

Il recupero ambientale delle aree di cava lungo il fiume Po

Graziano Rossi¹, Valeria Dominione¹, Enrico Muzzi², Ivo Fresia³, Giorgio Neri⁴, Francesco Ravaglia⁴, Gabriele Virgili⁴, Chiara Spotorno⁵, Pierluigi Viaroli⁵

1 Università degli Studi di Pavia, Dipartimento di Ecologia del Territorio, Via S. Epifanio, 14 - 27100 Pavia.

2 Università degli Studi di Bologna, Dipartimento di Colture Arboree, Viale Fanin 46 - 40127 Bologna.

3 Art Ambiente Risorse Territorio s.r.l., Strada Pietro Del Prato, 15a - 43100 Parma.

4 Ambiter s.r.l., Via Aurelio Nicolodi 5 - 43100 Parma.

5 Università degli Studi di Parma, Dipartimento di Scienze Ambientali, Viale G.P. Usberti 33A - 43100 Parma.

* *Referente per la corrispondenza: graziano.rossi@unipv.it*

Riassunto

La Regione Emilia-Romagna ha avviato uno studio per definire linee guida ufficiali da utilizzare per il recupero delle cave in ambito fluviale in un tratto omogeneo del fiume Po, che attraversa le province di Piacenza, Parma e Reggio Emilia. In parallelo, è stato avviato un progetto pilota nel quale le linee guida sono applicate alla riqualificazione ambientale di un sito di cava situato nel comune di Roccabianca (Parma). Si tratta di temi significativi perché investono contemporaneamente problemi di ricerca e di recupero e ricostruzione di ambienti degradati, per i quali mancano ancora conoscenze di base che consentano di individuare criteri e linee guida per una gestione sostenibile dell'attività estrattiva. Lo sviluppo delle linee guida è stato basato sui risultati di ricerche pregresse, svolte prevalentemente in alcuni laghi di cava e zone umide periferiche naturali, situati nello stesso ambito fluviale. Ciò ha permesso di delineare alcune significative connessioni funzionali tra processi ecosistemici (produzione e decomposizione, ciclo dei nutrienti, successione delle biocenosi) in rapporto alla variabilità dei parametri morfometrici ed idrologici. In parallelo, le conoscenze delle caratteristiche ecologiche nei tratti meno degradati del corso del fiume, ad esempio nei siti della Rete Natura 2000, hanno costituito un primo riferimento e hanno fornito modelli per la riqualificazione naturalistica degli ambienti sia acquatici che terrestri. Le linee guida contengono una serie di criteri e indicazioni riferibili a 1) prescrizioni per la sicurezza idraulica; 2) morfologia della cuvetta lacustre, profondità di scavo, connettività idraulica con il fiume e qualità delle acque; 3) recupero e ricostruzione di habitat acquatici e terrestri per la conservazione e lo sviluppo della diversità floristica e faunistica; 4) ricostruzione della connettività laterale tra alveo bagnato e piana golenale, 5) avvio della realizzazione di una rete ecologica fluviale, 6) identificazione di destinazioni d'uso ricreativo, turistico e agricolo-produttivo in chiave di sostenibilità ambientale.

PAROLE CHIAVE: linee guida / rinaturazione / attività estrattiva / laghi di cava / golena fluviale del Po

Guidelines for pit lake and quarry restoration in the Po river floodplain

The Emilia-Romagna Region (Italy) launched a project for implementing guidelines for quarry restoration in the Po river floodplain, in the provinces of Piacenza, Parma and Reggio Emilia. A pilot project was also started, in order to apply the guidelines for the restoration of a pit lake and the surrounding area in the Roccabianca municipality (Parma). Guideline implementation was based on previous studies of pit lakes and riverine wetlands, whose results highlighted ecosystem processes and their dependence on lake morphometry and river hydrology. Similarly, residual wetlands and natural terrestrial ecosystems in the flood plain were used as references for pristine conditions in order to restore aquatic and terrestrial habitats and to preserve and/or improve the local biodiversity. Overall, guidelines addressed the following issues: 1) hydraulic constraints to restoration projects and hydraulic safety; 2) lake morphology, depth, hydraulic connectivity with the river and water quality; 3) recovery and restoration of aquatic and terrestrial habitats and biodiversity; 4) restoration of lateral and longitudinal ecosystem connectivity; 5) implementation of the river ecological net; 6) identification and prioritization of recreational, touristic, agricultural uses in the context of a sustainable management of the river system.

KEY WORDS: guidelines / restoration / quarry / pit lake / floodplain / Po river / N-Italy

INTRODUZIONE

Nel contesto territoriale, l'importanza ecologica dei corsi d'acqua e delle aree riparie ad essi collegate supera di gran lunga la loro incidenza in termini di estensione superficiale, in quanto vi si svolgono processi rilevanti del ciclo idrologico e costituiscono veri e propri corridoi ecologici che interconnettono la rete di ecosistemi ad essi collegati (PINAY *et al.*, 2002). Nelle aree a forte pressione antropica, come la pianura Padana, i corsi d'acqua e le fasce riparie ad essi associate spesso rappresentano le uniche emergenze naturalistiche di qualche rilievo, in contesti ambientali in cui le componenti biologiche naturali sono fortemente impoverite dall'azione umana.

Negli ecosistemi fluviali, le interfacce tra le diverse componenti (acqua-sedimento, alveo bagnato-golena fluviale, ecc.) rappresentano zone critiche ad altissima reattività biologica ed ecologica (WETZEL, 1990). In un sistema integro, le zone di transizione sono costituite da fasce laterali con vegetazione che si sviluppa lungo gradienti di idrofilia e in cui avvengono i principali processi di trasformazione della materia organica e degli inquinanti (BARTOLI e VIAROLI, 2006). Una delle componenti biologiche fondamentali e maggiormente soggette a disturbo è qui costituita dalle comunità vegetali riparie, che a loro volta dipendono dalla connettività laterale e dalle condizioni idrologiche (BUNN e ARTHINGTON, 2002; NILSSON e SVEDMARK, 2002). Rispetto agli ambienti terrestri ed acquatici contigui, le zone riparie ospitano comunità vegetali composte da specie caratteristiche (vegetazione azonale) che spesso sostengono comunità animali caratterizzate da elevate densità e notevole diversità biologica. In accordo con i principali concetti e modelli dell'ecologia fluviale, va inoltre rilevato che esiste una correlazione positiva fra l'estensione delle aree a maggiore naturalità e la ricchezza floristica e faunistica, quale risultato dell'interazione di numerosi processi ecologici (per i riferimenti bibliografici si rimanda a VIAROLI e BARTOLI, 2009).

Per la loro posizione topografica i corsi d'acqua sono soggetti agli effetti cumulativi dei processi che avvengono a monte e che si propagano verso valle lungo la direttrice longitudinale. Tra questi, l'alterazione del regime idrologico e la banalizzazione delle comunità vegetali riparie sono responsabili dell'accresciuta instabilità dei processi biogeochimici, in particolare di quelli del ciclo dell'azoto (PINAY *et al.*, 2002). Le modificazioni dei processi determinano a loro volta un deterioramento della qualità dell'acqua e dello stato ecologico; ad esempio si assiste alla comparsa di fenomeni di eutrofizzazione fluviale (DODDS, 2006).

Nel bacino padano-veneto, gli ambienti fluviali sono fortemente compromessi, anche nei tratti montani dove

l'impatto antropico dovrebbe essere minore (MARCHETTI, 1993). La situazione peggiore si riscontra però nei tratti di valle, soprattutto nella pianura alluvionale, dove i corsi d'acqua principali ed il reticolo idrografico minore presentano profonde alterazioni geomorfologiche e hanno perso quasi completamente le componenti biologiche naturali. Un chiaro esempio è dato dal fiume Po e dai suoi affluenti, nei quali traverse e sbarramenti hanno interrotto la connettività longitudinale. In parallelo, tra il 1959 e la metà degli anni '70, un prelievo considerevole di materiali inerti ha causato l'abbassamento dell'alveo di magra e la progressiva pensilizzazione e l'isolamento delle golene fluviali (GOVI e TURITTO, 1993; LAMBERTI, 1993; RINALDI *et al.*, 2010). Continuità e connettività laterali non sono interrotte solo all'interfaccia tra fiume e golena, ma subiscono ancora brusche interruzioni nella piana golenale dove si trovano argini secondari, opere di bonifica e di viabilità e, soprattutto, attività agricola estensiva.

Per decenni l'attività estrattiva in alveo e nelle golene fluviali è stata svolta senza regole, in particolare senza alcuna attenzione alla tutela dell'ambiente e del paesaggio; le fosse aperte sono state addirittura utilizzate come discariche. Con l'inizio degli anni '90 si è assistito a qualche caso di attività di recupero ambientale *a posteriori*. Si è trattato di interventi realizzati soprattutto sulla base di criteri più estetici che ecologici. Più recentemente, la progettazione ambientale, è stata inclusa in alcuni Piani delle Attività Estrattive, nei quali, sia pure a livelli ancora preliminari, è prevista la formazione di laghi ed ambienti acquatici marginali. La formazione di laghi su cave di sabbia nelle golene del tratto medio del Po ha posto problemi inediti di gestione. Si tratta per lo più di laghi di dimensioni considerevoli, con profondità che possono raggiungere i 15-20 m, che sono periodicamente sommersi dalle piene del fiume (DI NATALE e DURIO 1985, VIAROLI *et al.*, 1994; ROSSETTI *et al.*, 2003). Questi casi investono contemporaneamente problemi di ricerca e problemi di recupero, soprattutto a livello idrobiologico, e ricostruzione di ambienti degradati, per i quali mancano conoscenze di base che consentano di programmarne una gestione sostenibile in rapporto alla conservazione delle risorse naturali e alle possibili destinazioni d'uso.

Nonostante i numerosi miglioramenti indotti da una più attenta pianificazione territoriale e ambientale, l'attività estrattiva nelle golene fluviali è spesso al centro di conflitti generati dalla presenza di molteplici interessi e pressioni che vanno dallo sfruttamento dei materiali inerti, all'agricoltura, alla conservazione della naturalità relitta. Va infine ricordato che il fiume e le aree di pertinenza fluviale hanno subito negli ultimi cinquanta anni profonde modificazioni, sia geomorfologiche che idrauliche, a cui è associata una perdita consistente

delle componenti naturalistiche di maggior pregio. Pertanto e paradossalmente, l'attività estrattiva, che in origine si connotava soprattutto per gli impatti negativi, potrebbe costituire un'opportunità per ricostruire o riqualificare, almeno in parte, gli ecosistemi ed il paesaggio perifluviali (VIAROLI e BARTOLI, 2009).

In questo contesto, nel periodo 2004-2007, la Regione Emilia-Romagna, con determinazione n. 8262/2004 del direttore generale *Ambiente, Difesa del Suolo e della Costa*, ha incaricato l'Università di Pavia (coordinatore), che a sua volta si è avvalsa di un gruppo di esperti delle Università di Parma e Bologna e di due società private di consulenza ambientale, al fine di fornire basi tecnico-scientifiche per l'emanazione di linee guida per orientare il recupero ambientale delle cave in acqua, nella golena del Po nelle province di Piacenza, Parma e Reggio Emilia. Il quadro di riferimento programmatico è stato delineato dall'Accordo di Programma, approvato con deliberazione di Giunta n. 1575 del 28 luglio 2003, sottoscritto tra Regione Emilia-Romagna, Province di Piacenza, Parma e Reggio Emilia, Comuni rivieraschi, Ferrovie Emilia-Romagna ed ARNI, per l'attuazione del Programma speciale d'area denominato "Po fiume d'Europa", nel contesto tecnico-normativo definito dall'art. 32 "Progetti di tutela, recupero e valorizzazione" del Piano territoriale paesistico regionale (PTPR). In seguito, è stato avviato un progetto pilota per lo studio di dettaglio della cava denominata "Lanca dei Francesi" (Comune di Roccabianca, Parma), al fine di applicare in via sperimentale le linee guida ad un caso reale. Questo progetto è stato realizzato a seguito della deliberazione della Giunta della Regione Emilia-Romagna del 27 dicembre 2007 n. 2171, quale pratica esemplificazione delle "Linee guida per il recupero ambientale dei siti interessati dalle attività estrattive in ambito golenale di Po".

Gli indirizzi e le indicazioni metodologiche contenute in questi documenti hanno l'obiettivo di fornire ai progettisti del recupero ambientale delle cave linee guida utili per progettare il ripristino degli equilibri naturali alterati, la conservazione e l'incremento della biodiversità vegetale ed animale ed il miglioramento delle funzioni e delle valenze ambientali e paesaggistiche nell'ambito golenale lungo il fiume Po. Le linee guida propongono un modello di recupero e di riattivazione delle lanche perifluviali semi-naturali, ormai fortemente degradate, che non costituisce solo una forma di mitigazione o di recupero estetico di una attività fortemente invasiva, quale quella di escavazione, quanto piuttosto il catalizzatore di nuove forme organizzative del territorio ad esso strettamente integrate, tanto da costituire un'"opportunità concreta di miglioramento ambientale, secondo una logica multi-obiettivo e di gestione integrata della regione fluviale del Po", come

riportato nel documento ufficiale che è stato pubblicato come risultato dell'attività svolta (D.G.R. n. 2171/2007, Boll. Uff. della Regione Emilia-Romagna N. 36, Parte Seconda, 6 marzo 2008) e in una pubblicazione a cura della Regione Emilia-Romagna (2010). L'insieme dei laghi di cava e degli ambienti umidi ad essi associati può rappresentare inoltre il punto di partenza per la costruzione di una Rete Ecologica di interconnessione dei vari ambiti a valenza ambientale e paesaggistica della fascia fluviale del Po (MALCEVSCI *et al.*, 1996).

METODOLOGIA

Le linee guida sono state elaborate attraverso un approccio multidisciplinare e mediante la cooperazione di tutti i soggetti interessati, vale a dire il settore Ambiente, Difesa del Suolo e della Costa della Regione, le tre Amministrazioni provinciali coinvolte, il Comune di Roccabianca, gli imprenditori interessati ed il pool di esperti esterni.

Si è operato anzitutto in modo integrato, avendo come quadro di riferimento i diversi strumenti della pianificazione urbanistica e territoriale esistente ai vari livelli di piano (PTPR, PTCP, PIAE, PAI, etc.).

Al livello tecnico-scientifico si è lavorato in modo multidisciplinare, integrando le competenze accademiche con quelle del mondo professionale. Per ognuna delle tematiche ambientali trattate sono state effettuate indagini bibliografiche e d'archivio, nonché sopralluoghi in siti campione, in modo da ricostruire l'evoluzione del sistema territoriale e per acquisire possibili sistemi di riferimento per la ricostruzione degli ecosistemi. Per la flora e la fauna numerosa è la letteratura disponibile (SARTORI e BRACCO, 1993, 1995, 1996; ASSINI, 1997, 1999, 2001; MAZZOTTI, 2003; REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2007). Sono state inoltre realizzate: analisi delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche e ispezioni di carattere sedimentologico per verificare la natura dei substrati; indagini sulla qualità delle acque negli ecosistemi acquatici interessati dall'intervento. In parallelo sono state svolte anche analisi comparative dei laghi di cava esistenti allo scopo di individuare i fattori critici, ad esempio il deficit di ossigeno nelle acque di fondo, e le possibili soluzioni progettuali, ad esempio la morfologia della cuvetta lacustre (VIAROLI *et al.*, 1994, 1995 e 2001; ROSSETTI *et al.*, 2003).

Particolare attenzione è stata rivolta allo studio idraulico del tratto fluviale interessato dall'intervento, con l'ausilio di modelli numerici e simulazioni, allo scopo di verificare la sicurezza idraulica degli interventi ipotetici proposti.

L'elaborazione dei dati e la cartografia tematica di sintesi sono state realizzate mediante GIS (Arc View,3.2).

L'analisi dell'ecomosaico dell'area interessata dal-

l'intervento è stata condotta a partire dagli studi svolti per il Progetto "Po fiume d'Europa" (POLI, 2001). Su questa base, è stata redatta una carta di sintesi finale, alla scala 1:25.000, in cui si sono operate la riaggregazione e la rielaborazione delle unità ecosistemiche riconosciute precedentemente alla scala di maggior dettaglio. È stata considerata soprattutto la "Carta delle unità ambientali", integrata con informazioni desunte dai PIAE provinciali e dai progetti contenuti nei PAE comunali, e dai siti della Rete Natura 2000. Le unità territoriali ed ecosistemiche così individuate costituiscono i principali nodi potenziali della rete ecologica del Po (OTTOLINI e ROSSI, 2002), tra di loro interconnessi da corridoi ecologici, alle zone di passaggio (*stepping stone*) ed alle zone tampone (*buffer strip*). Il recupero naturalistico delle aree di cava e delle zone contermini dovrebbe dunque assicurare il ripristino della connettività ecologica, contribuire alla conservazione della biodiversità, nonché, nel lungo periodo, alla tutela paesaggistica e alla fruizione turistica. La Carta del recupero ambientale dei siti interessati da attività estrattive per la costruzione della rete ecologica del fiume Po è stata realizzata alla scala 1: 25.000 ed è costituita da cinque tavole che coprono il territorio golenale nelle province di Piacenza, Parma e Reggio Emilia. La carta fornisce informazioni alla scala interprovinciale, che è utile per il pianificatore, e una visione di dettaglio, che è utile per il progettista. Le cartografie citate e i relativi elaborati tecnico-scientifici sono depositate presso tutti i soggetti coinvolti.

Infine, le linee guida sono state applicate sperimentalmente ad un caso reale, mediante un progetto pilota per il recupero della cava denominata "Lanca dei Francesi", situata nel comune di Roccabianca, in provincia di Parma. Informazioni su tale progetto sono disponibili presso tutte le P.A. interessate e alla pagina web: <http://www-1.unipv.it/labecove/ricerche/cave.htm#cava>. Il completamento di questo primo progetto pilota è in corso, a cura della ditta escavatrice.

Area di studio: ecosistemi e unità ambientali significativi per l'area

Lo sviluppo agricolo ed industriale ed una crescente urbanizzazione hanno notevolmente ridotto l'estensione delle aree naturali, che sono ormai confinate nelle zone di montagna e, in piccola parte, lungo i corsi d'acqua. Negli ultimi cinquant'anni, la fascia golenale del Po ha subito profonde modificazioni (RUFFO, 2001) indotte dapprima da bonifiche agricole e successivamente dalla profonda alterazione idraulica del sistema fluviale, dovuta principalmente all'escavazione di inerti direttamente in alveo, a sbarramenti e traverse, opere per la navigazione fluviale e la sicurezza idraulica (per una sintesi bibliografica si rimanda a MARCHETTI, 1993).

Nella fascia golenale del Fiume Po, le principali emergenze naturalistiche e paesaggistiche che sopravvivono sono rappresentate dai sistemi lanchivi residui, dalle zone umide, dalle isole fluviali e dai sistemi formati dalle confluenze dei principali corsi d'acqua (ADANI, 1990). Di particolare pregio sono le lanche attive che generalmente suddividono isole fluviali stabili di dimensioni rilevanti in fase evolutiva di ricollegamento alle sponde incise. Le lanche relitte rappresentano habitat di elevato pregio ecologico, per la presenza di vegetazione boschiva, palustre ed acquatica, anche se sono di dimensioni sempre più ridotte e sempre più isolate dal fiume, a causa della pensilizzazione delle golene. Nella sola provincia di Piacenza, il numero di questi ambienti si è ridotto di quasi il 70% negli ultimi trent'anni (VIAROLI e BARTOLI, 2009).

Le isole fluviali rappresentano un tipico aspetto paesaggistico del Fiume Po nel tratto in esame; sono caratterizzate da ampie distese sabbiose sulle quali, nelle zone topograficamente più elevate, cresce spontaneamente una fitta vegetazione arborea ed arbustiva.

Le confluenze degli affluenti rappresentano lo snodo dei corridoi fluviali che scendono dall'Appennino collegandosi al corridoio del fiume Po. Particolarmente significative risultano le confluenze di Trebbia, Taro, Parma ed Enza, anche se non meno importanti sono le confluenze degli affluenti minori, specialmente se associate a unità vegetazionali di un certo rilievo (BIONDI *et al.*, 2002, 2003).

Tutti gli ambienti elencati ospitano numerose specie animali, sia terrestri che acquatiche, in quanto offrono cibo, rifugio per riproduzione, nidificazione e svezzamento della prole (MAZZOTTI, 2003; ADORNI *et al.*, 2006). Le emergenze naturali e paesaggistiche della fascia esterna agli argini sono riconducibili solamente ai corsi d'acqua naturali e alle loro zone rivierasche, generalmente insediate da vegetazione boschiva. La rilevanza di alcune di queste aree è stata peraltro riconosciuta attraverso la loro classificazione come Siti di Importanza Comunitaria (SIC) della rete Natura 2000 (BASSI, 2007; REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2007).

Le aree golenali ed extragolenali, ad esse immediatamente adiacenti, nelle province di Piacenza, Parma e Reggio Emilia, ricadono nella zona bioclimatica denominata "*medioeuropea*" e nella sottofascia definita "*planiziale*" (PIGNATTI, 1995). Secondo la Carta delle Fasce fitoclimatiche della Regione Emilia-Romagna l'area appartiene alla Zona D, pianura a occidente del fiume Secchia, dove sono assenti le specie termofile mediterranee (UBALDI *et al.*, 1996; MUZZI e ROSSI, 2003). La temperatura media annua è compresa tra 11,2 °C (aree più occidentali) a 12,8 °C (aree più orientali). La media delle temperature minime del mese di dicembre varia da -1,8 a -0,6 °C. L'escursione

termica è compresa tra 21,6 e 23 °C. La precipitazione media annua varia da 700 a 790 mm, anche se negli ultimi anni si è avuta una certa diminuzione (TIBALDI *et al.*, in questo volume). Complessivamente, il periodo xerotermico presenta subaridità in luglio e agosto (P=3T) o lieve aridità (P=2T) nel mese di luglio.

Secondo la classificazione di PAVARI (1916), ulteriormente elaborata da DE PHILIPPIS (1937), nell'ambito di studio risulta presente un solo tipo di zona fitoclimatica con una sottozona, corrispondente all'incirca alla sottofascia geografica precedentemente citata. La zona è denominata *Castanetum* alla quale appartiene la sottozona denominata "*Castanetum caldo*" con ambiti di altitudine compresi tra 0 e 200 m s.l.m. Per quanto concerne i tipi, invece, risultano presenti nella sottozona calda il 2° tipo, che manifesta sempre siccità estiva, come spesso dimostrano i diagrammi climatici di WALTER e LIETH (1960).

I restanti connotati climatici sono quelli tipici dei climi continentali, che risultano caratterizzati da inverno rigido, con punte eccezionali anche di -20°C, ed estate calda e decisamente afosa, con temperature anche oltre i 30 °C e forte umidità.

Per quanto riguarda la vegetazione, lungo un gradiente di umidità decrescente dal fiume alle zone circostanti, si possono evidenziare molteplici tipi fisionomico-strutturali, ai quali peraltro è auspicabile fare riferimento nelle opere di rinaturazione: vegetazione erbacea di greto; saliceti dominati da *Salix alba*, occasionalmente anche con *S. purpurea* e *S. triandra* e pioppeti ripariali a *Populus alba* e *P. nigra*; associazioni di idrofite ed elofite (in insenature, lanche e morte, *Potamogetonetea* e *Phragmitetea*); sporadici ontaneti; almeno potenzialmente, quercio-ulmeti con dominanza di farnia. Infine, più esternamente abbiamo vegetazione con specie esotiche (es. *Robinia pseudoacacia*) e formazioni vegetali d'impianto (es. pioppeti), che occupano lo spazio delle latifoglie. In ambito planiziale, la fitoassociazione ritenuta *climax* e quindi da assumere quale modello di riferimento per le ricostruzioni forestali, risulta costituita dall' *Ornithogalo pyrenaici-carpinetum* Marineček *et al.* 1982, cioè il quercio-carpinetum boreo-italico (PIGNATTI, 1998); si tratta del bosco planiziale a querce caduche dominato dalla farnia (*Quercus robur* L.) che anticamente doveva ricoprire i settori territoriali liberi dalle acque della Pianura Padana e che rappresenta la situazione *climax*, ovvero almeno potenzialmente in equilibrio con i fattori edafico-climatici. Anche il *Quercio-Ulmetum minoris* ISSLER 1924, querceto misto a farnia e olmo (Sinonimo: *Polygonato multiflori-Quercetum robori* SARTORI e BRACCO 1993), nonostante non rivesta il significato di situazione *climax* stabile e finale per la zona (rappresentando uno stadio intermedio fra la vegetazione palustre, boscaglie

a *Salix alba* ed il quercio-carpinetum che costituisce la fase finale) è, almeno potenzialmente, diffuso a rido del fiume (ADANI, 1990; ALESSANDRINI e BRANCHETTI, 1997; COLLI, 2000; FENAROLI, 1970; FERRARI, 1990; RUFFO, 2001; TOMASELLI *et al.*, 2002; TOMASELLI *et al.*, 2003; SARTORI e BRACCO, 1996).

RISULTATI

Sulla base degli studi realizzati dal gruppo di lavoro sono scaturite numerose indicazioni tecnico-operative che sono alla base delle linee guida emanate dalla Regione Emilia-Romagna (Boll. Uff. della Regione Emilia-Romagna N. 36 Parte Seconda, 6 marzo 2008), poi pubblicate in REGIONE EMILIA-ROMAGNA (2009). In questa nota sono riassunti i criteri maggiormente significativi da adottare nella redazione di progetti di recupero ambientale delle cave situate nelle golene del Po, tra Piacenza e Reggio-Emilia. A nostro parere, tali indicazioni sono estendibili anche alle province contermini rivierasche lombarde (Pavia, Cremona e, almeno in parte, Mantova).

Studi di base

Il recupero delle aree di escavazione è inserito nell'ambiente golenale circostante, per cui deve avere come riferimenti le caratteristiche naturalistiche del sito e delle aree contermini. In particolare si dovranno considerare le forme del paesaggio fluviale attuali e storiche (anche sepolte), la flora e la vegetazione naturale reale e potenziale ed i fattori antropici che storicamente hanno concorso a determinare il paesaggio, le caratteristiche idrobiologiche dei corpi idrici circostanti, le colture agricole, le canalizzazioni, i caratteri urbanistici, la presenza eventuale di elementi di particolare valore artistico ed architettonico. Ai fini della progettazione dovranno essere considerati fattori sia morfologici che biologici, tra i quali sono prioritari:

- il rimodellamento del terreno e la ricostruzione della geomorfologia caratteristica del sito (es. lanche, dossi);
- la scelta delle specie vegetali erbacee, arbustive ed arboree da insediare;
- le caratteristiche delle eventuali infrastrutture direttamente o indirettamente connesse al recupero ed al consolidamento dell'area, in particolare le opere per la sicurezza idraulica.

Il progetto deve avere come riferimento la morfologia del tratto fluviale oggetto dell'intervento, per cui non devono essere realizzati bacini con forme regolari o non riconducibili ai sistemi naturali. In tal senso, si deve privilegiare la riattivazione di corpi idrici preesistenti o la riproduzione di forme fluviali tipiche del fiume Po, quali meandri, paleoalvei, lanche relitte o terminali, che sono caratterizzati da geometrie irregole-

lari ed allungate, con andamento arcuato. La morfologia dei bacini lacustri può essere ricostruita a partire da documenti cartografici o da foto aeree nelle quali siano riconoscibili le forme degli antichi tracciati fluviali. A tal fine il progetto deve essere corredato da:

- a) rilievi geologici di dettaglio per la determinazione della geometria e della tessitura delle unità litostatigrafiche affioranti;
- b) rilievo geomorfologico di dettaglio mediante la mappatura delle isoipse con equidistanza di almeno 0,5 metri con individuazione dei terrazzi fluviali, delle lanche fluviali e tracce recenti di paleoalveo;
- c) classificazione e valutazione della qualità ecologica ambientale dei corpi idrici della golena (lanche, morte, zone umide);
- d) analisi della cartografia storica e sovrapposizione con le cartografie più recenti, al fine di documentare le variazioni idro-geo-morfologiche del sistema golenale;
- e) censimento delle forme residuali nel tratto fluviale di interesse.

Finalità del recupero e principi generali

Il recupero ambientale delle aree di cava ha come obiettivo la riqualificazione diffusa della golena per il raggiungimento della migliore qualità ecologica in condizioni di massima sicurezza idraulica. Posti questi vincoli, dovrà essere individuata la destinazione d'uso dell'area riqualificata che, per quanto possibile, dovrà essere multifunzionale, integrata e sostenibile in termini sia ambientali che socio-economici. Pertanto, gli interventi di rinaturalizzazione devono includere nella progettazione elementi di tipo ecologico e paesaggistico.

Il recupero ha come riferimento la ricostruzione di zone umide che hanno un elevato valore naturalistico e conservazionistico e svolgono funzioni ecologiche che sono rilevanti ai fini del raggiungimento di un buon livello qualitativo delle acque e del sistema terrestre circostante, ad esempio i processi biogeochimici che portano all'abbattimento di sostanze inquinanti (NIZZO-LI *et al.*, 2010).

La funzionalità degli ambienti acquatici che si formano nel corpo di cava dipende dalla morfometria della cuvetta lacustre, per cui i principali parametri morfometrici (es. profondità massima e media, sviluppo della linea di costa) dovranno essere definiti in ragione dell'obiettivo di qualità delle acque.

Il recupero naturalistico deve comprendere anche le aree contermini al bacino principale, al fine di creare gradienti di profondità che permettano la formazione di habitat di transizione idonei allo sviluppo della flora e della fauna selvatiche tipiche del tratto di fiume considerato.

Ove possibile e nel rispetto della sicurezza idraulica,

si deve garantire la connettività tra laghi di cava e fiume.

Le zone di transizione e il sistema terrestre circostante devono essere recuperati, in modo da garantire il rimboschimento e/o il consolidamento di aree boschive residuali.

La vegetazione arborea e arbustiva deve essere improntata, gestita e mantenuta nel rispetto della sicurezza idraulica. Ciò significa che, nel caso di vegetazione di tipo forestale, il bosco finale che ne deriverà dovrà essere rado, con alberi ben distanziati tra loro (ottenuto per diradamento dopo 10-15 anni dall'impianto). Le barriere di arbusti densi e mediamente alti andranno utilizzate laddove vanno a proteggere le sponde dei bacini dalle piene, dopo verifica di compatibilità mediante idonei modelli idraulici.

Gli interventi di riqualificazione dei corpi idrici derivati dalle cave devono essere integrati con la rinaturalizzazione delle aree terrestri circostanti in modo da costruire una rete ecologica lungo il fiume, in accordo con linee progettuali già sviluppate in un recente passato (POLI, 2001).

In termini di fruizione, saranno privilegiati gli usi turistico e didattico-ricreativo, sfruttando infrastrutture a basso impatto ambientale, quali piste ciclabili, idrovie e porti turistici e integrando i percorsi naturalistici con le valenze storiche, architettoniche ed enogastronomiche dei luoghi.

La progettazione delle attività estrattive nella golena del fiume Po può quindi contribuire a ricostruire l'ecosistema di transizione tipico del paesaggio fluviale, sulla base dei seguenti obiettivi principali:

- raggiungere la massima qualità ecologica e naturalistica compatibile con la sicurezza e le opere idrauliche;
- ricostruire la morfologia tipica del tratto fluviale oggetto dell'intervento, creando la massima eterogeneità ambientale, che si traduce in ricchezza di habitat e di specie di flora e fauna;
- modellare le scarpate di scavo secondo criteri di sicurezza e garantendo così la fruizione del pubblico;
- garantire il rispetto della risorsa idrica sotterranea.

Norme di sicurezza idraulica da considerare

Il progetto di riqualificazione delle aree di cava deve anzitutto garantire la sicurezza delle opere di difesa idraulica dal fiume. Vanno quindi previste adeguate distanze di rispetto dagli argini, al fine di evitare erosioni localizzate o franamenti. La distanza minima dagli argini maestri, da verificare comunque in fase di progettazione, deve essere non inferiore a 250 m. La scelta della forma con la quale sagomare l'invaso lacustre va considerata con attenzione per non determinare deviazioni della corrente fluviale, con conse-

guenti componenti di flusso e di accelerazione in condizioni di piena verso gli argini maestri e golenali.

La massima profondità dei bacini deve rispettare almeno 1 m di franco rispetto alla minima quota del *talweg* (minima quota dell'alveo inciso) del tratto di fiume di riferimento.

Il progetto deve inoltre verificare l'assenza di direzioni preferenziali delle acque sotterranee al di sotto degli argini maestri, in modo da evitare sottoescavazioni e la formazione di "fontanazzi". Devono quindi essere individuati ed evitati eventuali paleoalvei trasversali alle arginature.

Attenzione deve essere posta anche agli argini golenali, prevedendo analoghe attenzioni e distanze di rispetto. L'ubicazione dei laghi di cava deve avvenire con attenzione a non generare effetti erosivi, la cui evoluzione possa interessare opere idrauliche. L'effetto 'stramazzo' delle acque di piena che interessano il piano golenale, nel momento in cui invadono da monte i bacini di cava, può infatti generare effetti erosivi significativi, con arretramento delle scarpate a danno di eventuali opere idrauliche troppo vicine. Il progetto deve quindi valutare tale fenomeno, prevedendo opportuni interventi mirati a rallentare la corrente (alti morfologici e piantumazioni di cordoni verdi di fitti arbusti di piccola taglia), idonee pendenze delle scarpate e collegamenti con l'alveo attivo. In particolare il collegamento con l'alveo inciso permette il riempimento dei bacini contemporaneamente all'innalzamento dei livelli idrometrici; così le acque di piena provenienti da monte, trovando i bacini colmi, non determinano condizioni erosive. Attenzione deve essere posta anche ai bacini di cava localizzati nella vicinanza di pennelli di navigazione, dai quali vanno previste distanze di rispetto di almeno 200 m. Tali distanze minime vanno decise sulla base di opportune verifiche idrauliche nelle condizioni più gravose verificabili, con attenzione anche alla direzione della corrente in condizione di piena. Il problema dell'erosione indotta dall'escavazione deve essere considerato anche in presenza di opere di attraversamento, pile o rilevati di ponti. Anche in questo caso devono essere valutate le distanze di rispetto con attenzione all'erosione regressiva. Il progetto deve quindi individuare le modifiche che l'intervento proposto può causare sull'evoluzione dei processi geodinamici. Le analisi concernenti il suolo e il sottosuolo devono pertanto essere effettuate attraverso la caratterizzazione geologica e geostrutturale del territorio; la definizione della sismicità dell'area; la caratterizzazione geomorfologica e la individuazione dei processi di modellamento in atto o possibili, con particolare riguardo ai fenomeni di erosione e di sedimentazione e ai movimenti in massa; la determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni.

Sistemazione geomorfologica del sito e problemi legati all'intercettazione della falda freatica

Per garantire la migliore funzionalità naturalistica delle aree già interessate dall'attività estrattiva oggetto del recupero, deve essere prevista una diversificazione morfologica che comprende acque basse destinate allo sviluppo di canneti, bosco ripario con vegetazione arboreo-arbustiva, una zona mesofila di transizione, volta a ricomporre una consistente cintura vegetale, avente funzione di protezione e di filtro per i bacini acquatici di neoformazione ("buffer zone"). A tal fine, deve essere prevista una diversificazione morfologica delle sponde e delle profondità delle zone umide, nonché la realizzazione di isole e penisole. Sponde non regolari risultano infatti di notevole interesse per la riproduzione della fauna e, incrementando il perimetro bagnato, permettono un migliore sviluppo della vegetazione litoranea e ripariale. Zone umide a profondità diversificata garantiscono, nel complesso, il permanere delle acque in tutte le condizioni idrometriche, con evidenti benefici per molte specie animali e vegetali. La diversificazione delle sponde e della profondità dei bacini può essere realizzata sia in avanzamento di scavo, sia con riporto di materiali limo-argillosi meno interessanti dal punto di vista commerciale. Nel secondo caso il materiale deve essere reperito nella golena e non deve essere importato dall'esterno, al fine di garantirne la qualità.

La morfologia dei bacini e delle isole è volta a riprodurre la geometria sinuosa tipica delle forme naturali. A tale proposito il perimetro dei bacini e delle isole dovrà presentare un indice di sinuosità $\geq 1,5$ (il valore dell'indice è definito dal rapporto tra il perimetro bagnato effettivo e la circonferenza che racchiude una superficie equivalente). Per favorire l'insediamento di fitocenosi elofitiche (canneto e tifeto), estremamente utili per la fauna e la fitodepurazione delle acque, le sponde dei bacini devono avere pendenze molto ridotte ($5-10^\circ$) o, meglio, essere interrotte da berme intermedie con esteso sviluppo delle pedate. La diversificazione della profondità delle zone umide, sempre con attenzione allo sviluppo delle fitocenosi elofitiche, può infatti essere realizzata con piani di scavo a quote differenziate, collegati con scarpate a ridotta inclinazione. Ogni piano può essere ulteriormente diversificato con la creazione di canali irregolari per forma e dimensione. Tali canali dovrebbero presentare una elevata sinuosità e profondità variabili tra 0,5 e 2 m dal piano di riferimento e larghezze variabili tra 2 e 10 m. Le zone umide dovrebbero essere connesse, per quanto possibile, con l'alveo inciso per favorire il ricambio idrico, al fine di limitare i fenomeni di anossia. Infine, nel sagomare la superficie dell'area, andrebbero create anche bassure, sempre di poco conto, da alternare a

modesti rilievi, al fine di movimentare il piano di campagna. In tal modo, per effetto del ristagno idrico (piogge, residui di allagamenti del fiume in piena) si verranno a creare, zone umide temporanee che sono favorevoli allo sviluppo di flora e fauna (es. batracofauna). I dossi favoriscono invece lo sviluppo di vegetazione erbacea xerofila, utile per l'entomofauna e l'avifauna.

Impatti sulle acque di falda possono essere connessi a immissioni di acque di lavaggio, a rotture dei mezzi d'opera, a versamenti accidentali, a ritombamento con materiali non idonei, ad eccessivi spandimenti di liquame nei terreni circostanti, ad allevamenti ittici intensivi, tutte attività che devono essere rigorosamente vietate. Tali impatti possono essere classificati come negativi, probabili, non locali (dato che un eventuale inquinamento degli acquiferi profondi potrebbe comportare effetti negativi anche su una scala spaziale piuttosto ampia), a breve e lungo termine (dato che gli effetti di un inquinamento dell'acquifero profondo possono subire una propagazione anche lungo la scala temporale), mitigabili, reversibili o irreversibili (a seconda del tipo e dell'entità dell'inquinamento). Gli interventi di prevenzione e mitigazione consistono sostanzialmente nella realizzazione di recinzioni, barriere vegetali, rilevati arginali, canali per lo smaltimento delle acque dilavanti, limitazioni d'uso. Un ulteriore elemento di prevenzione potrà essere introdotto con un'accurata progettazione degli interventi di recupero previsti ad attività estrattiva ultimata, dando priorità assoluta ai progetti che prevedono il ripristino naturalistico con realizzazione di zone umide diversificate. In tal modo infatti si potranno evitare gli effetti negativi legati a eventuali ritombamenti inidonei e alla ripresa in ambito perifluviale di attività agricole impattanti. L'irregolarità delle sponde e la sagomatura delle isole e dei canali potrà essere ottenuta anche mediante operazioni di rinterro. Tali interventi devono comunque essere limitati nello spazio per evitare fenomeni di deviazione delle falde sotterranee e soprattutto l'impermeabilizzazione delle sponde, con conseguenti fenomeni di sbarramento del deflusso idrico sotterraneo e quindi con l'aumento dei fenomeni di anossia e di impaludamento dei bacini. Le analisi concernenti i corpi idrici sotterranei, che devono accompagnare il progetto, vanno finalizzate alla descrizione dell'assetto strutturale degli acquiferi superficiali e profondi, alla caratterizzazione idraulica delle falde idriche (tipologia, portata, direzione e velocità di scorrimento, gradiente idraulico, minima soggiacenza), alla definizione dei rapporti con i corsi d'acqua superficiali e all'individuazione delle zone di alimentazione. Va inoltre valutata, attraverso le caratteristiche dei suoli, della profondità dei serba-

toi idrici e del regime idraulico delle falde idriche, la vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento, con e senza attività estrattiva. Vanno individuati i pozzi ad uso idropotabile che interessano l'acquifero (tipologia dell'opera, profondità, acquifero intercettato, sistema di emunzione).

Aspetti idrobiologici ed ecologici

La progettazione ambientale delle cave di sabbia lungo il corso del Po si pone l'obiettivo di raggiungere un buon livello di qualità delle acque, compatibilmente con gli usi plurimi che si intendono effettuare nella fase di post recupero (pesca, sport acquatici non natatori, turismo fluviale, allevamento ittico, didattica ambientale, etc.).

Nei bacini lacustri della golena fluviale del Po, i processi che regolano la qualità dell'acqua sono strettamente correlati con la termica delle masse d'acqua e con la profondità (VIAROLI *et al.*, 1994; ROSSETTI *et al.*, 2003). In primavera-estate il riscaldamento delle acque superficiali determina la formazione di un gradiente termico e di densità con conseguente formazione di un ipolimnio con temperature inferiori a 10 °C ed un epilimnio con acque che raggiungono sovente i 30 °C. In conseguenza degli elevati livelli di eutrofia, quando la stratificazione è stabile, nelle acque profonde può determinarsi l'esaurimento dell'ossigeno disciolto. In genere, con l'abbassamento della temperatura che si ha a fine estate, le masse d'acqua superficiali si raffreddano, la stratificazione si rompe e le masse d'acqua si rimescolano apportando ossigeno sul fondo. La stratificazione termica dei laghi della golena può essere interrotta anche dalle piene fluviali.

Ai fini di favorire l'ossigenazione della massa d'acqua si dovrà inoltre privilegiare lo sviluppo delle zone litoranee di basso fondale, che sono favorevoli alla crescita di vegetazione sommersa. Nel suo complesso, la fascia litoranea ha inoltre una notevole valenza per lo sviluppo e la crescita di una fauna diversificata e tipica dell'ambiente marginale fluviale. La frammentazione della geometria lacustre potrà essere ottenuta non solo modellando la fascia litoranea, ma anche con la costruzione di isole (sfruttando ad esempio lenti di argilla superficiali che sono di intralcio nei lavori di escavazione e la cui rimozione è in genere onerosa per le imprese). La presenza di isole e rilevati laterali potrà inoltre aumentare la scabrezza della piana alluvionale nelle aree oggetto di escavazione. In particolare sono considerati i seguenti aspetti:

- calcolo della profondità massima di escavazione e progettazione di opere di vivificazione idraulica (canali di comunicazione con il fiume) per mantenere buoni livelli di ossigenazione della massa d'acqua di fondo;

- modellamento del corpo della cava in funzione della geometria della cuvetta lacustre che ottimizza il rapporto tra masse d'acqua superficiali ossigenate e acque di fondo asfittiche;
- costruzione di moduli di fitodepurazione che intercettano le acque superficiali sui canali che convogliano acque inquinate dalle aree produttive al sistema lacustre;
- riequilibrio ecologico dei corpi d'acqua e delle zone umide marginali come complemento delle opere di recupero ambientale che devono essere restituite alla fine dei lavori;
- individuazione delle attività ambientalmente sostenibili (non compromissione dell'ambiente acquatico), mediante l'analisi della tendenza evolutiva della qualità delle acque in relazione a diverse tipologie d'uso e di pressione antropica.

Aspetti floristici e vegetazionali

Il progetto di recupero deve porre particolare attenzione alla scelta della tipologia di vegetazione da impiantare, che va effettuata con riferimento alle caratteristiche ecologiche del sito, al fine di ricostruire fitocenosi tipiche delle zone perfluviali del Po, diversificando le associazioni a idrofite, elofite, igrofite, fino al bosco ripariale e mesofilo. Allo stesso tempo la risistemazione non deve creare problemi di sicurezza idraulica, adottando opportuni sestri d'impianto e identificando specie idonee ed opere di manutenzione post-recupero adeguate.

In genere, le aree boscate limitrofe e le eventuali siepi residuali accolgono già elementi floristici spontanei di tipo igrofilo, frammenti di formazioni boschive tipiche delle zone soggette a periodiche inondazioni, caratterizzate dalla dominanza di salici (*Salix alba*, *S. triandra*, *S. purpurea*) e pioppi (*Populus alba*, *P. nigra*) e sporadici individui di farnia, olmo e acero campestre. Questi elementi, riferibili ad ambiti sia boscati che lineari del paesaggio, se presenti, devono essere mantenuti ed interessati da interventi atti al loro arricchimento floristico, migliorandone la struttura e la composizione. Alla fine della sistemazione, l'area di ex cava dovrebbe presentare specchi d'acqua, praterie umide e aride, nuclei di bosco igrofilo (saliceti, pioppeti a pioppo bianco, querceto-ulmeto), ma anche mesofilo (querceto a farnia) ed eventualmente xerofilo (dossi, su cui impiantare acero campestre e arbusti come prugnolo o olivello spinoso), arbusteti, zone afitoiche (arenili), per consentire, anche in spazi relativamente ristretti, la massima diversificazione biologica, con conseguente aumento della qualità ambientale complessiva. Verso la campagna aperta o in prossimità di eventuali infrastrutture varie si dovrebbe prevedere l'impianto di quinte arbustivo/

arboree, di separazione dai campi coltivati, pioppeti e ponti sul Po, mirate a migliorare l'inserimento paesaggistico e la tranquillità del sito. Questi sistemi vegetati favoriscono lo sviluppo della fauna autoctona, che in genere comincia a frequentare il sito ancor prima dell'abbandono dell'attività estrattiva (es. anattidi). Tale sistema, se posto a monte del sito, garantirà anche un'azione di filtro rispetto alle acque di piena, in grado di trattenere i materiali trasportati dalle acque e di limitare le azioni erosive.

Per l'impianto della vegetazione boschiva si considera prioritario il modello riferibile al *Querceto-Ulmetum minoris* Issler 1924, querceto misto a farnia e olmo, in connessione spaziale e dinamica con i saliceti ripariali. Esso può rappresentare un valido riferimento nella scelta delle specie da utilizzare per il recupero ambientale nelle zone perfluviali e per avviare i processi dinamici di ricostruzione del soprassuolo forestale. Il bosco di farnia ed olmo è, infatti, strettamente legato al dinamismo fluviale, collegato alla formazione di meandri e rami morti, con successiva formazione di lanche a diversi stadi di interrimento. Tra le specie guida si ricordano: *Ulmus minor*, *Quercus robur*, *Rubus caesius*, *Ligustrum vulgare*, *Crataegus monogyna*, *Vinca minor*. Per i prati aridi da ricostruire, si può fare riferimento a specie quali: *Cynodon dactylon*, *Agropyron repens*, *Melilotus alba*, *M. officinalis*, *Plantago lanceolata*, *Lotus corniculatus*.

Dopo alcuni anni dall'impianto, sia in zone umide che in terreni con impianto boschivo, è possibile programmare l'inserimento di specie a maggior pregio conservazionistico che vanno oltre a quelle fisiognomizzanti la vegetazione che si vuole ricostruire; è quindi possibile pensare all'inserimento di specie meno comuni o anche rare in pianura, ma caratteristiche o accompagnatrici sporadiche. In tal senso, i siti di cava possono essere utilizzati anche per implementare l'areale di specie rare o minacciate (cfr. liste rosse), in modo da contribuire alla loro conservazione. Casi di questo tipo potrebbero essere rappresentati da *Leucojum aestivum*, *Marsilea quadrifolia*, *Thelypteris palustris*, *Nymphaea alba*.

Per il reperimento di materiale di propagazione vegetativa o semi, è opportuno fare sempre riferimento alle zone specifiche (es. talee di salice o rizomi di piante palustri). Sono anche attivi diversi vivai forestali che producono piante di provenienza certificata e da zone contermini (es. vivai forestali regionali dell'Emilia-Romagna come il Vivaio Scodogna al Parco dei Boschi di Carrega a Parma; piante e soprattutto semi di piante arbustive e arboree del bacino padano presso il Centro Nazionale per la conservazione della Biodiversità Forestale del C.F.S. di Peri (Verona); il Centro Flora Autoctona della Regione Lombardia, con sede ammini-

strativa presso il Parco del Monte Barro (Galbiate, Lecco), con i suoi centri di stoccaggio e fornitura di semi della *Lombardy Seed Bank* (Università di Pavia) e il centro per la produzione di piante a scopo di recupero ambientale e di reintroduzione di specie minacciate della Fondazione Minoprio; l'Azienda Regionale per le foreste di Veneto Agricoltura, che ha anche un servizio vivaistico dedicato alle attività fuori foresta, l'ERSAF della Regione Lombardia.

La progettazione del recupero ambientale in generale e vegetazionale in particolare va pensata al fine anche di connettere il sito recuperato alla "*Rete Ecologica Regionale*", una volta che questa sia ultimata, nonché provinciale o comunale, nell'ottica di ripristinare porzioni del "paesaggio fluviale padano", di migliorare la qualità biologica degli habitat golonali e perfluviali (secondo la filosofia fissata dall'Autorità di bacino del Po nel PAI), di aumentare la fruizione dell'ambito fluviale (ricreativa-turistica-didattica) e di riconvertire le attività agricole possibilmente secondo forme biologiche o comunque con un minore impatto rispetto alla situazione attuale.

Un serio problema nelle fasi di ricostruzione ambientale nell'area perfluviale è data dalla presenza di piante esotiche fortemente invasive, come l'indaco bastardo (*Amorpha fruticosa*), l'acero americano (*Acer negundo*) e il sicio (*Sicyos angulatus*), oltre a numerose specie erbacee (*Artemisia verlotorum*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Conyza canadensis*, *Humulus scandens*, *Heteranthera reniformis*, *Solidago gigantea*, etc.). Tali specie non devono essere mai utilizzate negli interventi, mentre andranno contenute ed eventualmente eradicare nel caso in cui tendessero a propagarsi spontaneamente dai siti vicini. Nei primi anni di vita, gli impianti boschivi neces-

sitano di una frequente lavorazione superficiale dei suoli e/o di frequenti sfalci atti a contenere lo sviluppo di specie invasive, finché la copertura boschiva ne limiterà l'ingresso nelle fitocenosi stabilizzate.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Un approccio ecosistemico, multidisciplinare ed integrato è stato applicato dal nostro gruppo di lavoro, come supporto tecnico-scientifico alla Regione Emilia-Romagna, nel definire linee guida ufficiali nonché per la progettazione esemplificativa del recupero ambientale del sito denominato "Lanca dei Francesi", situato nel Comune di Roccabianca (PR). Ne sono derivate indicazioni pratico-operative, che sono contenute in un documento ufficiale di orientamento (Bollettino Ufficiale della Regione Emilia Romagna, numero 36, Parte seconda, 6 marzo 2008 e REGIONE EMILIA-ROMAGNA 2009). Pertanto le ditte escavatrici ed i loro studi professionali di riferimento dispongono ora di "buone norme" da seguire nella redazione dei progetti di recupero ambientale e per la loro efficace realizzazione sul piano pratico. Successivamente è stato avviato un progetto pilota con l'obiettivo di verificare l'applicabilità di tali linee guida. Attualmente il progetto pilota è entrato in fase di progettazione esecutiva, grazie alla disponibilità della ditta che sta coltivando la cava, e diventerà operativo nei prossimi anni costituendo un buon esempio da visitare e replicare sul territorio.

Ringraziamenti

Si ringrazia in particolare la RER, Settore Ambiente, Difesa del Suolo e della Costa (Ing. Vinicio Ruggeri, Dott.ssa. Franca Ricciardelli, Dott.ssa Annarita Rizzati, Massimo Romagnoli). Tutti i professionisti che hanno partecipato al progetto, fra cui: Dott. S. Mezzadri, Dott. M. Adorni.

BIBLIOGRAFIA

- ADANI G. (a cura di), 1990. *Il mondo della natura in Emilia-Romagna. La pianura e la costa*. Federazione delle Casse di Risparmio e delle Banche del Monte dell'Emilia-Romagna. Amilcare Pizzi Editore, Milano.
- ADORNI M., CELADA C., GUSTIN M., ROSSI P., LIPU (Lega Italiana Protezione Uccelli - Parma), 2006. *Descrizione e distribuzione degli habitat non forestali d'interesse comunitario presenti nei siti Natura 2000 compresi nelle Aree protette dell'Emilia-Romagna* (relazione inedita).
- ALESSANDRINI A., BRANCHETTI G., 1997. *Flora reggiana*. Provincia di Reggio Emilia, Regione Emilia-Romagna. Cierre edizioni, Verona.
- ASSINI S., 1997. La vegetazione di greto del Po in relazione al substrato. *Archivio Geobotanico*, **3**: 41-50.
- ASSINI S., 1999. Le specie esotiche nella gestione delle aree fluviali di pianura: indagine geobotanica. *Archivio Geobotanico*, **4**: 131-138.
- ASSINI S., 2001. Seed-bank and dynamics of a *Polygonum hydropiper* L. community along the Po river (Central-West Italy). *Plantbiosystem*, **135**: 223-232.
- BARTOLI M., VIAROLI P., 2006. Zone umide perfluviali: processi biogeochimici, funzioni ecologiche, problemi di gestione e conservazione. *Biologia Ambientale* **20**: 43-54.
- BASSI S. (a cura di), 2007. *Gli habitat di interesse comunitario segnalati in Emilia-Romagna*. Appendice alla Carta degli Habitat dei SIC e delle ZPS dell'Emilia-Romagna. Direzione Generale Ambiente, Difesa del Suolo e della Costa. Servizio Parchi e Risorse Forestali.
- BIONDI E., VAGGE I., TAFFETANI F., BALDONI M., 2002. *Carta della vegetazione con itinerari naturalistici, 1:15.000. Parco regionale fluviale dello Stirone*. SystemCart, Roma.
- BIONDI E., VAGGE I., BALDONI M., TAFFETANI F., 2003. Biodiversità fitocenotica e paesaggistica dei fiumi dell'Italia centro-settentrionale: aspetti fitosociologici e sinfitosociologici. *Studi Trentini Scienze Naturali, Acta Biologica*, **80**: 13-21.
- BUNN S.E., ARTHINGTON A.H., 2002. Basic principles and

- ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity. *Environmental Management* **30**: 492-507.
- COLLI M., 2000. *Studio floristico vegetazionale delle lanche di Gerra Gavazzi e di Runate (Canneto sull'Oglio, MN)*. I quaderni del Parco N° 1, Maggio 2000. Ed. TECO, Brescia.
- DE PHILIPPIS A., 1937. Classificazione e indici del clima in rapporto alla vegetazione forestale italiana. *Nuovo Giornale Botanico Italiano*, **XLIV**: 1-169.
- DODDS W.K., 2006. Eutrophication and trophic state in rivers and streams. *Limnology and Oceanography* **51**: 671-680.
- FENAROLI L., 1970. *Note illustrative della carta della vegetazione reale d'Italia*. Ministero Agricoltura e Foreste, Collana Verde 28, pag 70.
- FERRARI C., 1990. La vegetazione della pianura e della costa in Emilia-Romagna. In Adani G. (a cura di), *Il mondo della natura in Emilia-Romagna. La pianura e la costa*. Amilcare Pizzi Editore, Milano.
- GOVI M., TURITTO O., 1993. Processi di dinamica fluviale lungo l'asta del Po. *Acqua & Aria*, **6-7**: 575-588.
- LAMBERTI A., 1993. Le modificazioni recenti verificatesi nell'asta principale del Po e problemi connessi. *Acqua & Aria*, **6-7**: 589-592.
- MALCEVSCI S., BISOGNI L., GARIBOLDI A., 1996. *Reti ecologiche ed interventi di miglioramento ambientale*. Il Verde Editoriale, Milano.
- MARCHETTI R. (ed.), 1993. Problematiche ecologiche del sistema idrografico padano. *Acqua Aria*, 6-7/93: 569-764.
- MAZZOTTI S. (ed.), 2003. *Biodiversità in Emilia-Romagna. Dalla biodiversità regionale a quella globale*. Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara. Regione Emilia-Romagna.
- MUZZI E., ROSSI G., 2003. *Il recupero e la riqualificazione ambientale delle cave in Emilia-Romagna*. Manuale Tecnico Pratico. Regione Emilia-Romagna, Bologna.
- NILSSON C., SVEDMARK M., 2002. Basic principles and ecological consequences of changing water regimes: riparian plant communities. *Environmental Management*, **30**: 468-480.
- NIZZOLI D., CARRARO E., LONGHI D., VIAROLI P., 2010. Effect of organic enrichment and thermal regime on denitrification and dissimilatory nitrate reduction to ammonium (DNRA) in hypolimnetic sediments of two lowland lakes. *Water Research*, doi:10.1016/j.watres.2010.02.002
- OTTOLINI E., ROSSI P., 2002. *Conoscere e realizzare le reti ecologiche*. Istituto per i beni artistici, culturali e naturali della Regione Emilia-Romagna, Bologna.
- PIGNATTI S., 1995. *Ecologia vegetale*. UTET, Torino.
- PIGNATTI S., 1998. *I boschi d'Italia, Sinecologia e fitosociologia*. Scienze Forestali e Ambientali, UTET, Torino.
- POLI G. (a cura di), 2001. *Po, Fiume d'Europa. Progetto di tutela e valorizzazione di iniziativa regionale per la ridefinizione di un modello territoriale e di gestione ecosostenibile*. Regione Emilia-Romagna. D.G. Programmazione territoriale e sistemi di mobilità. Polistampa, Firenze.
- PINAY G., CLEMÉNT J.C., NAIMAN R.J., 2002. Basic principles and ecological consequences of changing water regimes on nitrogen cycling in fluvial systems. *Environmental Management* **30**: 481-491.
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2007. *Gli habitat di interesse comunitario segnalati in Emilia-Romagna*. Regione Emilia-Romagna, Bologna.
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2009. *Linee Guida per il recupero ambientale dei siti interessati dalle attività estrattive in ambito golendale di Po nel tratto che interessa le province di Piacenza, Parma e Reggio Emilia*. Regione Emilia-Romagna, Bologna.
- RINALDI M., SURIAN N., PELLEGRINI L., MARAGA F., TURITTO O., 2010. Attuali conoscenze sull'evoluzione recente di fiumi dell'Italia settentrionale ed implicazioni nella gestione e riqualificazione fluviale. *Biologia Ambientale* (in questo volume).
- ROSSETTI G., BARTOLI M., ARIOTTI L., VIAROLI P., 2003. Studio idrobiologico di ambienti acquatici golenali del Parco Fluviale del Po e dell'Orba (Alessandria). *Biologia Ambientale*, **17**: 53-64.
- RUFFO S. (a cura di), 2001. *Le foreste della Pianura padana. Un labirinto dissolto*. Quaderni Habitat. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Museo Friulano di Storia Naturale. Comune di Udine.
- SARTORI F., BRACCO F., 1993. Foreste e fiumi nel bacino padano del Po. *Acqua & Aria*, **6-7**: 751-763.
- SARTORI F., BRACCO F., 1995. Flora e vegetazione del Po. In *Risorsa Po: un bene da proteggere, un bene da valorizzare*, Accademia delle Scienze di Torino, Torino.
- SARTORI F., BRACCO F., 1996. Present vegetation of the Po Plain in Lombardy. *Allionia*, **34**: 113-135.
- TOMASELLI M., GUALMINI M., SPETTOLI O., 2002. *La vegetazione della Riserva Naturale delle valli del Minicio*. Collana Annali Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali Università di Parma.
- TOMASELLI M., BOLPAGNI R., GUALMINI M., BORGHINI M.L., PERLINI S., SPETTOLI O., 2003. *La vegetazione dei nuclei naturalistici del Parco Regionale dell'Oglio Sud*. Ed. Gerevini, Piacenza.
- UBALDI D., PUPPI G., ZANOTTI A.L., 1996. *Cartografia fitoclimatica dell'Emilia-Romagna*. Regione Emilia-Romagna, Bologna.
- VIAROLI P., BARTOLI M., 2009. Ricerca Ecologica e riqualificazione fluviale. *Riqualificazione fluviale* **2**: 15-22.
- VIAROLI P., BONDAVALLI C., GIORDANI G., PARIS G.M. & ROSSETTI G., 1994. Ricerche idrobiologiche in un bacino artificiale della golena del Po (Isola Giarola, Piacenza). *Atti del X Congresso A.I.O.L.*, Alassio 4-6 novembre 1992: 265-276.
- VIAROLI P., CATTADORI M., ROSSETTI G., 1995. Relazione tra copertura vegetale e caratteristiche chimiche in ambienti acquatici marginali lungo il medio corso del Po. *SttE Atti*, **16**: 229-232.
- VIAROLI P., FERRARI I., ROSSETTI G., 2001. Long-term limnological research in a quarry lake of the Po River, Italy. *Verhandlungen Internationale Vereinigung Limnologie*, **28**: 576-581.
- WALTER H., LIETH H., 1960. *Klimadiagramm weltatlas*. Veb Gustav Fischer Verlag, Jena.
- WETZEL R.G., 1990. Land-water interfaces: metabolic and limnological regulators. *Verhandlungen Internationale Vereinigung Limnologie* **24**: 6-24.