

FRANCESCA BOTTALICO (*) - PAOLA BRUNDU (*)
VALENTINA CAPPELLI (*) - GHERARDO CHIRICI (***)
ORAZIO CIANCIO (**) - LEONARDO ERMINI (****)
SUSANNA NOCENTINI (*) - DAVIDE TRAVAGLINI (*)

GESTIONE DELLE AREE NATURALI E SEMI-NATURALI LUNGO L'ASTA FLUVIALE DELL'ARNO

Nel corso degli anni la struttura e la composizione della vegetazione degli ambienti ripariali è stata profondamente modificata per ridurre i rischi idraulici di piene e esondazioni e per sfruttarne le risorse idriche e estrattive. Oggi, le moderne politiche territoriali cercano di conciliare le esigenze di protezione con quelle di tutela e ripristino degli habitat fluviali.

Il presente studio ha l'obiettivo di individuare nuovi sistemi di gestione delle aree naturali e semi-naturali lungo l'asta fluviale dell'Arno.

Lo studio si è avvalso di una cartografia di dettaglio dei tipi forestali e dell'uso e copertura del suolo realizzata per fotointerpretazione di dati telerilevati e con osservazioni a terra. Inoltre sono stati condotti rilievi su aree di saggio rappresentative delle realtà esistenti lungo il corso dell'Arno e applicati diversi indici funzionali. L'analisi particolareggiata del tratto di fiume ricadente in Provincia di Firenze ha evidenziato la presenza di ambienti diversificati sottoposti a differenti gradi di antropizzazione. Questi ambienti costituiscono importanti bacini di biodiversità e zone di fruizione per lo svago e la ricreazione. I sistemi di gestione proposti sono improntati su criteri di multifunzionalità e di sostenibilità al fine di contemperare le esigenze di sicurezza idraulica con i valori ambientali, sociali e paesaggistici della vegetazione riparia.

Parole chiave: vegetazione riparia; gestione adattativa; indici funzionali; suddivisione dell'alveo.

Keywords: riparian vegetation; adaptive management; functional indicators; river bed classification.

(*) Dipartimento di Economia, Ingegneria, Scienze e Tecnologie Agrarie e Forestali, Università degli Studi di Firenze; via San Bonaventura 13, 50145 Firenze; paola.brundu@unifi.it

(**) Accademia Italiana di Scienze Forestali; piazza Edison, 11 - 50133 Firenze; ciancio@aisf.it

(***) Dipartimento di Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio, Università degli Studi del Molise; contrada Fonte Lappone snc, 86090 Pesche (Isernia); gherardo.chirici@unimol.it

(****) Provincia di Firenze, Difesa del suolo e Protezione civile, via Cavour, 1 - 50123 Firenze; leonardo.ermini@provincia.fi.it

1. INTRODUZIONE

La tutela delle zone umide – ambienti che su scala mondiale sono ritenuti tra i più ricchi di biodiversità animale e vegetale – è divenuta oggi una priorità inderogabile. Molte nazioni hanno sottoscritto accordi e convenzioni internazionali per salvaguardare queste zone alla stessa stregua con cui viene tutelato il patrimonio architettonico, monumentale e paesaggistico (VENTURATO e PETRINI, 2001).

Gli ambienti ripariali sono sistemi semiterrestri regolarmente influenzati dalle acque in movimento di un corso d'acqua (NAIMAN *et al.*, 2005). Essi svolgono un importante ruolo ecologico-ambientale in quanto costituiscono zone di ecotono tra ambienti acquatici e terrestri (ODUM, 1978; NAIMAN e DÉCAMPS, 1990; NAIMAN e DÉCAMPS, 1993, FORMAN, 1995; NAIMAN e DÉCAMPS, 1997; BRINSON, 1990) e favoriscono il movimento di materiali, energia e organismi lungo e attraverso di essi. Inoltre contribuiscono a caratterizzare il paesaggio dei territori che attraversano e sempre più spesso sono utilizzati come luogo di svago e per attività ricreative (MAIROTA, 2002). Sono aree dinamiche caratterizzate da elevati regimi energetici, da una forte eterogeneità degli *habitat*, da una diversità nei processi ecologici e da complessi gradienti multidimensionali (NAIMAN *et al.*, 2005).

Ne discende che a questi ambienti, e in particolare alla loro componente biotica, è riconosciuta una grande importanza ai fini di una pianificazione e gestione del territorio attenta alla tutela ambientale e all'uso sostenibile delle risorse naturali. Di particolare importanza è la capacità di questo sistema di influire sulla qualità delle acque (filtro per i solidi sospesi e gli inquinanti di origine diffusa), sulla stabilità delle sponde e sulla conservazione della biodiversità (NAIMAN *et al.*, 1993).

Ai fini della pianificazione e gestione degli ambienti ripariali, le diverse attitudini della vegetazione di sponda, se pur concettualmente scomponibili in diversi fattori, debbono essere considerate nel loro insieme. Così come avviene più in generale in tutti i sistemi biologici complessi, quali sono le formazioni forestali e gli altri ambienti naturali e semi-naturali, la gestione degli ambienti ripariali deve essere improntata alla cautela (CIANCIO *et al.*, 2002).

Con l'emanazione del Decreto Legislativo 152/06, che incentiva il mantenimento e il ripristino della vegetazione spontanea nella fascia immediatamente adiacente i corpi idrici con funzioni di filtro per i solidi sospesi e gli inquinanti di origine diffusa, di stabilizzazione delle sponde e di conservazione della biodiversità da contemperarsi con le esigenze di funzionalità dell'alveo, l'interesse per il mantenimento e il recupero degli ambienti ripariali è cresciuto sensibilmente anche nel nostro Paese.

Il D.Lgs. 152/06 attribuisce alle Regioni e alle Autorità di Bacino il compito di disciplinare gli interventi di trasformazione e di gestione del suolo e del soprassuolo in una fascia di almeno 10 metri dalla sponda di fiumi, laghi, stagni e lagune. Si pone quindi per le Autorità di Bacino e le Amministrazioni Regionali il problema sia della individuazione delle fasce di pertinenza dei corpi idrici, sia della pianificazione degli interventi e della definizione delle norme di tutela di tali aree.

In Provincia di Firenze, la gestione della vegetazione di sponda del fiume Arno è stata basata per lo più su di un modello semplificato che prendeva in considerazione quasi esclusivamente le esigenze di sicurezza idraulica, con drastici tagli della vegetazione, spianamenti del letto del fiume, eliminazione delle isole e degli accumuli ghiaiosi. (SCHWEIZER e PINI PRATO, 2003; ERMINI, 2007). Queste azioni, seppur giustificate dalla necessità di limitare il rischio idraulico, sono in contrasto con la necessità di garantire la sostenibilità ecologica degli interventi e la conservazione del valore ambientale di questo particolare ecosistema.

In questo lavoro viene presentata e proposta una metodologia per definire nuove linee guida gestionali delle risorse naturali e semi-naturali lungo i corsi d'acqua. Il metodo è stato applicato a un caso di studio nell'ambito del progetto «Sperimentazione di tecniche di gestione delle aree naturali e semi-naturali lungo l'asta fluviale dell'Arno nella Provincia di Firenze», realizzato in collaborazione tra la Provincia di Firenze e l'allora Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali dell'Università degli Studi di Firenze, oggi Dipartimento di Economia, Ingegneria, Scienze e Tecnologie Agrarie e Forestali.

2. MATERIALI E METODI

Il lavoro è stato svolto in Provincia di Firenze all'interno dei confini proposti per il futuro Parco Fluviale dell'Arno (ULIVIERI *et al.*, 2006). Il Parco si sviluppa lungo il corso del fiume per oltre 61 km e presenta caratteristiche estremamente diversificate. Infatti, a zone con livelli di elevata naturalità si alternano zone urbane densamente abitate e utilizzate per attività produttive.

La zonizzazione proposta per il Parco Fluviale dell'Arno prevede la suddivisione del territorio del Parco in due zone, Zona A e Zona B. La Zona A comprende le aree di proprietà demaniale situate lungo il corso del fiume, la Zona B quelle di proprietà privata. La Zona A è estesa 969 ha, pari al 22% della superficie complessiva del Parco, il restante 78% ricade nella Zona B (Figura 1).

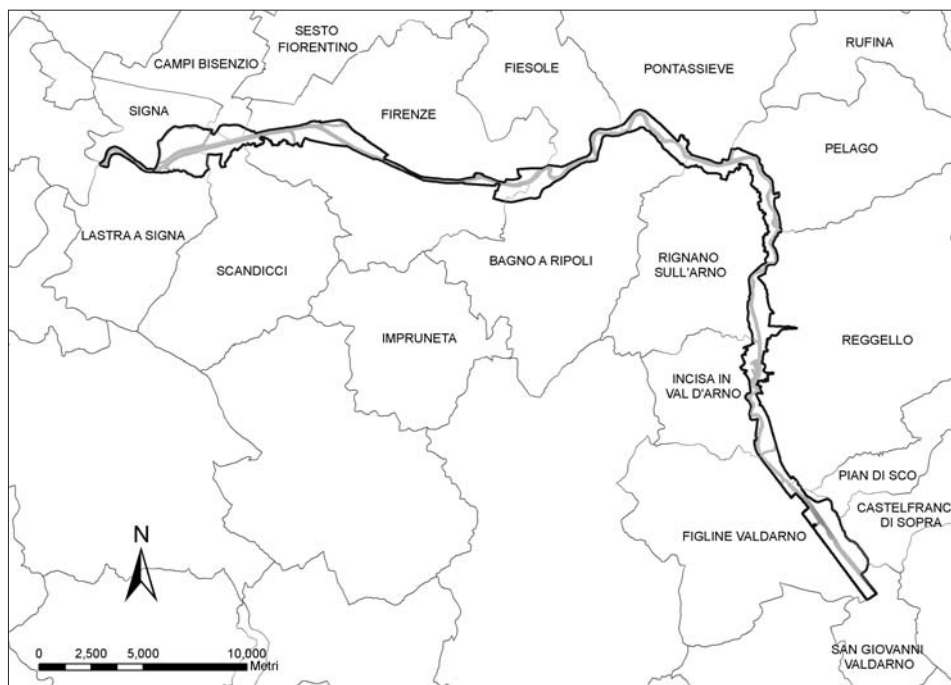


Figura 1 – Limiti del parco fluviale dell'Arno. In nero i confini della Zona B, in grigio i confini della Zona A.

In questo lavoro sono state prese in esame le aree naturali e semi naturali situate nella Zona A del Parco, la cui gestione è affidata alla Provincia di Firenze.

Le prime fasi dello studio si sono concentrate sulla caratterizzazione quali-quantitativa delle vegetazione ripariale attraverso la realizzazione di una specifica cartografia e l'esecuzione di rilievi a terra su aree di saggio. In seguito sono stati applicati una serie di indici tematici per individuare le funzioni assolute dalla vegetazione di sponda nei diversi tratti di fiume oggetto di indagine. Infine, sulla base del quadro conoscitivo così ottenuto sono state proposte linee di gestione innovative per le aree naturali e semi-naturali lungo l'asta fluviale dell'Arno.

2.1. Carta dei tipi forestali e dell'uso e copertura del suolo

I sistemi fluviali della Toscana risultano scarsamente studiati, i pochi dati disponibili sono relativi ad aree particolari quali parchi, riserve naturali e oasi faunistiche limitrofe ai corsi d'acqua, di superficie limitata e non sempre rappresentative dello stato generale dell'ambiente fluviale. Anche l'Ar-

no, nonostante la sua importanza storica ed economica, non fa eccezione e pochi sono i dati disponibili relativi a studi sistematici recenti sulla sua vegetazione (ARRIGONI, 2003; MOSTI, 2002).

Per caratterizzare qualitativamente gli usi del suolo e le formazioni forestali presenti lungo il corso dell'Arno è stato sviluppato un sistema di nomenclatura *ad hoc* utilizzato per realizzare la Carta dei tipi forestali e dell'uso/copertura del suolo. La definizione del sistema di nomenclatura è derivato da una serie di sopralluoghi di campagna realizzati in tutta l'area di studio e dall'esame di quanto già presente in letteratura, con particolare riferimento al sistema internazionale Corine Land Cover dettagliato al IV livello tematico nella sua implementazione nazionale in scala 1:100.000 (BOLOGNA *et al.*, 2004) per le aree con uso e copertura del suolo di tipo artificiale o agricolo, e all'inquadramento dei Tipi Forestali della Regione Toscana (MONDINO e BERNETTI, 1998) per le aree naturali e semi-naturali. Complessivamente nell'area di studio sono state così identificate 6 categorie a loro volta suddivise in tipi, sottotipi e varianti per un totale di 9 tipi di interesse forestale (Tabella 1), incluso le zone verdi artificiali non agricole.

La restituzione cartografica è basata sulla fotointerpretazione in ambiente GIS (*Geographic Information System*) di ortofoto digitali a colori naturali acquisite nel 2000 dall'Autorità di Bacino del fiume Arno con elevata risoluzione geometrica nominale (pixel di 20 cm). Il risultato preliminarmente ottenuto dalla fotointerpretazione è stato verificato sistematicamente a

Tabella 1 – Legenda Corine Land Cover al IV livello tematico integrata con i tipi forestali della Regione Toscana.

<i>Categorie</i>	<i>Tipi</i>	<i>Sottotipi</i>	<i>Varianti</i>
superfici artificiali	<ul style="list-style-type: none"> – aree urbanizzate campi nomadi zone industriali – zone estrattive, cantieri, discariche e altri terreni artefatti e abbandonati – zone verdi artificiali non agricole – traverse idrauliche 	<ul style="list-style-type: none"> – aree industriali, commerciali reti stradali, ferroviarie depuratori – aree estrattive cantieri discariche ruderi o strutture in evidente stato di abbandono – aree verdi urbane aree ricreative e sportive cimiteri 	

(continua)

Continua Tabella 1

<i>Categorie</i>	<i>Tipi</i>	<i>Sottotipi</i>	<i>Varianti</i>
superfici agricole	<ul style="list-style-type: none"> - seminativi serre colture permanenti - zone agricole eterogenee 	<ul style="list-style-type: none"> - vigneti frutteti e frutti minori oliveti arboricoltura da legno - sistemi colturali e particellari complessi 	<ul style="list-style-type: none"> - pioppicoltura latifoglie a legname pregiato eucalitteti conifere
boschi	<ul style="list-style-type: none"> - boschi a prevalenza di querce e altre latifoglie sempreverdi - boschi a prevalenza di querce caducifoglie - boschi planiziali di latifoglie miste mesofile - boschi alveali e ripari con specie igrofile - robinieti - ailanteti - boschi di conifere - aree a vegetazione erbacea e/o arbustiva 	<ul style="list-style-type: none"> - a salici di greto a salice bianco con pioppo bianco e nero a ontano a frassino meridionale a pioppo bianco a pioppo nero - robinieti puri robinieti misti con salice e pioppo robinieti misti con ailanto - boschi a prevalenza di pini mediterranei e cipressi boschi a prevalenza di pini oro-mediterranei e montani - aree a vegetazione erbacea e/o arbustiva aree a prevalenza di canne aree a prevalenza di biancospino (arbusteti a rose rovi e prugnolo) aree a prevalenza di ginestre aree a prevalenza di ginepri 	
spiagge, dune e sabbie			
corsi d'acqua			
bacini d'acqua			

terra in forma censuaria con l'ausilio di strumentazione GPS (*Global Positioning System*).

L'elaborato cartografico finale è stato restituito in scala 1:1000 (unità minima cartografabile 1000 m² e 1 m di larghezza minima per gli elementi lineari).

2.2. Aree di saggio

All'interno di un'area di studio così vasta e variegata sono state identificate sette aree di saggio in cui effettuare rilievi dendrometrici e strutturali. Le aree ricadono nel tratto di fiume compreso tra i comuni di Rignano sull'Arno e Scandicci e sono situate su entrambe le sponde dell'Arno in diverse zone concordate con la Provincia (Figura 2). Le aree sono state scelte in modo da caratterizzare gli ambienti a diverso grado di naturalità presenti nell'area di studio, tenendo conto anche della loro distanza rispetto ai centri abitati e quindi delle potenzialità di fruizione. La superficie complessiva delle sette aree di saggio è di 33,71 ettari, che corrisponde al 3,5% dell'intera area di studio, corpo idrico incluso (Tabella 2).

In ogni area sono stati eseguiti i rilievi necessari per fornire una caratterizzazione compositiva e strutturale dei soprassuoli presenti.

I rilievi sono stati condotti sulle piante con diametro superiore a 5 cm.

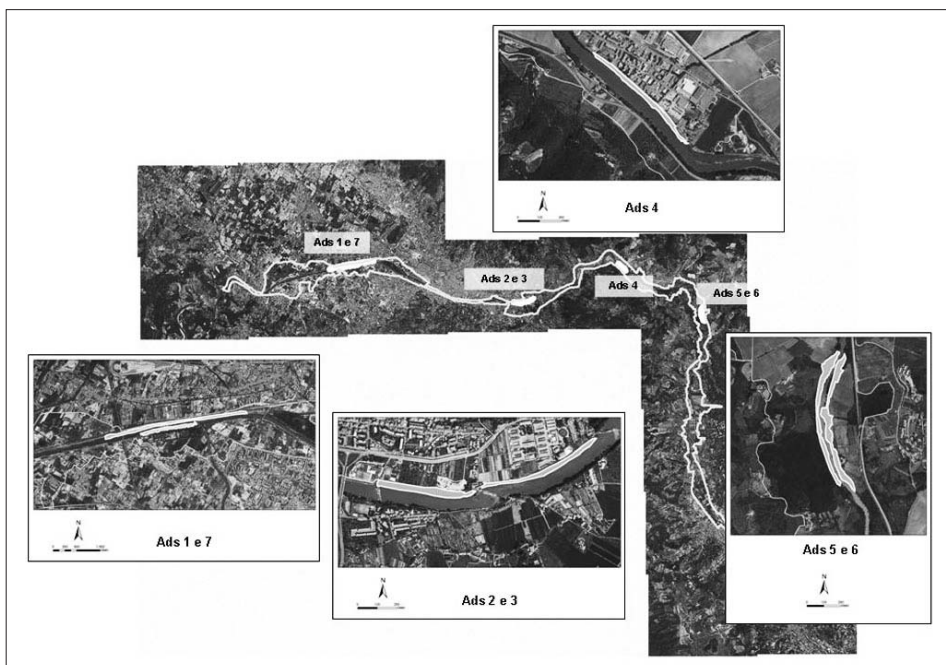


Figura 2 – Posizione delle aree di saggio (confini in bianco) lungo l'asta del fiume Arno.

Tabella 2 – Estensione delle aree di saggio e delle tipologie forestali presenti in esse.

Area	Località	Sponda	Superficie ettari	Tipi forestali	Superficie ettari
1	Podere Canacci	Sinistra	5,89	Boschi alveali e ripari con specie igrofile Aree a vegetazione erbacea e/o arbustiva	3,69 2,05
2	San Andrea a Rovezzano	Destra	2,42	Boschi alveali e ripari con specie igrofile Aree a vegetazione erbacea e/o arbustiva	0,06 1,88
3	Rovezzano	Destra	1,84	Aree a vegetazione erbacea e/o arbustiva	1,58
4	Le Sieci	Destra	1,56	Boschi alveali e ripari con specie igrofile Aree a vegetazione erbacea e/o arbustiva Robinieti	0,76 0,23 0,49
5	Mulino D'Orlando	Destra	3,66	Robinieti	2,60
6	Mulino D'Orlando	Sinistra	3,07	Aree a vegetazione erbacea e/o arbustiva Boschi a prevalenza di querce e altre latifoglie sempreverdi	1,83 0,76
7	Le Piagge	Destra	15,27	Boschi alveali e ripari con specie igrofile Aree a vegetazione erbacea e/o arbustiva Robinieti	2,18 11,91 0,11
			Tot. 33,71		Tot. 30,13

Di ogni pianta sono state rilevate, oltre alla specie:

- posizione geografica, con GPS palmare a precisione submetrica in modo da generare una banca dati georeferenziata;
- diametro a 1,3 m, con cavalletto dendrometrico;
- altezza totale e altezza d'inserzione della chioma, con ipsometro Vertex a ultrasuoni;
- diametro minore e maggiore della proiezione a terra della chioma, con rotella metrica.

Nelle aree 5 e 6, a causa dell'elevata densità del soprassuolo forestale, il rilievo dendrometrico è stato realizzato su un'area circolare di 700 m².

Per il calcolo del volume sono state utilizzate le tavole di cubatura a doppia entrata dei pioppi, delle altre latifoglie allevate a ceduo e dell'abete rosso del primo Inventario Forestale Nazionale Italiano (CASTELLANI *et al.*, 1984).

2.3. Indici funzionali

Parte della complessità nella gestione degli ecosistemi fluviali Mediterranei è riconducibile alla interazione dei rapporti «uomo-natura».

GONZALES *et al.* (2009) tramite l'utilizzo di vari indici, in particolare l'IBI (Indice di Integrità Biotica) hanno attribuito un grado di complessità ecologico-funzionale agli *habitat* ripariali delle aree analizzate con l'obiettivi-

vo di fornire un contributo per migliorare la gestione degli ecosistemi fluviali a scala locale (SALINAS *et al.*, 2000; FERREIRA *et al.*, 2005; MILLER *et al.*, 2006; REISS, 2006).

Per poter disporre di un quadro conoscitivo sulla valenza ambientale, idraulica e sociale degli ambienti di ripa per il caso di studio qui presentato sono stati scelti i seguenti quattro indici tematici:

- Indice di Funzionalità Fluviale per la valenza ecologico-paesaggistica;
- Indice della Valenza Avifaunistica e delle emergenze ornitiche per la valenza ecologico-faunistica;
- Indice di Funzionalità ricreativa e Sociale per la valenza sociale e ricreativa;
- Indice di Valenza Idraulica per le esigenze e prescrizioni di polizia idraulica.

La quantificazione degli indici è stata realizzata per entrambe le sponde di ognuno dei 31 tratti di fiume, lunghi circa due chilometri, in cui è stato suddiviso l'asse longitudinale dell'Arno. I confini dei tratti sono stati desunti dall'analogo approccio già adottato da GIUNTI e SPOSINI (2004). I valori dei quattro indici permettono di inquadrare in modo speditivo alcune delle caratteristiche dominanti dei diversi tratti (ERMINI, 2007).

2.3.1. Indice di Funzionalità Fluviale

L'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente ha riunito nel 1998 un gruppo di lavoro che ha portato alla creazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) (ANPA, 2003). L'indice ha come obiettivo principale la valutazione dello stato complessivo dell'ambiente fluviale e della sua funzionalità, intesa come risultato della sinergia e dell'integrazione di una importante serie di fattori biotici e abiotici presenti nell'ecosistema acquatico e in quello terrestre a esso collegato.

La sua valutazione viene effettuata tramite la compilazione di una scheda con domande a risposta multipla. Alle risposte sono assegnati pesi numerici raggruppati in 4 classi (con peso minimo 1 e massimo 30) che esprimono le differenze funzionali tra le singole risposte. I valori di IFF vengono tradotti in cinque livelli di funzionalità espressi con numeri romani (dal I che indica la situazione migliore al V che indica quella peggiore).

2.3.2. Indice di Valenza Avifaunistica

L'Indice di Valenza Avifaunistica (IVA) è stato appositamente derivato dalla carta del Valore Avifaunistico e da quella delle Aree di Importanza Avifaunistica, due elaborati cartografici realizzati nell'ambito dell'«Atlante degli uccelli nidificanti e svernanti nell'Arno in Provincia di Firenze» (GIUNTI e SPOSINI, 2004).

Il valore avifaunistico per ognuno dei 31 tratti indagati è stato calcolato

utilizzando il parametro della ricchezza specifica (considerando separatamente quella invernale da quella nel periodo riproduttivo) unitamente a quello derivante dal grado di rarità (o livello di minaccia) in cui si trovano le popolazioni delle varie specie a scala regionale, italiana e continentale. Il risultato è un valore compreso tra 0 e 3. Il valore avifaunistico complessivo attribuito ai tratti di fiume è quindi normalizzato ed espresso in una scala che va da «alto» a «molto basso».

2.3.3. Indice di funzionalità Ricreativa e Sociale

Analogamente ai casi precedenti è stato messo a punto un indice per la valutazione della valenza Ricreativa e Sociale (IRS) prendendo in considerazione le caratteristiche del tratto dell'asta fluviale analizzato e del tessuto paesistico circostante.

I parametri presi in considerazione sono tre:

- la presenza di *greenway*, cioè di piste ciclabili o pedonali;
- la vicinanza ai centri abitati;
- la vicinanza a punti di interesse turistici o ludico ricreativi.

Seguendo l'esempio della scheda predisposta per l'IFF è stata elaborata una scheda con 8 domande alle quali sono assegnati dei punteggi (tra un minimo di 1 e un massimo di 20) che esprimono le differenze funzionali tra le singole risposte. I valori di IRS sono quindi stati tradotti in 3 livelli: basso, medio, alto.

2.3.4. Indice di Valenza Idraulica

Sebbene siano state individuate delle chiare relazioni tra caratteristiche della vegetazione e rischio idraulico, queste tendono a variare in modo continuo lungo la riva a seconda delle condizioni micro-stazionali e della portata della piena. Non è stato quindi possibile caratterizzare i 31 tratti del fiume con diversi livelli di rischio idraulico.

Tuttavia, attraverso la valutazione degli interventi che ad oggi vengono realizzati e i criteri su cui si basano si è giunti a una zonizzazione trasversale rispetto all'asse longitudinale del fiume. Secondo questo approccio, i tratti più vicini all'alveo di morbida sono quelli che più probabilmente saranno interessati da eventi di piena. La loro gestione dovrà quindi essere particolarmente attenta agli aspetti più prettamente idraulici. Le aree che invece si trovano più distanti rispetto all'alveo di morbida avranno una valenza idraulica minore e la loro gestione potrà essere basata seguendo aspetti più prettamente ecologico-ambientali e/o socio-ricreativi.

In prima approssimazione si è ipotizzata una valenza idraulica alta nei primi 7 metri dall'alveo di morbida, un valore medio per i successivi 30 metri e un valore basso per il restante territorio del Parco. È da notare che la valenza idraulica non potrà essere mai nulla in quanto tutto il territorio del

Parco dell'Arno ricade in aree ad elevata pericolosità idraulica (PI4), come dal PAI dell'Autorità di Bacino del fiume Arno. Una più dettagliata descrizione delle relazioni tra attività gestionali e distanza dall'alveo è stata inserita nel paragrafo 3.4.1.

2.4. Derivazione delle linee guida gestionali

Nella derivazione delle linee guida di gestione delle aree naturali e seminaturali lungo l'asta fluviale dell'Arno è stato seguito il seguente approccio:

- la priorità è riconosciuta sempre alle esigenze di protezione idraulica;
- quando le esigenze di protezione idraulica non sono pressanti allora vengono presi in considerazione gli altri fattori come mostrato in Figura 3.

L'approccio gestionale proposto è di tipo adattativo e prevede il monitoraggio delle reazioni agli interventi in relazione a indicatori che andranno opportunamente scelti per valutare sia il cambiamento degli aspetti vegetazionali (compositivi e strutturali) sia eventuali modifiche negli indici prima descritti.

3. RISULTATI

3.1. Caratterizzazione delle formazioni vegetali

Dei 969 ettari di superficie totale dell'area di studio il 41,51% (402,20 ettari) ricade su superfici a carattere forestale, il restante 58,49% (566,8 ettari) è costituito da superfici agricole, superfici «artificiali» e dalla categoria «altre aree».

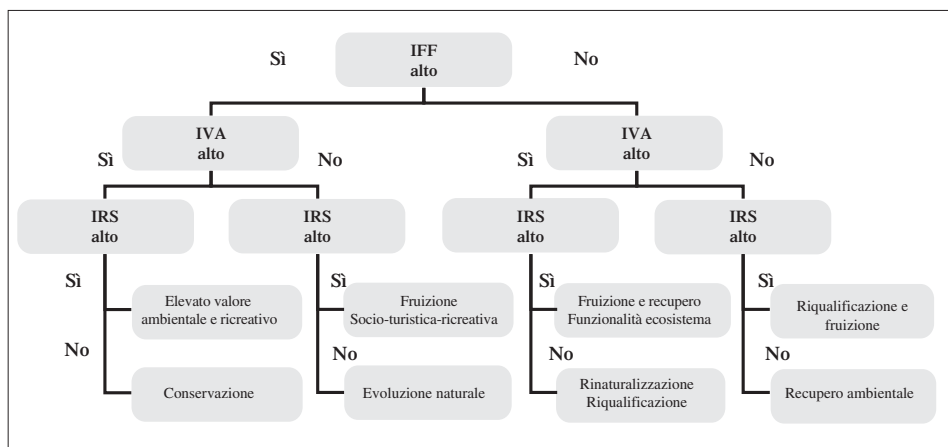


Figura 3 – Diagramma di flusso che rappresenta la derivazione dell'attitudine prevalente dalla combinazione degli indici funzionali.

I tipi forestali individuati sono stati raggruppati – rispetto al sistema di nomenclatura sviluppato per la Carta dei tipi forestali e di uso e copertura del suolo – in 5 classi per le quali si prospettano affinità gestionali. I risultati ottenuti in termini di superfici cartografate sono riportati in Tabella 3.

Tra le superfici forestali la classe prevalente (196,7 ettari) è quella delle aree a vegetazione erbacea e/o arbustiva seguita dai boschi alveali e ripari di specie igrofile e robinieti (170,10 ettari). I robinieti, puri o misti, rappresentano da soli il 53% circa della classe che li comprende. La formazione meno rappresentata è quella dei boschi di querce, di latifoglie sempreverdi e di conifere (3,9 ettari).

3.2. Rilievi dendrometrici

L'analisi dei dati dendrometrici rilevati nelle aree di saggio (Tabelle 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10) evidenzia la diversità di ambienti ripari presenti lungo il corso del fiume Arno. Si passa da soprassuoli con strutture e fisionomie tipicamente forestali (aree 1, 5 e 6), a soprassuoli assimilabili a parchi urbani alberati (aree 2 e 3), a zone aperte con copertura arborea scarsa o assente (aree 4 e 7).

Le formazioni più tipicamente forestali sono caratterizzate da una maggiore diversità specifica e complessità strutturale. I boschi a prevalenza di quercia e i boschi misti di latifoglie decidue, abbandonati o governati a ceduo, talvolta con presenza rilevante di robinia (a esempio area 6), si sviluppano su superfici più o meno estese lungo i versanti collinari come avviene tra Incisa Val d'Arno e Bagno a Ripoli; i boschi alveali e ripari con salice, pioppo bianco, pioppo nero e altre latifoglie, costituiscono fasce verdi lungo le sponde del fiume in aree pianeggianti ad uso prevalentemente agricolo (a esempio aree 1 e 5), più difficilmente accessibili e meno frequentate dalle popolazioni residenti nei centri urbani situati a una certa distanza.

Il rilievo della posizione delle singole piante sul terreno nelle diverse aree

Tabella 3 – Superficie in ettari delle classi di interesse forestale.

Classe	Ettari	% rispetto alla superficie forestale totale
Boschi alveali e ripari: specie igrofile, robinieti e alianteti	170,10	42,19
Boschi planiziali di latifoglie miste – mesofile e boschi a prevalenza di querce caducifoglie	8,40	2,08
Boschi a prevalenza di querce e altre latifoglie sempreverdi e boschi di conifere	3,90	0,97
Aree a vegetazione erbacea e/o arbustiva	196,70	48,78
Zone verdi artificiali non agricole	24,10	5,98
Totale	402,20	100,00

Tabella 4 – Principali valori dendrometrici rilevati all'interno dell'area 1.

<i>Specie</i>	<i>Numero n/ha</i>	<i>Area basimetrica m²/ha</i>	<i>Volume m³/ha</i>	<i>Diametro medio cm</i>	<i>Altezza media m</i>
Pioppo bianco	31	2,96	18,72	27	15,34
Salix sp.	56	3,14	24,13	21	13,19
Altre latifoglie	7	0,15	0,80	13	–
Totale	94	6,25	43,65		

Tabella 5 – Principali valori dendrometrici rilevati all'interno dell'area 2.

<i>Specie</i>	<i>Numero n/ha</i>	<i>Area basimetrica m²/ha</i>	<i>Volume m³/ha</i>	<i>Diametro medio cm</i>	<i>Altezza media m</i>
Pioppo bianco	15	1,10	3,91	24	9,48
Pioppo nero	4	0,25	0,22	22	–
Robinia	2	0,06	0,06	16	–
Salix sp.	2	0,13	0,23	23	–
Cipresso comune	1	0,07	0,16	24	–
Totale	24	1,62	4,58		

Tabella 6 – Principali valori dendrometrici rilevati all'interno dell'area 3.

<i>Specie</i>	<i>Numero n/ha</i>	<i>Area basimetrica m²/ha</i>	<i>Volume m³/ha</i>	<i>Diametro medio cm</i>	<i>Altezza media m</i>
Pioppo bianco e nero	2	0,40	1,80	39	–
Robinia e Ailanto	2	0,05	0,20	14	–
Salix sp.	1	0,06	0,27	21	–
Altre latifoglie	7	0,29	1,46	18	7,76
Totale	12	0,79	3,73		

Tabella 7 – Principali valori dendrometrici rilevati all'interno dell'area 4.

<i>Specie</i>	<i>Numero n/ha</i>	<i>Area basimetrica m²/ha</i>	<i>Volume m³/ha</i>	<i>Diametro medio cm</i>	<i>Altezza media m</i>
Pioppo bianco e nero	5	0,17	0,80	16	–
Altre latifoglie	10	0,73	5,15	24	8,82
Totale	15	0,90	5,95		

Tabella 8 – Principali valori dendrometrici rilevati all'interno dell'area 5.

<i>Specie</i>	<i>Numero n/ha</i>	<i>Area basimetrica m²/ha</i>	<i>Volume m³/ha</i>	<i>Diametro medio cm</i>	<i>Altezza media m</i>
Altre latifoglie	43	0,96	6,45	13	–
Pioppo bianco	171	18,33	169,54	29	24,30
Pioppo nero	214	55,98	442,29	45	22,84
Salix sp.	314	11,87	125,05	17	13,93
Totale	742	87,14	743,33		

Tabella 9 – Principali valori dendrometrici rilevati all'interno dell'area 6.

<i>Specie</i>	<i>Numero n/ba</i>	<i>Area basimetrica m²/ba</i>	<i>Volume m³/ba</i>	<i>Diametro medio cm</i>	<i>Altezza media m</i>
Pioppo nero	157	2,58	7,62	11	8,18
Farnia	314	9,95	74,32	16	13,19
Acerò campestre	471	4,92	25,21	9	9,02
Robinia	171	2,46	15,53	11	–
Altre latifoglie	200	2,96	6,57	11	7,97
Totale	1313	22,87	129,25		

Tabella 10 – Principali valori dendrometrici rilevati sulle piante vive all'interno dell'area 7.

<i>Specie</i>	<i>Numero n/ba</i>	<i>Area basimetrica m²/ba</i>	<i>Volume m³/ba</i>	<i>Diametro medio cm</i>	<i>Altezza media m</i>
Pioppo bianco	1	0,39	2,58	55	22,39
Pioppo nero	3	0,87	5,99	48	18,66
Salix sp.	1	0,35	1,48	53	15,72
Altre latifoglie	3	0,15	0,96	20	10,43
Totale	8	1,77	11,01		

di saggio (si veda un esempio in Figura 4) ha consentito di identificare il tipo di aggregazione spaziale e specifica. Questa operazione, oltre a dare indicazioni dal punto di vista della struttura attuale, sarà utile in futuro per monitorare nel tempo i cambiamenti e gli effetti degli interventi che verranno applicati.

3.3. Linee guida gestionali

Dall'analisi incrociata tra la Carta delle tipologie forestali e dell'uso copertura del suolo e la valenza dei diversi tratti del fiume riscontrata con gli indici tematici è stata elaborata in ambiente GIS la Carta degli indirizzi gestionali (Figura 5). Complessivamente sono previsti 10 indirizzi gestionali (Tabella 11). Indirizzi come la libera evoluzione o la rinaturalizzazione, nonostante siano parte della teoria della selvicoltura sistemica (codice 12), sono stati elevati a indirizzi a sé stanti per evidenziare al gestore la loro priorità in alcune zone dell'area di studio.

Le linee gestionali indicate in cartografia rappresentano comunque delle indicazioni di massima che divengono operative solo a seguito dell'implementazione di dati e osservazioni rilevate terra con sopralluoghi puntuali.

3.4. Tipologia di intervento

L'individuazione degli interventi più adatti al complesso ambiente oggetto di studio trova le sue basi concettuali nel *modus operandi* del criterio culturale. Questo approccio tende a sostenere la funzionalità della

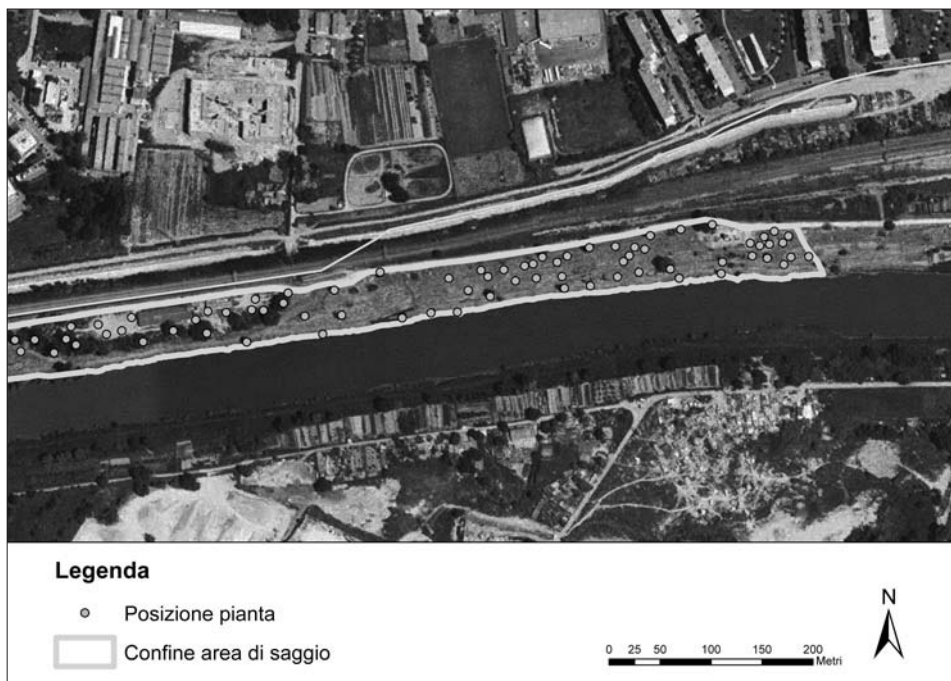


Figura 4 – Esempio di distribuzione delle piante nell'area 7.

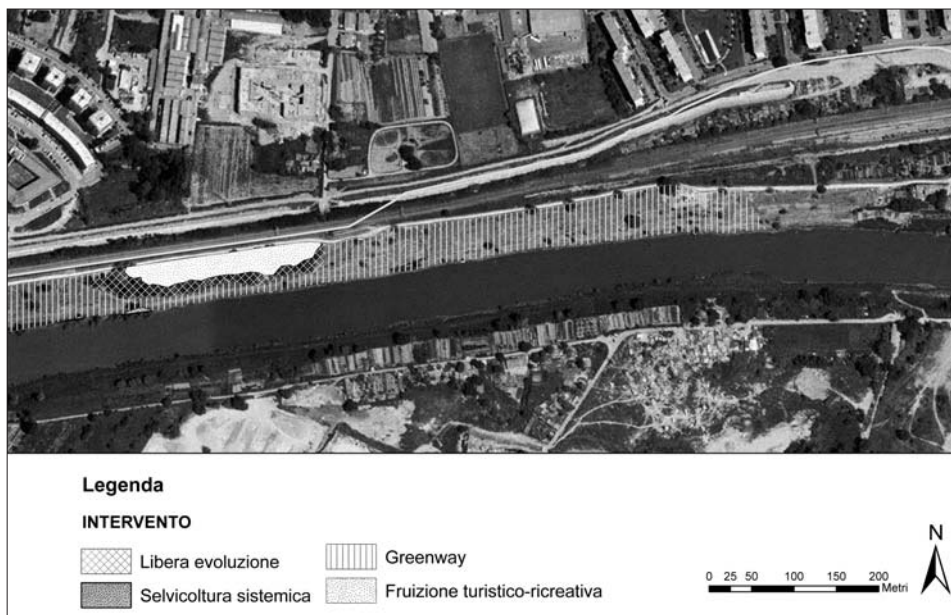


Figura 5 – Esempio di indirizzi gestionali di un tratto dell'Arno.

Tabella 11 – Legenda dei codici relativi agli indirizzi gestionali.

<i>Codice intervento</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Ettari</i>
10	Minimizzazione del rischio idraulico	6,51
11	Libera evoluzione	106,78
12	Gestione sistemica	98,38
13	Rinaturalizzazione	6,56
14	Fruizione turistico-naturalistica	0,86
15	Riqualificazione	0,10
16	Impianti	12,71
17	Greenway	88,28
18	Fruizione turistico-ricreativa	5,97
19	Mantenimento del cotico erboso	76,07
	Superficie totale	402,20

copertura arborea in modo da creare i presupposti per eliminare o quanto meno attenuare fortemente la semplificazione specifica e strutturale, favorendo la biodiversità e avvantaggiando le specie autoctone (CIANCIO, 2007). Gli interventi sono derivati dalle linee guida gestionali sopra esposte e sono diversificati in funzione di tre elementi principali interdipendenti tra loro:

- la distanza dall'alveo;
- la distanza dai centri abitati;
- la tipologia forestale.

3.4.1. Distanza dall'alveo

Da un punto di vista operativo l'asse del fiume è stato suddiviso in senso trasversale in tre diverse zone (CALAMINI, 2009):

- alveo di modellamento, interessato dalle piene ricorrenti (2-3 anni), nel quale è opportuno il taglio di tutta la vegetazione non flessibile;
- sponda dell'alveo di modellamento, dove è opportuno effettuare diradamenti di tipo basso e grado moderato e la rimozione di tutti gli individui con evidenti segni di deperimento al fine di proteggere le sponde dall'erosione favorendo nel contempo l'ombreggiamento e la termoregolazione del corso d'acqua;
- dalla sponda dell'alveo di modellamento fino al limite delle piene con tempo di ritorno trentennale. In quest'area la scelta delle piante da asportare deve tendere all'eliminazione degli individui con evidenti segni di deperimento e su quelli che per densità e posizione reciproca possono favorire l'accumulo di materiali tali da ostacolare il regolare deflusso delle acque.

3.4.2. Distanza dai centri abitati

La distanza dai centri abitati è una caratteristica che influenza in modo particolare le scelte gestionali. Le aree vicine o inserite all'interno di

ambienti urbani sono quelle interessate da una maggior frequentazione per scopi ricreativi e sono inoltre quelle sottoposte a maggiore attenzione dal punto di vista della sicurezza idraulica.

Gli interventi devono essere mirati prima di tutto a tutelare l'incolumità delle persone e delle cose e per questo si prevedono potature e tagli fitosanitari lungo le *greenway*, diradamenti a carico della vegetazione che può avere effetti negativi sullo scorrimento delle acque, piantagioni con specie arboree e arbustive atte a creare aree ombreggiate alle persone in transito o in sosta. All'allontanarsi dalle aree urbane la vegetazione fluviale assume gradualmente l'aspetto di soprassuolo boscato vero e proprio nel quale si devono effettuare gli interventi colturali più consoni al suo mantenimento e possibilmente alla sua espansione.

3.4.3. Interventi in relazione alla tipologia forestale

Dalla caratterizzazione delle formazioni vegetali è emerso che le tipologie riscontrate nell'area di studio possono essere raggruppate, per affinità gestionali, in cinque classi principali (Tabella 3). Per ogni classe sono state elaborate specifiche indicazioni colturali.

Nell'ambito del progetto con la Provincia di Firenze le operazioni colturali e gli interventi proposti sono stati pensati affinché fossero di facile consultazione e comprensione da parte degli operatori che agiscono sul territorio. Perciò nella loro forma originale sono stati raccolti in un «Manuale delle indicazioni colturali», a cui si rimanda per ulteriori dettagli, dove sono stati descritti in modo puntuale sia il tipo di intervento per ogni tipologia, sia come, quando e dove effettuare piantagioni, diradamenti, potature, trattamenti al cotico erboso, ecc. In Tabella 12 è riportato un esempio relativo alla classe «Boschi alveali e ripari» e alla classe «Boschi a prevalenza di querce e altre latifoglie sempreverdi e boschi di conifere», formazioni forestali che caratterizzano diversi tratti del fiume Arno esaminati in questo studio.

4. CONCLUSIONI

La metodologia adottata permette di stabilire un rapporto di continuità e non di subordinazione tra la pianificazione, le esigenze degli *habitat* e delle specie riparie e la funzionalità di questi sistemi ambientali in relazione alle esigenze della collettività.

Nel caso specifico, coerentemente con gli obiettivi prefissati, il monitoraggio e il continuo adeguamento della gestione alle risposte del sistema consente di coniugare le esigenze colturali della vegetazione ripariale con le

Tabella 12 – Interventi culturali proposti per i «Boschi alveali e ripari» e per i «Boschi a prevalenza di querce e altre latifoglie sempreverdi e boschi di conifere».

<i>Classe</i>	<i>Specie prevalenti</i>	<i>Intervento culturale</i>
Boschi alveali e ripari	Specie igrofile	Eliminazione dei soggetti morti o prostrati che possono essere di ostacolo al deflusso. Diradamento sulle ceppaie con più di due polloni e rilascio del pollone migliore. Preservazione degli individui di grandi dimensioni sufficientemente distanti dall'alveo di modellamento. Tutela dei nuclei di rinnovazione e piantagione dove il grado di copertura è ridotto.
	Robinieti	Interventi mirati a tenere le piante il più possibile aduggiate. Cercinatura sulle piante adulte. Taglio alto sulla ceppaia.
Boschi a prevalenza di querce e altre latifoglie sempreverdi e boschi di conifere		Taglio a scelta a gruppi per favorire la rinnovazione naturale. Monitoraggio delle dinamiche in atto.

operazioni di contenimento del rischio idraulico, e nel contempo di valorizzare l'uso ricreativo e sociale.

Se in passato l'obiettivo principale della gestione di un ecosistema fluviale è stato quasi unicamente quello di garantire il regolare deflusso delle acque, oggi a questo obiettivo si sono associate una serie di esternalità scaturite dai mutamenti socio-culturali avvenuti nel corso del tempo.

L'analisi effettuata mette in luce l'importanza che questi ambienti rivestono sia come bacini di biodiversità, sia come zone di fruizione per lo svago e la ricreazione, e ne evidenzia anche la loro fragilità. La stretta vicinanza alle aree urbane li ha resi nel tempo estremamente vulnerabili a causa di interventi che si sono quasi sempre dimostrati inappropriati.

La metodologia qui presentata ha consentito di formulare, in maniera trasparente e replicabile, linee guida per una gestione sostenibile di questo particolare ecosistema. L'approccio adattativo consente di modificare via via le indicazioni culturali in funzione delle reazioni del sistema e della verifica della coerenza degli effetti della gestione con gli obiettivi stabiliti.

In tal modo si garantisce la conservazione nel tempo e nello spazio di queste aree verdi fluviali che, oltre a essere ecosistemi preziosissimi dal punto di vista biologico e naturalistico, caratterizzano la storia e il paesaggio dei luoghi che attraversano.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori desiderano ringraziare l'Arch. Luigi Ulivieri e l'Arch. Adriana Sgolastra della Provincia di Firenze per aver appoggiato il progetto; un ringraziamento particolare al Dr. Stefano Bologna per avere curato la prima parte del lavoro. Infine si esprime sincera gratitudine a Cecilia Chelazzi, Fabio Ramazzotti e Giulia Nesi per il loro contributo nelle fasi di rilievo a terra.

SUMMARY

Management of natural and semi-natural areas along the Arno River (Florence, Italy)

Over the years structure and composition of riparian vegetation have been deeply changed to reduce flood hazard and to exploit water resources and mining. Today, modern policies try to balance hydraulic safety requirements with river habitat restoration and conservation. The aim of this study is to identify new management approaches for natural and semi-natural areas along the Arno river. The study is based on detailed mapping of forest types and land use using remote sensing data and ground observation. Surveys were carried out in plots laid out along the stretch of river falling in the Province of Florence. Indicators were used to identify different functions: environmental and landscape enhancement, wildlife conservation (specifically birds), recreational use, hydraulic risk reduction. Results show that the riverine area comprises very diverse environments impacted by different degrees of human activity. These environments are both relevant reservoirs of biodiversity and important areas for recreational use. The proposed management system aims at guaranteeing both hydraulic safety, and the conservation of environmental, social and landscape value of riparian vegetation.

BIBLIOGRAFIA

- ANPA, 2003 – *Indice di funzionalità fluviale*. Manuale Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, Roma.
- ARRIGONI P., PIENOTTI L., VICINI D., 2003 – *La vegetazione del Fiume Arno*. In: *Adottare l'Arno e i suoi paesaggi*, Ado.net – progetto I.N.F.E.A.
- BOLOGNA S., CHIRICI G., CORONA P., MARCHETTI M., PUGLIESE A., MUNAFÒ M., 2004 – *Sviluppo e implementazione del IV livello Corine Land Cover per i territori boscati e ambienti semi-naturali in Italia*. In: *Atti della 8ª Conferenza Nazionale ASITA «Geomatica: Standardizzazione, Interoperabilità e Nuove Tecnologie»*, Roma, 14-17 dicembre 2004, vol. 1: 467-472.
- BRINSON M.M., 1990 – *Riverine forests*. In: Lugo A.E., Brinson M.M., Brown S. [Eds.], *Forested Wetlands*, Elsevier, Amsterdam.
- CALAMINI G., 2009 – *Il ruolo della selvicoltura nella gestione della vegetazione ripariale*. In: *Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura per il Miglioramento e la Conservazione dei Boschi Italiani*. Taormina, 16-19 ottobre 2008. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, vol. 2: 470-474.

- CASTELLANI C., SCRINZI G., TABACCHI G., TOSI V., 1984 – *Inventario Forestale Nazionale Italiano (I.F.N.I.). Tavole di cubatura a doppia entrata*. Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste. Istituto Sperimentale per l'Assestamento Forestale e per l'Alpicoltura (ISAFI).
- CIANCIO O., 2009 – *Riserva naturale statale biogenetica di Vallombrosa. Piano di gestione e silvomuseo 2006-2025*. Corpo Forestale dello Stato, Ufficio territoriale per la biodiversità di Vallombrosa, Reggello (FI).
- CIANCIO O., CORONA P., MARCHETTI M., NOCENTINI S., 2002 – *Linee guida per la gestione sostenibile delle risorse forestali e pastorali nei Parchi Nazionali*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- ERMINI L., 2007 – Collaborazione scientifica di O. CIANCIO O. e G. CHIRICI. *Linee guida gestionali per gli ambienti naturali e semi-naturali lungo il corso dell'Arno. Parte I: monitoraggio*. Franco Angeli, Milano.
- FERREIRA M.T., RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ P.M., AGUIAR F.C., ALBUQUERQUE A., 2005 – *Assessing biotic integrity in Iberian rivers: development of a multimetric plant index*. *Ecological Indicators*, 5: 137-149.
- FORMAN R.T.T., 1995 – *Land Mosaics. The ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press, Cambridge.
- GIUNTI M., SPOSINI P., 2004 – *Atlante degli uccelli nidificanti e svernanti nell'Arno in Provincia di Firenze*. Ufficio Regionale della Toscana, LIPU.
- GONZALEZ, C., CLEMENTE A., NIELSEN K.A., BRANQUINHO C., FERREIRA DOS SANTOS R., 2009 – *Human-nature relationship in Mediterranean streams: integrating different types of knowledge to improve water management*. *Ecology and Society*, 14 (2): 35.
- NAIMAN R.J., DÉCAMPS H. (Eds.), 1990 – *The ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones*. *Man and the Biosphere, Series, 4*, UNESCO, Paris, 315 p.
- NAIMAN R.J., DÉCAMPS H., 1997 – *The ecology of interfaces: riparian zones*. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 28: 621-658.
- NAIMAN R.J., DÉCAMPS H., McCLAIN M.E., 2005 – *Riparian Ecology, conservation and management of streamside communities*. Elsevier.
- NAIMAN R.J., DÉCAMPS H., POLLOCK M., 1993 – *The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity*. *Ecological Applications*, 3 (2): 209-212.
- NAIMAN R.J., LONZARICH D.G., BEECHIE T.J., RALPH S.C., 1993 – *General principles of classification and the assessment of conservation potential in rivers*. In: Boon, P.J., P. Calow & Petts G.E. (Eds.), *River Conservation and Management*, Wiley & Sons, Chichester, p. 93-124.
- MAIROTA P., 2002 – *Corridoi ripariali dei corsi d'acqua effimeri mediterranei: valutazione delle funzioni ecologiche nel paesaggio e potenzialità per la tutela ambientale nella pianificazione territoriale. Il caso della lama S. Giorgio nella Puglia centrale*. Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse, Università degli studi della Tuscia. Tesi di dottorato, ciclo XVII.
- MILLER, S.J., WARDROP D.H., MAHANEY W.M., BROOKS R.P., 2006 – *A plant-based index of biological integrity (IBI) for headwater wetlands in central Pennsylvania*. *Ecological Indicators*, 6 (2): 290-312.

- MONDINO G.P., BERNETTI G. (a cura di), 1998 – *Boschi e macchie di Toscana. I tipi forestali*. Edizioni della Regione Toscana, Giunta Regionale.
- MOSTI S., 2002 – *La flora in riva d'Arno*. Comune di Firenze, Edizioni Polistampa.
- ODUM E.P., 1978 – *Ecological importance of riparian zone*. National symposium on strategies for protection and management of floodplain wetlands and other riparian ecosystems. Callaway Gardens, Georgia.
- REISS, K.C., 2006 – *Florida wetland condition index for depressional forested wetlands*. Ecological Indicators, 6 (2): 337-352.
- SALINAS, M.J., BLANCA G., ROMERO A.T., 2000 – *Riparian vegetation and water chemistry in a basin under semiarid Mediterranean climate, Andarax River, Spain*. Environmental Management, 26 (5): 539-552.
- SCHWEIZER S., PINI PRATO E., 2003 – *Sistemazione idraulica e variazione della diversità degli habitat fluviali: un approccio comparativo*. Biologia Ambientale, 17 (2): 1-8.
- ULIVIERI L., ERMINI L., 2006 – *Un Parco Fluviale dell'Arno*. Edifir Edizioni.
- VENTURATO E., PETRINI R., 2001 – *Lungo le rotte migratorie. Progetti di ricerca sulla vegetazione, l'avifauna e le specie aliene*. Quaderni del Padule di Fucecchio n. 1: 11-21.

40 Bianca