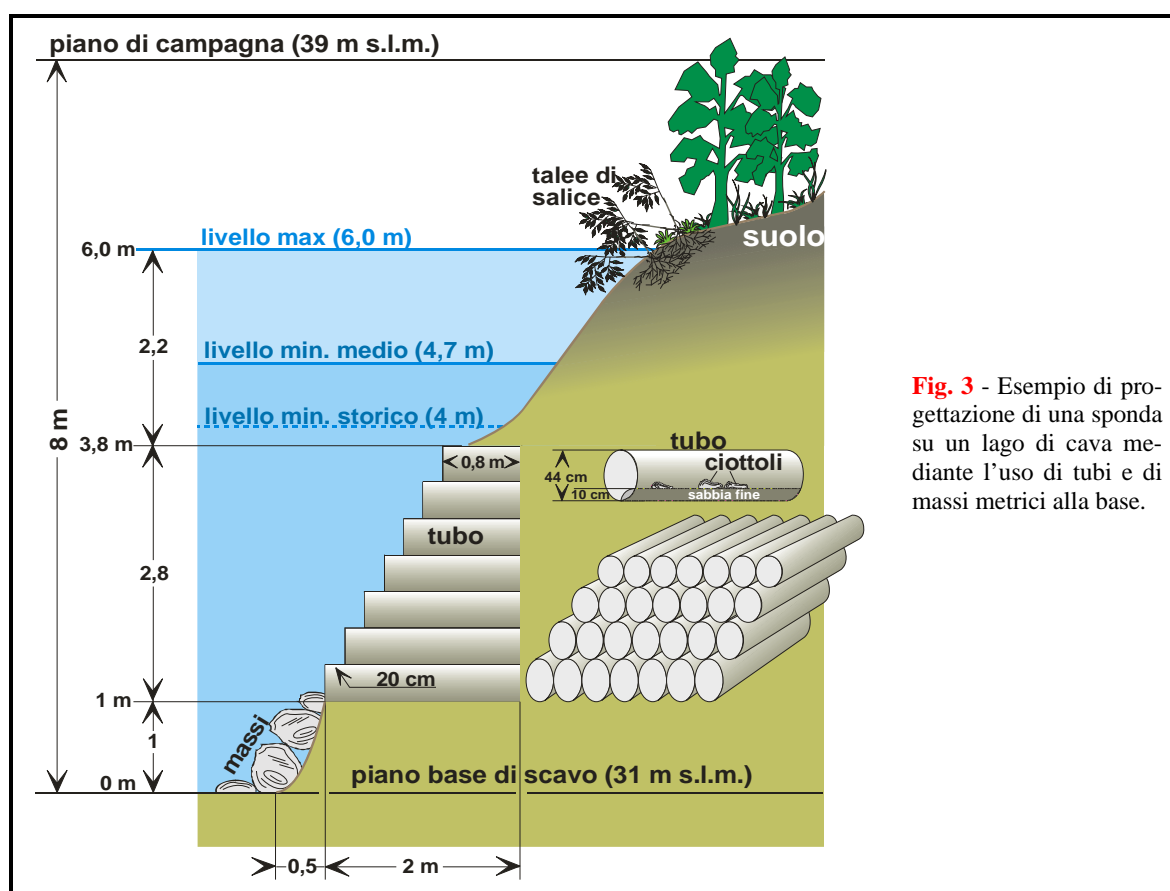
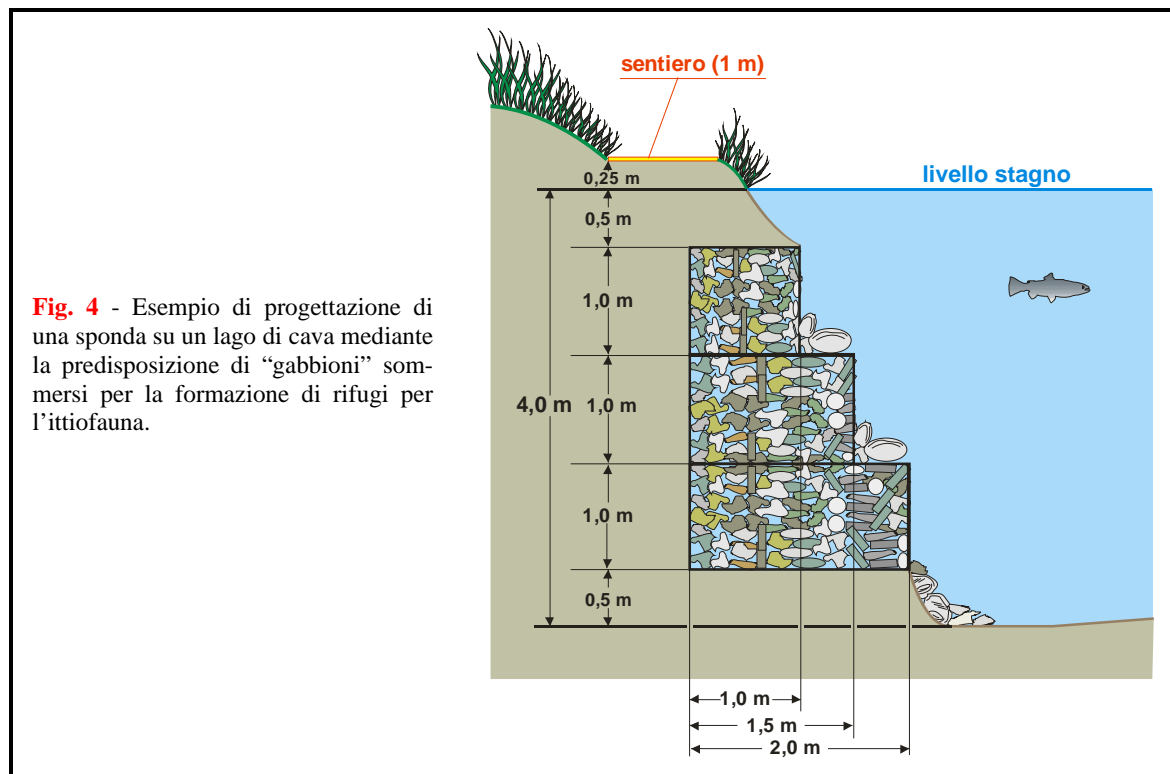


Fig. 3 - Esempio di progettazione di una sponda su un lago di cava mediante l'uso di tubi e di massi metrici alla base.

I massi e i tubi, ben ombreggiati dalla fitta vegetazione soprastante, costituiscono ottimi rifugi per i pesci. Le dimensioni dei tubi possono essere diverse da quelle indicate, ma è importante tenere conto del livello minimo idrometrico, allo scopo di garantire, anche in occasione dei minimi idrometrici, la sommersione (e quindi l'invisibilità) di tali strutture. L'esempio rappresentato riguarda un tratto di sponda fittamente vegetato, inaccessibile alla fruizione e particolarmente adatto alla fauna.

La **fig. 4**, diversamente dalla precedente, illustra una situazione accessibile alla fruizione ed alla pesca sportiva. La predisposizione di rifugi per l'ittiofauna avviene mediante il posizionamento di **gabbioni**, reti metalliche, di altezza pari ad un metro, riempiti con ghiaia. Gli interstizi fra i ciottoli sono sfruttati dai pesci. Nel caso rappresentato sono previste tre file di gabbioni (per una altezza totale di 3 m); quella di base con granulometria più grossolana e quella più alta con ghiaia più minuta. Risultano "scalini" larghi 0,5 m, sui quali sono appoggiati massi di varie dimensioni, sia per aumentare la disponibilità di rifugi, sia per mascherare le gabbie nelle situazioni caratterizzate da elevata trasparenza dell'acqua.

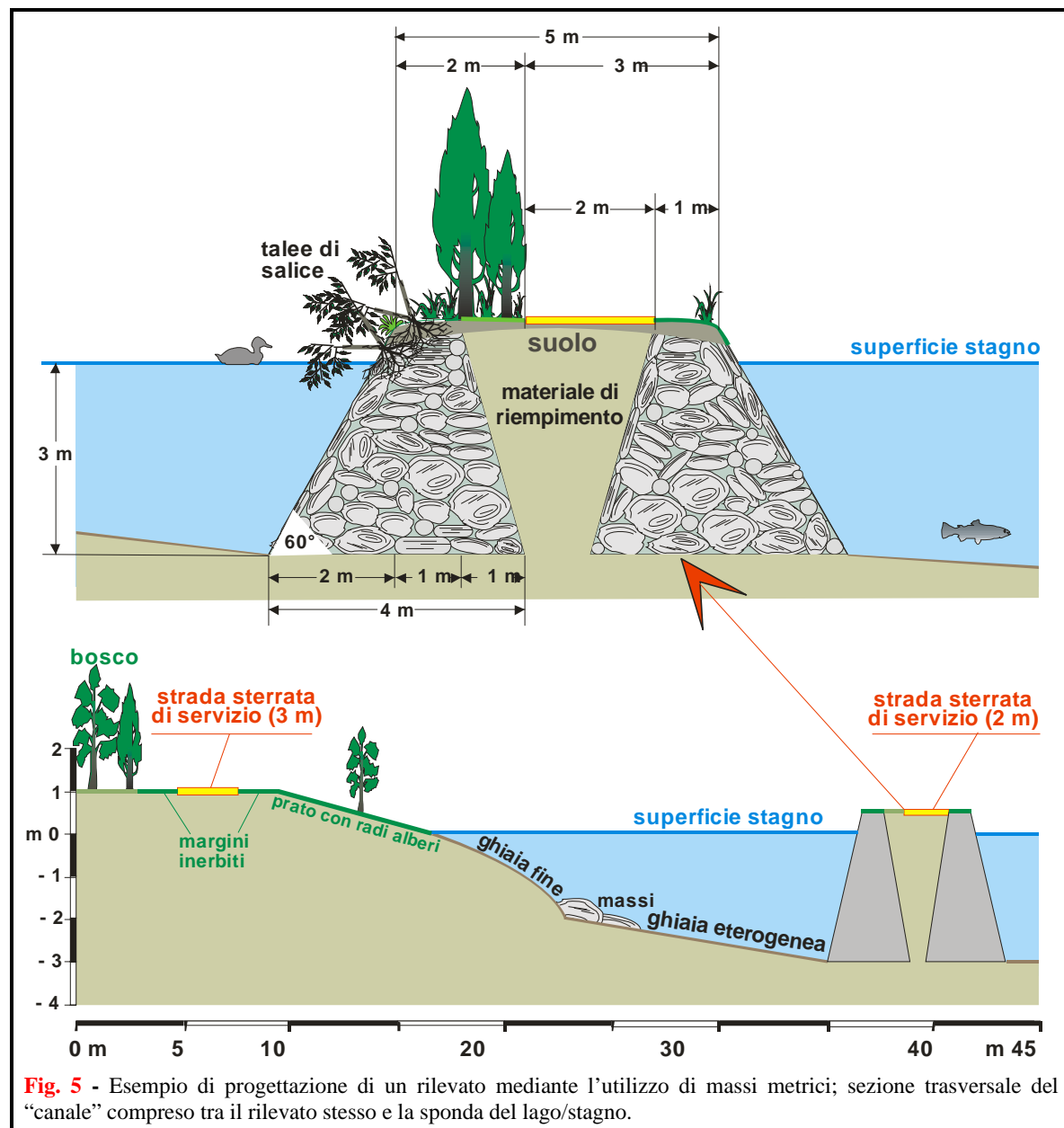


Al piede della scarpata della sponda sono collocati altri massi, mentre alla sommità vi è mezzo metro di spazio per predisporre un raccordo in terra che emerge fuori acqua a formare una stretta fascia inerbita. L'accesso è facilitato da un sentiero largo 1 metro (in terra battuta, in ghiaia o lastricato). La porzione di terreno retrostante è un prato con radi alberi, adatto alla fruizione ed alla organizzazione di attività varie.

La **fig. 2** illustra un esempio di progetto che ha previsto, allo scopo di aumentare l'indice di sinuosità, la realizzazione di un rilevato (a forma di "U"). Si tratta di una tecnica molto utile, in quanto consente di incrementare, in misura notevole, l'estensione degli ambienti ripari, generalmente capaci di garantire una maggiore ricchezza biologica della zona umida. È evidente che simili strutture possono essere realizzate in corrispondenza delle porzioni di lago caratterizzate da modeste profondità; in particolare vanno raccomandate per quelle precedentemente siglate con A_{6m} (con profondità massima di 6 m). Si possono realizzare anche mediante semplici cumuli di terra, ma soltanto nei casi in cui si esclude l'accesso alle persone. Allo scopo di aumentare la stabilità e soprattutto per creare situazioni adatte all'idrofauna, conviene fare ricorso a soluzioni che richiedono l'utilizzo di materiali diversi, quali gabbioni (**fig. 4**) o massi (**fig. 5**). Il rilevato (**fig. 5**) può essere realizzato mediante una doppia cornice di massi giustapposti a sezioni pseudotriangolari e con inclinazione esterna di circa 60°. L'uso dei massi, senza materiali interstiziali, oltre a consentire un'ottima stabilità del rilevato, permette l'esistenza di numerosi rifugi per l'ittiofauna, dalle dimensioni molto variabili. Lo spazio fra le due cornici viene riempito con materiale detritico vario (per es. parte di quello risultante dallo scavo e provvisoriamente accantonato). La superficie del rilevato, emergente dall'acqua per circa 0,5 m, risulta complessivamente larga 5 m, longitudinalmente così divisa:

- una fascia larga 1 m verso l'interno (sinistra) vegetata con arbusti (es. salici);
- una fascia larga 1 m fittamente vegetata con filare di alberi (es. ontani e salici);

- una strada sterrata di servizio/fruizione larga 2 m;
- una fascia larga 1 m verso l'esterno (destra) inerbita ed accessibile.



La sezione del “canale” compresa tra la sponda ed il rilevato (**fig. 5**) presenta una larghezza pari a circa 20 m, sufficiente per le esigenze della pesca sportiva; il canale risulta con profondità degradante (“spiaggia” relativamente ripida, ~ 30 °) con fondale costituito da ghiaia fine in corrispondenza della sponda e con la profondità massima (3 m) in corrispondenza del rilevato, con granulometria più grossolana. Il lato del rilevato che si affaccia sulla sponda è fittamente vegetato, tale da impedire (quando è presente il fogliame) la visuale verso il largo; la fitta vegetazione è prevista con rami e fogliame che si spingono fino a “bagnarsi” nell’acqua, ombreggiando il sottosponda e favorendo ulteriormente la formazione di rifugi per la fauna; per l’osservatore deve risultare l’impressione di trovarsi di fronte ad una sorta di canale, apparentemente non connesso con la restante porzione dello stagno. La sponda è facilmente accessibile e corrisponde ad un’area con alberi radi ed abilitata alla fruizione ed alla pesca sportiva (che può attuarsi anche con “stivali in acqua” per la morfologia degradante sopra descritta).

specie acquatiche e palustri vengono vendute principalmente da vivai specializzati e che quindi è stato possibile elencare un certo numero di specie, ma che non si esclude la possibilità di reperirne altre. L'elenco è stato preparato considerando solo le specie adatte alle zone umide e di cui si auspica l'utilizzo nei ripristini di tali ambienti. Non sono state elencate specie esotiche perché se ne sconsiglia l'utilizzo nei ripristini ambientali. Le specie rare non sono state appositamente inserite, per un duplice motivo: da una parte per evitarne il prelievo in natura al fine di ripristinare altre zone, dall'altra perché non vengano inserite nell'ambiente piante rare prese da vivaio e non geneticamente identiche a quelle presenti attualmente in Piemonte, perché provenienti da altre regioni o frutto di incroci varietali.

L'elenco pone l'attenzione sull'ambiente in cui ciascuna specie vive, per indicarne l'uso più corretto. Il lavoro di ripristino deve sempre cercare di ricostruire, ove possibile, comunità vegetali simili a quelle naturali, che raggiungano in tempi brevi la stabilità e per le quali siano ridotte le necessità di manutenzione. Il rispetto di queste indicazioni è ancora più importante negli habitat acquatici e palustri nei quali le condizioni ambientali variano anche in spazi molto ristretti.

Alcuni materiali da utilizzare si possono trovare in vivaio o si possono prelevare in zone umide analoghe e vicine alla zona oggetto di studio, in cui siano molto abbondanti, qualora si tratti di specie caratterizzate da moltiplicazione vegetativa. Per le piante prese in vivaio si raccomanda di evitare l'uso di cultivar prodotte a scopo ornamentale (es. *Nimphaea* sp., *Iris* sp.,...). Nel caso di ambienti umidi di media o alta quota, caratterizzati da equilibri particolarmente fragili, poichè sono presenti tipi vegetazionali e specie molto varie a seconda delle condizioni ambientali e della vegetazione circostante, si indica la necessità di limitare al massimo gli interventi e di utilizzare per i ripristini specie già preesistenti nella zona.

5 - ITTIOFAUNA

Solitamente i progetti di ritanuralizzazione dei laghi/stagni prevedono anche l'utilizzo alieutico e quindi la presenza di una ricca ed articolata comunità ittica; ma la presenza di pesci è funzionale anche alla realizzazione di sistemi finalizzati alla valorizzazione naturalistica. Si tratta comunque di obiettivi non incompatibili, a condizione di subordinare le pratiche di pesca sportiva alle esigenze di corretta gestione degli ambienti acquatici.

La gestione di un lago di cava, inteso come “*bacino di pesca*”, potrebbe indirizzare verso il massimo sfruttamento di un ambiente in termini di densità e biomassa ittica sostenibili, capace di soddisfare le esigenze di catturabilità dei pescatori. Si tratta di un problema di non poco conto in quanto, in generale, un qualunque ambiente acquatico, per essere ricco di pesce, deve presentare una elevata produttività; tale caratteristica deve quasi sempre essere accompagnata da livelli di trofia capaci di sostenere la catena alimentare. Escludendo le tipologie ambientali quali stagni e paludi (quasi sempre eutrofici per definizione) e considerando quelle più frequenti (laghi di cava intersecanti i sistemi di falda), occorre evitare l'instaurarsi di situazioni di eutrofia, incompatibili rispetto alle esigenze di conservazione dei livelli di qualità delle acque connesse con le risorse idriche sotterranee. Quindi appare evidente come debba, ad esempio, essere evitata qualsiasi forma di alimentazione artificiale, in quanto potrebbe contribuire all'incremento del livello trofico del bacino. Parimenti, dal punto di vista della gestione delle modalità della pesca, sarebbe opportuno prevedere limiti all'uso di pasture (per esempio non più di 500 g/pescatore/giorno), pericolosi “fertilizzanti” quando usati in quantità eccessiva. Molti bacini di pesca sono stati eutrofizzati anche a causa delle notevoli immissioni di sostanze organiche connesse alle attività alieutiche. In linea di massima comunque si ritiene che le attività alieutiche interessanti il bacino siano generalmente compatibili con gli interventi di recupero ambientale. Ciò a condizione che le eventuali immissioni di pesci nel lago di cava siano effettuate con particolare cautela, evitando il ricorso a specie alloctone e privilegiando quelle tipiche delle acque stagnanti e capaci di formare popolazioni stabili, riducendo quindi la necessità di frequenti immissioni (**tab. 3**).

Per quanto attiene i salmonidi occorre considerare l'importante limite della temperatura massima estiva che non deve, per tali pesci, superare il limite di 18 °C in superficie; per valori superiori emergono evidenti situazioni di stress e quindi la morte. Il lago tuttavia potrebbe presentare anche notevoli profondità; presso i fondali le acque potrebbero risultare più “fresche”, ma potrebbero risultare inospitali in condizioni di eutrofia in quanto, presso il fondo, potrebbe risultare una minore concentrazione di ossigeno disciolto. Eventuali immissioni, escludendo possibilmente i mesi di luglio e agosto, garantirebbero maggiore

successo con la trota iridea²², specie rispetto alla quale non esistono problemi per quanto riguarda la questione dell'adattamento di entità zoologiche alloctone.

Tab. 3 - Elenco specie ittiche (interessanti ai fini alieutica e/o per il recupero ambientale) per le immissioni nei laghi/stagni. O : specie esotica (E) e specie indigena (I).			
<i>Genere specie sottospecie</i>	denomin. volgare	O	GESTIONE e PROBLEMI
<i>Micropterus salmoides</i>	persico trota	E	L'introduzione di tali specie comporta un'alta probabilità di formazione di popolazioni stabili, ma porrebbe seri problemi per una forte interazione negativa con le popolazioni delle altre specie. In qualsiasi caso si tratta di specie esotiche, estranee alla fauna tipica del territorio nazionale. Immissioni da non effettuare.
<i>Lepomis gibbosus</i>	persico sole		
<i>Ictalurus melas</i>	pesce gatto		
<i>Carassius carassius</i>	carassio comune		
<i>Carassius auratus</i>	pesce rosso		
<i>Ictalurus melas</i>	pesce gatto		
<i>Salvelinus fontinalis</i>	salmerino di fonte	E	Possibilità nulle di formazione di popolazioni stabili (ripetute immissioni per il mantenimento delle popolazioni). Rischio elevato di morie nel periodo estivo per le temperature elevate dell'acqua (quando superiori a 20 °C). Per il temolo la sopravvivenza è molto dubbia anche nella stagione fredda. Per i salmerini vi sono possibilità di formazione di popolazioni stabili nei laghi alpini (con acque fredde o relativamente fredde anche in estate), ma si tratta di specie esotiche che non andrebbero utilizzate. Immissioni da non effettuare.
<i>Salvelinus alpinus</i>	salmerino alpino		
<i>Salmo trutta trutta</i>	trota fario		
<i>Thymallus thymallus</i>	temolo	I	Possibilità nulle di formazione di popolazioni stabili (necessarie ripetute immissioni per il mantenimento della popolazione). Rischio moderato di morie nel periodo estivo a causa delle temperature elevate dell'acqua (quando superiori a 25 °C). Immissioni sconsigliate.
<i>Salmo [trutta] marmoratus</i>	trota marmorata		
<i>Cottus gobio</i>	scazzone		
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	trota iridea	E	Possibilità nulle di formazione di popolazioni stabili (necessarie ripetute immissioni per il mantenimento della popolazione). Rischio moderato di morie nel periodo estivo a causa delle temperature elevate dell'acqua (quando superiori a 25 °C). Immissioni sconsigliate.
<i>Barbus meridionalis</i>	barbo canino	I	Possibilità nulle di formazione di popolazioni stabili (necessarie ripetute immissioni per il mantenimento della popolazione). Rischio moderato di morie nel periodo estivo a causa delle temperature elevate dell'acqua (quando superiori a 25 °C). Immissioni sconsigliate.
<i>Barbus plebejus</i>	barbo		Possibilità nulle di formazione di popolazioni stabili a causa di assenza di acque correnti, necessarie per la riproduzione (sicuramente necessarie ripetute immissioni per il mantenimento della popolazione). Immissioni sconsigliate.
<i>Chondrostoma genei</i>	lasca		Possibilità nulle di formazione di popolazioni stabili a causa di assenza di acque correnti, per la riproduzione (necessarie ripetute immissioni per il mantenimento della popolazione). Immissioni sconsigliate.

²² In pratica, rispetto alla coerenza circa l'autoctonia delle specie da utilizzare, si tratta dell'unico salmonide che potrebbe essere utilizzato per le immissioni. Ciò ovviamente non in quanto autoctono, ma perché quasi certamente incapace di riprodursi autonomamente e quindi di "inquinare" gli ambienti acquatici naturali. Una parte delle trote iridee immesse verrebbe catturata, mentre gli individui non recuperati "invecchierebbero" senza riprodursi e nel momento in cui tali immissioni venissero sospese, nel giro di poco tempo le trote immesse scomparirebbero. Occorre precisare, a questo proposito, che l'utilizzo di specie alloctone, anche in bacini artificiali non connessi con il reticolo idrografico, rappresenta sempre una pratica "pericolosa"; in molti casi per esempio, a causa delle esondazioni, vengono coinvolti i bacini realizzati nelle fasce di pertinenza fluviale (la maggior parte di quelli attualmente esistenti), con conseguente rischio di passaggi di fauna ittica dai fiumi ai laghi di cava e viceversa.

<i>Cyprinus carpio</i>	carpa	E	Specie interessanti per la pesca sportiva. Alta probabilità di formazione di popolazioni stabili (quasi certa per la carpa, cavedano e tinca; molto probabile per luccio e persico, in funzione dell’arredamento delle zone ad acque stagnanti mediante l’utilizzo di vegetali adatti). Immissioni consigliate.
<i>Esox lucius</i>	luccio	I	
<i>Leuciscus cephalus</i>	cavedano		
<i>Tinca tinca</i>	tinca		
<i>Perca fluviatilis</i>	pesce persico		
<i>Cobitis tenia</i>	cobite	I	Specie interessanti ai fini della diversità biologica (interesse didattico e divulgativo). Possibile formazione di popolazioni stabili (la ricostruzione di numerose tipologie ambientali nello stagno/lago in progetto favorisce la riproduzione spontanea con buona probabilità; in caso di insuccesso delle prime immissioni, conviene sospendere i tentativi). Immissioni consigliate.
<i>Gobio gobio</i>	gobione		
<i>Padogobius martensi</i>	ghiozzo padano		
<i>Leuciscus souffia</i>	vairone		
<i>Alburnus alburnus albor.</i>	alborella	I	Specie interessanti ai fini della diversità biologica (modesto interesse alieutico). Alta probabilità di formazione di popolazioni stabili. Qualche rischio per il “nanismo”. Immissioni consigliate (ma con prudenza).
<i>Scardinius erythrophthal.</i>	scardola		
<i>Rutilus erythrophthalmus</i>	triotto		

Il problema più importante consiste nell'evitare assolutamente immissioni di pesci appartenenti a specie alloctone. L'introduzione negli ambienti in oggetto di elementi alloctoni (capaci di insediarsi definitivamente) è da considerare pericolosa ed inopportuna, oltre ad essere evidentemente contraddittoria rispetto a quanto previsto da una corretta gestione della fauna.

Il rischio di introduzione di specie ittiche infestanti è talmente serio da compromettere le attività di recupero ambientale. In primo luogo occorre ribadire il fatto che qualunque immissione comporta comunque rischi di introduzioni indesiderate. Come l'esperienza purtroppo insegna, sono molto numerosi i casi di immissioni, spesso involontarie, di carassi frammisti a carpe o di pseudorasbore frammiste ad alborelle. Inoltre molto frequentemente vengono effettuate immissioni senza controlli sanitari, con rischi di diffusione di patologie anche nei confronti delle popolazioni ittiche preesistenti. In sintesi è bene ridurre al minimo i cosiddetti "ripopolamenti", specialmente quelli con "pesce bianco" (*Cyprinidae*), cercando modalità alternative per garantire una buona produzione e quindi un minimo di "soddisfazione" per il cestino dei pescatori.

Alla luce delle precedenti considerazioni, si ritiene di suggerire alcune modalità di gestione. In una prima fase occorre effettuare immissioni con le specie elencate nella **tab. 3**, se non sono già presenti con popolazioni stabili (alla luce di quanto indagato in sede di studio di valutazione di impatto) nei casi, molto frequenti di laghi preesistenti o interessati da progetti di ampliamento delle attività. Lo scopo è quello di favorire l'acclimatazione del maggior numero di specie potenzialmente adatte, in modo da favorire l'occupazione di tutte le nicchie disponibili; in tal modo, inoltre, un maggior numero di specie potrà rendere più "accattivante" l'attività alieutica. A questo proposito è importante la collaborazione di un naturalista ittologo di provata competenza, soprattutto per garantire il preciso e corretto riconoscimento delle specie.

Una volta raggiunto l'obiettivo di introduzione delle specie ritenute compatibili con l'ambiente e verificata la loro "tenuta" (sopravvivenza, riproduzione ed accrescimento naturali), non dovrebbero risultare necessarie integrazioni successive; tale obiettivo sarebbe da ritenere quale condizione da subordinare alla concessione del lago di cava ad un qualunque soggetto gestore (solitamente una associazione di pesca).

In sintesi è possibile la gestione alieutica degli ambienti ad acque stagnanti artificiali e recuperati, a condizione che essa avvenga secondo precisi criteri naturalistici, capaci di garantire la massima diversità biologica, la riduzione ai minimi livelli di rischi circa l'introduzione di specie ittiche esotiche e di eventuali processi di utrofizzazione, il mantenimento di popolazioni ittiche stabili, diversificate e strutturate ed una buona produttività biologica naturale senza necessità di frequenti immissioni.