

ZONA RIPARIA / DEFINIZIONE DI VEGETAZIONE RIPARIALE: PRINCIPI E RACCOMANDAZIONI

Versione 1: marzo 2019 (traduzione: gennaio 2020)



Riassunto

La vegetazione ripariale comprende tutte le unità di vegetazione lungo le reti fluviali, indipendentemente dal loro profilo o origine, ed è funzionalmente correlata ad altri componenti dei sistemi fluviali e all'area circostante. La zona ripariale è un'unità paesaggistica aperta ai flussi da e verso i sistemi fluviali e ai terrazzi ed è co-costruita, cioè guidata da processi naturali e sociali. Il territorio accanto ai sistemi fluviali influenza ed è influenzato dal fiume e dai processi ad esso associati. In questa area, la struttura e il funzionamento ecologico delle comunità biotiche sono variabili lungo le quattro dimensioni del sistema fluviale (longitudinale, laterale, verticale e temporale). Questa variabilità è causata principalmente dalle condizioni bioclimatiche, geomorfologiche e di uso del suolo, che cambiano nel tempo sotto l'influenza di fattori naturali e umani, influenzando il modo in cui la vegetazione ripariale viene identificata, denominata, delineata e studiata. Da un punto di vista funzionale, la delimitazione areale deve essere adattata alle funzioni individuate. Pertanto, una delimitazione dell'area fluviale inadeguata può causare un'interpretazione degli elementi non corretta: infatti se troppo stretta si rischia di escludere alcune funzioni associate alla vegetazione ripariale, mentre se mantenuta ampia aiuterebbe a considerare e gestire la zona ripariale in modo integrato combinando la maggior parte delle problematiche legate alla vegetazione ripariale e agli elementi di interesse associati.

Principali raccomandazioni:

1. Riconoscere le zone ripariali come sistemi socio-ecologici co-costruiti guidati da processi naturali e umani che seguono nel tempo complesse direzioni;
2. Considerare la vegetazione ripariale come un sistema aperto riferito al corso d'acqua, all'area circostante, allo spartiacque a monte, all'atmosfera e al substrato e collegato a questi componenti attraverso flussi bidirezionali
3. Promuovere l'uso di una definizione e di una delimitazione che integri e massimizzi tutte le funzioni all'interno del sistema socio-ecologico (ovvero i servizi ecosistemici di supporto, approvvigionamento, regolazione e culturali)
4. Sviluppare esempi e strumenti per promuovere le buone pratiche nell'applicazione della delimitazione delle zone ripariali
5. Chiarire la conoscenza specifica del sito e quella trasferibile ad altre realtà come ad es. larghezza minima della zona ripariale necessaria per una determinata funzione, efficacia di un dato indice topografico nel delineare la zona ripariale.

Autori: Simon Dufour¹ e Patricia María Rodríguez-González²

¹Université Rennes 2, CNRS UMR LETG

²Centro de Estudos Florestais, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa

Traduzione: Dr. Pier Mario Chiarabaglio, Dr. Andrea Andreoli

Ringraziamenti:

- Daniel Bruno-Collados, Diego García de Jalón, Tímea Kiss, Roberto Martínez, Rob Francis, Nicola Clerici
- Questo rapporto si basa sul lavoro di COST Action CONVERGES (www.converges.eu), supportato da COST (Cooperazione Europea in Scienza e Tecnologia; www.cost.eu). COST (European Cooperation in Science and Technology) è un'agenzia di finanziamento per le reti di ricerca e innovazione. Le azioni COST aiutano a collegare le iniziative di ricerca in tutta Europa e consentono ai ricercatori di far crescere le loro idee condividendole tra loro. Ciò aumenta la loro ricerca, carriera e innovazione.
- Finanziato dal programma quadro Orizzonte 2020 dell'Unione europea
- Patricia M Rodríguez-González è finanziata dalla Fondazione portoghese per la scienza e la tecnologia, attraverso il programma Investigador FCT (IF / 00059/2015)

Questo rapporto non è una revisione esaustiva dell'argomento ma un documento di lavoro per l'azione COST "CONVERSIONE DELLA CONOSCENZA PER MIGLIORARE LA GESTIONE DEGLI ECOSISTEMI E DEI SERVIZI RIPARI EUROPEI" (CONVERGES) CA16208. Si prega di inviare commenti o domande a Simon Dufour (simon.dufour@univ-rennes2.fr).

Citazione: Dufour S., Rodríguez-González P.M. (2019). RIPARIAN ZONE / RIPARIAN VEGETATION DEFINITION: PRINCIPLES AND RECOMMENDATIONS. Report, COST Action CA16208 CONVERGES, 20 pp. Traduzione Pier Mario Chiarabaglio e Andrea Andreoli

(<https://converges.eu/resources/riparian-zone-riparian-vegetation-definition-principles-and-recommendations/>)

Indice

ZONA RIPARIA / DEFINIZIONE DI VEGETAZIONE RIPARIALE: PRINCIPI E RACCOMANDAZIONI	1
1. INTRODUZIONE — VEGETAZIONE RIPARIA: UNA COMPONENTE CRUCIALE DEI SISTEMI FLUVIALI	5
2. OBIETTIVO DEL LAVORO	6
3. CARATTERISTICHE COMUNI DELLA ZONA / VEGETAZIONE RIPARIA	6
4. FONTI DI INCERTEZZA NELL' IDENTIFICAZIONE DELLA FASCIA RIPARIA E DELLA VEGETAZIONE	12
4.1 INCERTEZZE NELL'OGGETTO.....	14
4.2 VARIABILITÀ NELLA RAPPRESENTAZIONE	16
5. DELINEAZIONE DELLA ZONA RIPARIA	16
CONCLUSIONI — RACCOMANDAZIONI	19
BIBLIOGRAFIA.....	20

1. INTRODUZIONE – VEGETAZIONE RIPARIA: UNA COMPONENTE CRUCIALE DEI SISTEMI FLUVIALI

La vegetazione riparia è una componente fondamentale dei sistemi fluviali e svolge molteplici funzioni socio-ecologiche (Malanson, 1993; National Research Council, 2002; Naiman et al., 2005) (Fig. 1). Fisicamente, nelle aree fluviali, la vegetazione riparia altera le condizioni del flusso dell'acqua e conseguentemente i processi di sedimentazione proteggendo gli argini, colonizzando i depositi e fornendo grandi quantità di detriti legnosi. (Gurnell e Gregory, 1995; Piégay e Gurnell, 1997; Tabacchi et al., 1998; Gurnell e Petts, 2006; Corenblit et al., 2007; Gurnell, 2014). Dal punto di vista morfologico, questa influenza può essere abbastanza forte da indurre cambiamenti del corso d'acqua (Tal et al., 2004). Chimicamente, la vegetazione riparia supporta cicli biogeochimici dei sistemi fluviali. Ad esempio, il suo effetto tampone migliora la qualità dell'acqua nei bacini idrografici agricoli colpiti da inquinamento diffuso (Sabater et al., 2003; Mander et al., 2005). Biologicamente, la vegetazione riparia è ricca di specie e aumenta la biodiversità territoriale (come riportato ad esempio in: Tabacchi, 1992; Naiman et al., 1993; Pautou et al., 1997; Jobin et al., 2004; Sabo et al., 2005; Schnitzler-Lenoble, 2007). Questo ruolo biologico è anche correlato alle funzioni dell'habitat e del corridoio

ecologico (ad es. Décamps et al., 1987; Rosenberg et al., 1997; Seymour and Simmons, 2008; Schnitzler-Lenoble, 2007; Roshan et al., 2017, de la Fuente et al., 2018) e all'influenza della vegetazione riparia sulla temperatura, sugli apporti di sostanza organica, ecc. degli ecosistemi acquatici (es. Beschta et al., 1987; Maridet, 1994; Hill et al., 2001; Ferreira et al., 2016; Miura and Urabe, 2015; Astudillo et al., 2016; Wawrzyniak et al., 2017; Dugdale et al., 2018). Alcune di queste funzioni continuano ad essere identificate come critiche per la mitigazione degli effetti locali provocati dai cambiamenti globali, come le condizioni termiche dei flussi (Kristensen et al., 2015; Trimmel et al., 2018). Socialmente, la vegetazione riparia contribuisce all'identità del paesaggio a cui appartiene e ai servizi culturali (ad es. ricreazione, spiritualità e ispirazione).

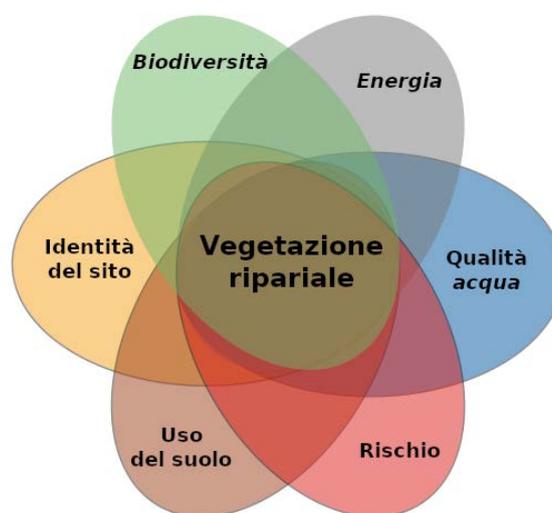


Figura 1: Vegetazione riparia come componente fondamentale di molte problematiche socio-ecologiche

Molte di queste funzioni sono considerate positive perché migliorano il benessere umano fornendo molti servizi ecosistemici, come aree ricreative, materie prime (ad esempio legno, energia) e miglioramento della qualità dell'acqua (Gren et al., 1995; Kenwick et al., 2009; Recchia et al., 2010; Flores-Díaz et al., 2014). Tuttavia, la vegetazione riparia è anche associata a diverse limitazioni (disservizi) e quindi può generare una percezione negativa, legata principalmente a eventi idrologici estremi. Durante le magre, essa ombreggia l'alveo, influenzando negativamente l'evaporazione; tuttavia, tale vegetazione consuma anche acqua (Pivec, 2002; Lamontagne et al., 2005; Salemi et al., 2012; Irmak et al., 2013; Flanagan et al., 2017), sebbene dipenda dalle specie presenti: per esempio, le associazioni vegetali autoctone possono consumare quantità inferiori di acqua rispetto a quelle composte da specie esotiche (Ehrenfeld, 2003), che creano maggiore competizione con le esigenze antropiche. Durante le alluvioni, la vegetazione riparia può avere influenze contraddittorie sui rischi di esondazione. A livello locale, la scabrezza attenua le esondazioni ovvero riduce la velocità dell'acqua, l'erosione e i danni alle infrastrutture antropiche, ma può anche aumentare il livello dell'acqua a parità di portata. A valle, la vegetazione riparia produce detriti legnosi che possono aumentare l'impatto delle esondazioni, ma può anche ridurre i picchi di portata immagazzinando acqua a monte. Una percezione potenzialmente negativa da parte degli abitanti delle zone riparie è associata allo sviluppo del bosco che deriva dai cambiamenti d'uso del suolo cioè l'abbandono del pascolo o dell'agricoltura modificando il paesaggio culturale e quindi l'identità del luogo (Schnitzler e Génot, 2012).

Considerando tutti i ruoli socio-ecologici che la vegetazione riparia svolge nei sistemi fluviali, essa è ampiamente studiata in un ampio corpus di pubblicazioni tecniche e scientifiche. Tuttavia, molti nomi vengono dati alla vegetazione che occupa le sponde dei fiumi: "foreste paludose alluvionali", "foreste di galleria", "foreste di pianure alluvionali", ecc. ("alluvial swamp forests", "gallery forests", "floodplain forests", in inglese; "ripisylve", "forêt alluviale", "boisement riverain", ecc. in francese e "bosque de ribera", "bosque ribereño", "Soto", "bosque en galería", ecc. in spagnolo). Fischer et al. (2001) hanno elencato più di 30 termini per indicare la vegetazione prossima ai sistemi acquatici. La presenza di numerosi termini che identificano la vegetazione riparia può creare confusione perché lo stesso oggetto può avere nomi diversi e lo stesso nome può identificare oggetti diversi (Clerici et al., 2011). La scarsa chiarezza nella terminologia può generare incomprensioni e tensioni tra le parti.

2. OBIETTIVO DEL LAVORO

Il presente lavoro intende fornire indicazioni per chiarire l'identificazione della zona riparia e della vegetazione riparia dei sistemi fluviali. Per "identificazione" intendiamo sia la definizione sia la delimitazione di questo sistema complesso, i quali appartengono a due processi diversi. La delimitazione implica la capacità di identificare chiaramente a livello cartografico cosa è compreso e cosa no in una zona ripariale, il che può avere anche implicazioni legali. Per raggiungere questo obiettivo, presentiamo prima le caratteristiche comuni della vegetazione / zona riparia e successivamente le cause che creano variabilità nella sua definizione.

Alcuni elementi rilevanti della bibliografia possono essere trovati nel National Research Council (2002), Verry et al. (2004), Naiman et al. (2005), Clerici et al. (2011) e Dufour et al. (2019) per le definizioni e in Clerici et al. (2013) e de Sosa et al. (2017) per la delimitazione.

3. CARATTERISTICHE COMUNI DELLA ZONA / VEGETAZIONE RIPARIA

Nonostante la diversità dei termini usati per la vegetazione che colonizza le sponde dei fiumi, questi hanno alcune somiglianze.

1. Il territorio lungo il sistema fluviale influenza il fiume ed è influenzato da quest'ultimo attraverso relazioni fisiche, biologiche, chimiche, ecc. (Fig. 2).
 - Il principale vettore delle interazioni è l'acqua, attraverso il deflusso laterale, le esondazioni e la dinamica delle falde.
 - Questo territorio ospita una vegetazione specifica, influenzata dal disturbo causato dalle esondazioni (Fig. 3a), dallo stress generato da condizioni anossiche dovute all'inondazione (Fig. 3b) e/o più risorse idriche rispetto ai terrazzi a causa di una falda freatica più elevata.
2. La vegetazione riparia è il complesso di comunità vegetali presenti nella zona riparia.
 - Appartiene alle zone rivierasche, che sono state definite come "transitorie tra ecosistemi terrestri e acquatici, distinte per gradienti in condizioni biofisiche, processi ecologici e biota. Sono aree attraverso le quali l'idrologia superficiale e del sottosuolo collega i corpi idrici con i loro altipiani adiacenti. Includono quelle porzioni di ecosistemi terrestri che influenzano in modo significativo gli scambi di energia e materia con gli ecosistemi acquatici (cioè una zona di interazione)" (National Research Council, 2002). Il termine "zona" è talvolta sostituito da "area", "ecotono", "sistema" o "territorio" (Tabella 1), perché "zona" può essere associata a una vasta zona climatica piuttosto che al locale carattere dominante di un'area riparia.
 - Forma un mosaico di macchie vegetali che possono avere diversa fisionomia, struttura e

composizione a causa della variabilità locale delle condizioni fisiche (ad es. velocità di flusso durante le alluvioni, innalzamento sul livello dell'acqua, substrato), pedogenesi e uso del suolo (ad es. pascolo, selvicoltura) (Fig. 4).

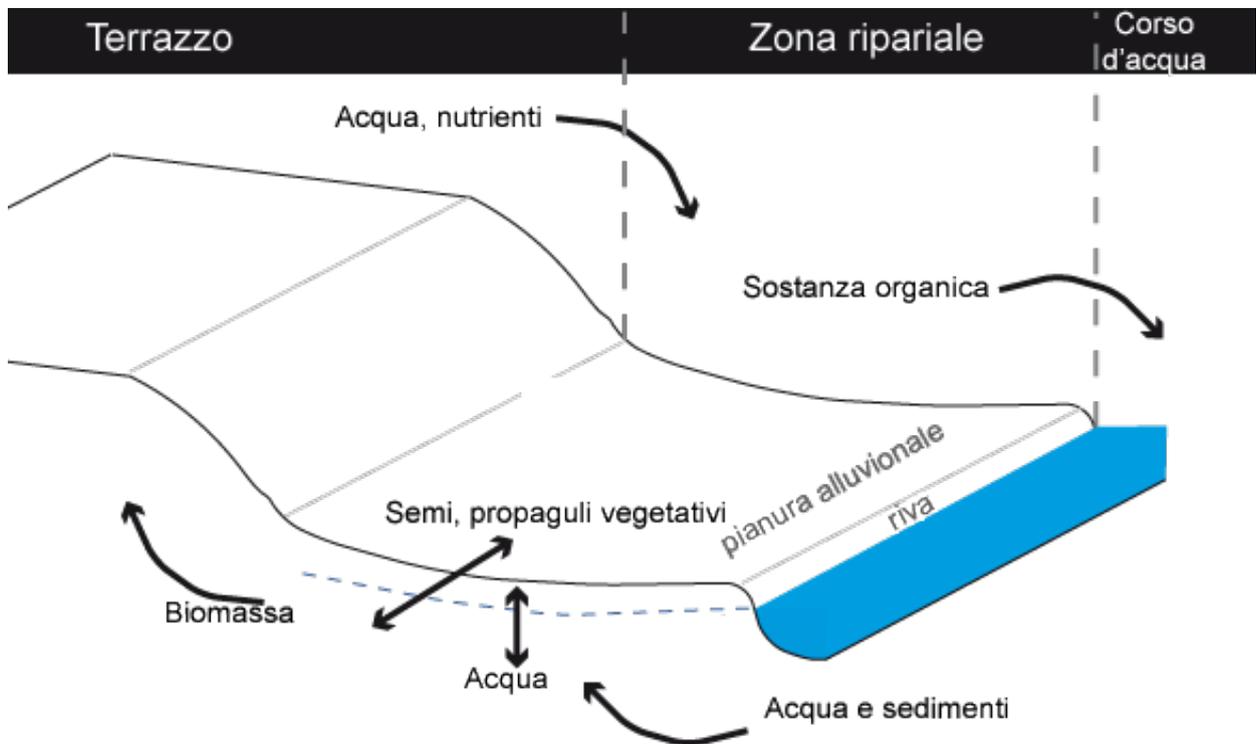


Figura 2. Sezione trasversale di una zona riparia teorica. Le frecce indicano i flussi di materia, energia, acqua (gli esempi non sono esaustivi).



Figura 3. Vegetazione specifica relativa al regime di disturbo (a sinistra) su depositi di ghiaia colonizzata da *Salix* sp. (Fiume Ain, Francia) e (a destra) condizioni di anossia nella parte bassa della riva (*Alnus* sp., Fiume Doulon, Francia).

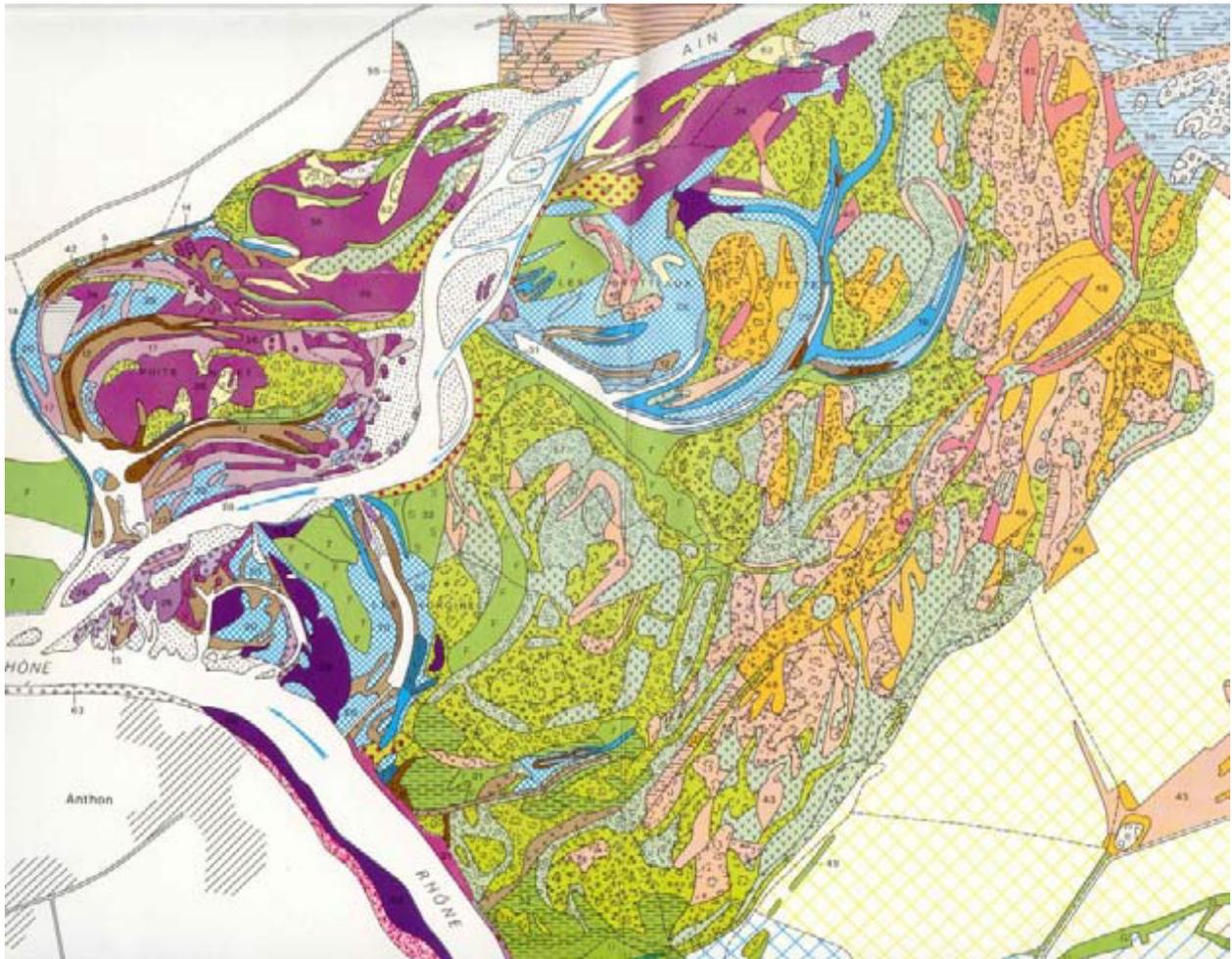


Figura 4. Mappa delle unità di vegetazione alla confluenza del fiume Ain e del fiume Rodano (Fonte: Girel, 1986). Ogni colore rappresenta una diversa comunità vegetale.

- Contiene comunità vegetali significativamente diverse da quelle degli habitat dei terrazzi, aumentando quindi la biodiversità globale (Sabo et al., 2005).
- Può essere semplificata usando un approccio discreto che raggruppa le comunità vegetali sulla base dei processi dinamici fluviali dominanti. In tutta Europa, per i diversi contesti bioclimatici, Gurnell et al. (2016) distinguono quattro zone in area riparia rispettivamente denominate: dall'alveo ai terrazzi, "disturbo fluviale controllato con erosione e deposito grossolano di sedimenti", "disturbo fluviale controllato con deposito di sedimenti fini", "dominata dalle esondazioni" e "regime di umidità del suolo controllato" (Fig. 5).

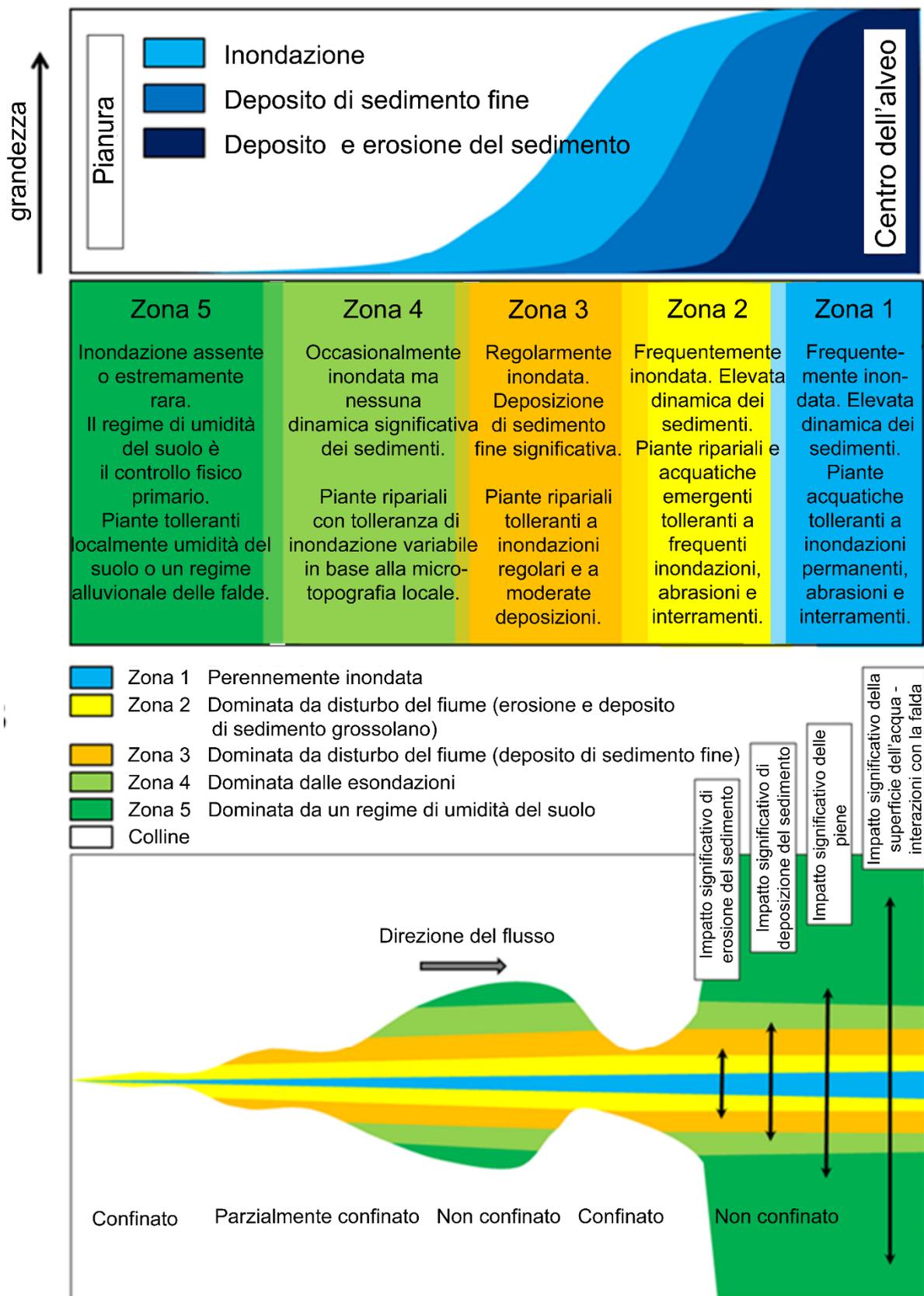


Figura 5. Zonizzazione laterale dell'area riparia lungo la rete fluviale; le zone sono dominate da diversi processi idrogeomorfologici (Fonte: Gurnell et al., 2016)

3. La maggior parte delle definizioni di zona riparia e di vegetazione riparia utilizzano un approccio

funzionale ed evidenziano le influenze bidirezionali tra i sistemi acquatici e terrestri dei processi idrologici, morfologici, chimici e biologici (Tabella 1).

Tabella 1. Elenco selezionato di definizioni della zona ripariale e delle relative unità di vegetazione. Tipo di definizione: (F = funzionale e S = strutturale); Obiettivo principale della definizione: (Flu = processi fluviali, Geo = delimitazione topografica / geografica, Soi = caratteristiche del suolo, Bio = comunità biologiche)

Termine	Definizioni	Tipo	Principale obiettivo	Fonte
Zona ripariale (o area o ecotono o territorio o sistemi)				
Zona ripariale	Zona di interazione diretta tra ambienti terrestri e acquatici. Vegetazione, idrologia e topografia determinano tutti il tipo, l'entità e la direzione delle relazioni funzionali. La direzione delle interazioni ripariali si riferisce all'idea che il sistema terrestre possa influire sull'acquatico o viceversa.	F	Flu	Swanson <i>et al.</i> , 1982
	Zona tridimensionale di interazione diretta tra ecosistemi terrestri e acquatici. I confini della zona ripariale si estendono verso l'esterno fino al limite delle inondazioni e verso l'alto nella chioma della vegetazione fluviale	F	Flu	Gregory <i>et al.</i> , 1991
	Area in prossimità di un ruscello o fiume, il cui ambiente è chiaramente influenzato da tale vicinanza	F/S	Flu/Geo	Bren, 1993
	Comprende l'alveo del corso d'acqua tra i limiti di acqua alta e bassa e quella porzione del paesaggio terrestre dal limite di acqua alta verso i terrazzi in cui la vegetazione può essere influenzata da falde acquifere elevate o inondazioni e dalla capacità dei suoli di trattenere l'acqua. [...] La vegetazione al di fuori della zona che non è influenzata dalle condizioni idrologiche, ma che contribuisce alla sostanza organica nella pianura alluvionale o nell'alveo, o che influenza il regime fisico della pianura alluvionale o dell'alveo mediante l'ombreggiatura, può essere considerata parte della zona ripariale.	F	Flu	Naiman and Décamps, 1997
	Transizione tra ecosistemi terrestri e acquatici che si distinguono per gradienti in condizioni biofisiche, processi ecologici e biota. Sono aree attraverso le quali l'idrologia della superficie e del sottosuolo collega i corpi idrici con i loro terrazzi adiacenti	F	Flu	National Research Council, 2002
	Termine ecologico riferito a quella parte del paesaggio fluviale inondata o satura di flussi alluvionali; è costituito da tutte le superfici di morfologie fluviali attive che attraversano la pianura alluvionale, inclusi canali, barre, terrazzamenti e relative caratteristiche fluviali come laghi di lanca, depressioni di lanca e argini naturali. Soprattutto in ambienti aridi e semiaridi (carenti di acqua), la zona ripariale può sostenere piante e altri biota non presenti su terrazzi adiacenti più asciutti.	F	Flu	Osterkamp, 2008

	<p>Aree semi-terrestri che giacciono tra l'interfaccia dell'ambiente terrestre e acquatico.</p> <p>Sono spesso influenzati da eventi alluvionali superficiali e collegano i terrazzi e gli ambienti acquatici attraverso percorsi di flusso idrologico di superficie e di sottosuolo.</p>	F	Flu	Vidon <i>et al.</i> , 2010
	<p>Area tra il bordo del torrente e la caratteristica transizione tra terreni organici e minerali [...].</p> <p>Questa definizione basata sulle caratteristiche del suolo ha anche dimensioni topografiche e biologiche. La suddetta transizione del suolo è solitamente accompagnata da una pendenza del terreno in aumento e da cambiamenti della vegetazione</p>	S	Soi	Ledesma <i>et al.</i> , 2018
	<p>Il bordo o le sponde di un alveo.</p> <p>Sebbene questo termine sia talvolta usato in modo intercambiabile con la pianura alluvionale, la zona ripariale è generalmente considerata relativamente stretta rispetto a una pianura alluvionale. La durata delle inondazioni in una zona ripariale è generalmente molto più breve e i tempi sono meno prevedibili rispetto ad una pianura alluvionale fluviale.</p>	S	Flu	http://medwet.org/aboutwetlands/wetland-terminology/
Area ripariale	<p>Ecotoni tridimensionali di interazione che includono ecosistemi terrestri e acquatici, che si estendono nelle acque sotterranee, sopra le fronde, verso l'esterno attraverso la pianura alluvionale, su per i pendii vicini che scaricano sull'acqua, lateralmente nell'ecosistema terrestre e lungo il corso d'acqua a larghezza variabile.</p>	F	Flu	Ilhardt <i>et al.</i> , 2000
Ecotono ripariale	<p>Spazio di interazione tridimensionale che include ecosistemi terrestri e acquatici che si estendono nelle acque sotterranee, sopra le chiome, verso l'esterno attraverso la pianura alluvionale, i pendii vicini che scaricano nell'acqua, lateralmente nell'ecosistema terrestre e lungo il corso l'acqua a larghezza variabile.</p>	F/S	Flu	Verry <i>et al.</i> , 2004
Sistema ripariale	<p>Zone semi-terrestri di transizione regolarmente influenzate dall'acqua dolce, che di solito si estende dai bordi dei corpi idrici ai bordi delle comunità montane.</p>	F	Flu/Bio	Naiman and Décamps, 2005
Territorio ripariale	<p>Qualsiasi terra che confina, influenza direttamente o è influenzata da uno specchio d'acqua.</p>	F	Geo	Lovett and Price, 1999
Formazioni ripariali*				
Prato alluvionale*	<p>Prateria che cresce su sedimenti depositati dal fiume</p> <p>I prati sono caratterizzati da inondazioni regolari e dall'impatto della falciatura</p>	S	Bio	Eriksson, 2008
Foresta ripariale*	<p>Vegetazione alluvionale o vegetazione direttamente adiacente a fiumi e torrenti.</p> <p>La foresta ripariale si estende lateralmente dal canale attivo per includere la pianura alluvionale e le terrazze attive</p>	S	Bio	Naiman <i>et al.</i> , 1998
Arbusteto ripariale*	<p>Zona arbustiva che cresce lungo i fiumi</p>	S	Bio	Davies <i>et al.</i> , 2004

Comunità (semi) acquatica	Canali abbandonati con vegetazione erbacea acquatica e / o idrofila	S	Bio	Marston et al., 1995
Altri				
Foreste alluvionali	Ecosistemi boscosi collegati alle acque sotterranee, regolarmente o raramente allagati	S	Bio/Flu	Pautou, 1984
Corridoi ripariali	Canali di scorrimento e quella parte del paesaggio terrestre dall'alta marea verso gli altopiani in cui la vegetazione può essere influenzata da falde acquifere o inondazioni elevate e dalla capacità dei suoli di trattenere l'acqua. <i>Nota: l'influenza della vegetazione del fiume è esplicitamente menzionata</i>	F	Flu	Naiman <i>et al.</i> , 1993
Vegetazione ripariale	Vegetazione idrofila che cresce nelle immediate vicinanze di un fiume [...] abbastanza vicina da rendere l'evapotraspirazione annuale un fattore del regime fluviale [...]	S	Bio	http://medwet.org/aboutwetlands/wetland-terminology/
Ecosistema ripariale	Complesso assemblaggio di organismi e loro ambiente esistente adiacente ed in prossimità di acqua che scorre Senza confini definiti, può comprendere rive, pianure fluviali e zone umide, nonché siti sub-irrigati che formano una zona di transizione tra le regioni di altopiano e quelle acquatiche. Principalmente lineari per forma ed estensione, sono caratterizzati da acqua che scorre lateralmente che sale e scende almeno una volta durante una stagione vegetativa	S	Bio	Lowrance <i>et al.</i> , 1985
Galleria forestale*	Stretta striscia di foresta associata a insenature e fiumi, in un paesaggio altrimenti non presidato	S	Bio	Veneklaas <i>et al.</i> , 2005
Foresta alluvionale	Ecosistemi boscosi che colonizzano la pianura alluvionale. La pianura alluvionale può essere definita in termini idrologici come la superficie che viene allagata [...] o in termini geomorfologici come la superficie alluvionale costruita dal fiume nelle attuali condizioni ambientali	S	Bio/Flu	Bendix et Hupp, 2000

*termini utilizzati nell'elenco della Direttiva 92/43 / CEE dell'Unione Europea sulla conservazione degli Habitat naturali e della fauna e flora selvatiche

- La terra accanto ai sistemi fluviali influenza ed è influenzata dal fiume e dai suoi processi associati, ma è anche **aperta alle aree circostanti** (ad esempio pendio di collina, terrazzo) attraverso flussi guidati da processi fisici (ad esempio il deflusso), biologici (ad esempio la mobilità delle specie) e attività antropiche (es. rimozione della biomassa attraverso la coltivazione).
- Le zone riparie sono **sistemi ibridi perché derivano dall'interazione derivata da processi antropici e naturali**. Ciò significa che le attività umane come l'uso del suolo e la gestione dei fiumi sono i principali fattori che modellano notevolmente la vegetazione riparia (ad esempio Piégay et al., 2003; Kondolf et al., 2007; Dufour et al., 2015; Brown et al., 2018). Ciò implica includere nella definizione di zona riparia il modo in cui le popolazioni umane usano o usavano e valorizzano o valorizzavano il territorio, fattori non attualmente considerati in letteratura (Tabella 1).

4. FONTI DI INCERTEZZA NELL' IDENTIFICAZIONE DELLA FASCIA RIPARIA E DELLA VEGETAZIONE

Al di là delle caratteristiche comuni della fascia riparia e della vegetazione dei sistemi fluviali, la letteratura tecnica e scientifica può essere fonte di confusione a causa della molteplicità dei termini utilizzati. Questa varietà è strettamente correlata alla variabilità intrinseca dell'oggetto. Ad esempio, la vegetazione riparia può riferirsi a una stretta striscia di alberi in una prateria o a una matrice di campi (Fig. 6A), a una grande foresta di pianure alluvionali (Fig. 6B) o a una foresta che colonizza ripidi depositi colluviali (Fig. 6C). Ma

questa varietà è anche correlata alla variabilità nel modo in cui gli scienziati e i gestori la rappresentano.

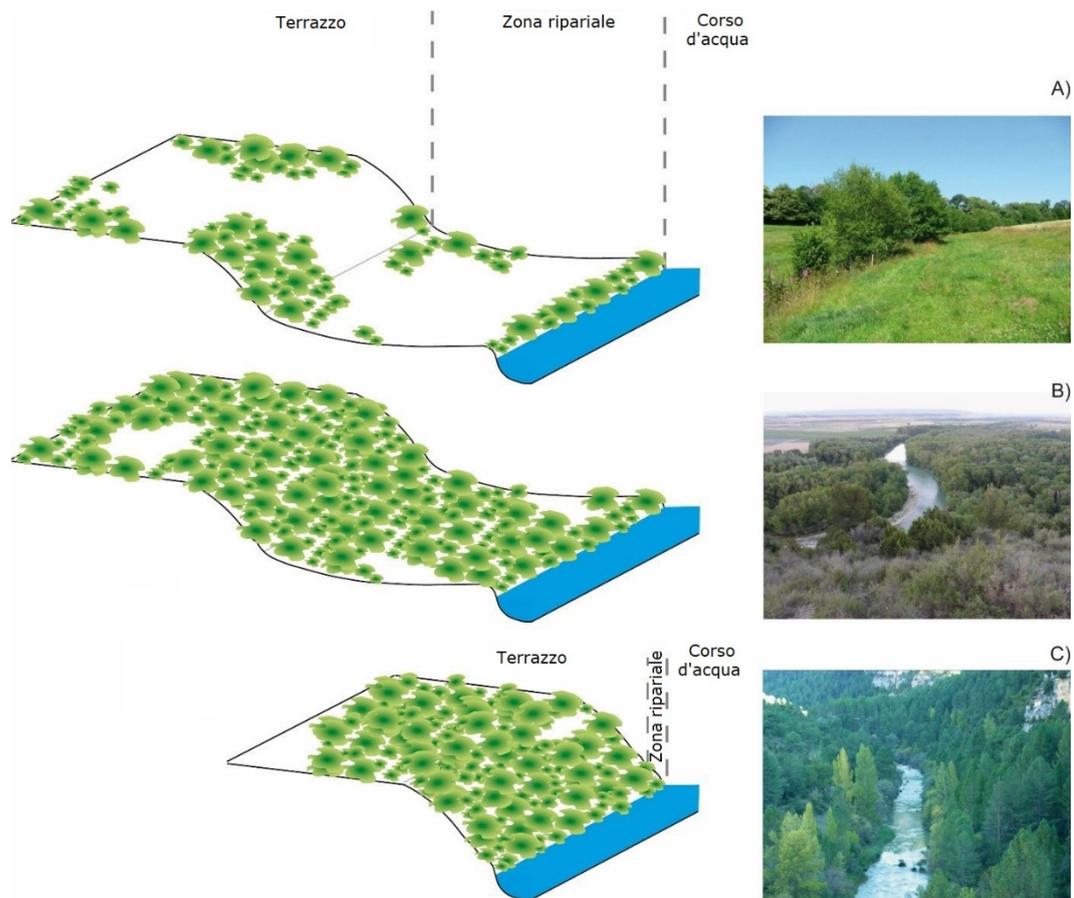


Figura 6. Illustrazione della variabilità nella fascia ripariale e nella vegetazione; A: piccolo ruscello rurale con una fascia ripariale dominata da praterie, e una stretta striscia di alberi lungo il corso d'acqua (Normandia, Francia); B: una grande pianura alluvionale boscosa (fiume Aragón, bacino dell'Ebro, Spagna); C: stretta zona ripariale di un corso d'acqua montano con sponde e pendii boscati (tratto superiore del fiume Tago, Spagna).

4.1. INCERTEZZE NELL'OGGETTO

La prima fonte di incertezza che si può riscontrare nell'identificazione della fascia riparia e della vegetazione è la loro intrinseca variabilità. In effetti, la loro struttura e funzionamento ecologico variano da un contesto geografico all'altro (Figure. 7 e 8). A livello globale, i principali *driver* che sono alla base della variazione nella struttura e nel funzionamento sono i seguenti:

Indeed, their structure and ecological functioning vary from one geographical context to another (Figs. 7 and 8). Globally, the main drivers that underlie the variation in structure and functioning are the following:

- **regime bioclimatico**, che influenza, per esempio, la quantità e la stagionalità della disponibilità d'acqua, il disturbo delle alluvioni e i tempi di recupero post-disturbo (Bendix e Stella, 2013)
- **configurazione morfologica**, che crea una struttura tridimensionale per la colonizzazione e la crescita della vegetazione e controlla i regimi di stress e disturbo (Corenblit et al., 2015)
- **contesto d'uso del suolo**, attraverso influenze dirette (ad es. "pulizie" d'alveo) e indirette (ad es. derivazioni, controllo delle portate) sulla vegetazione

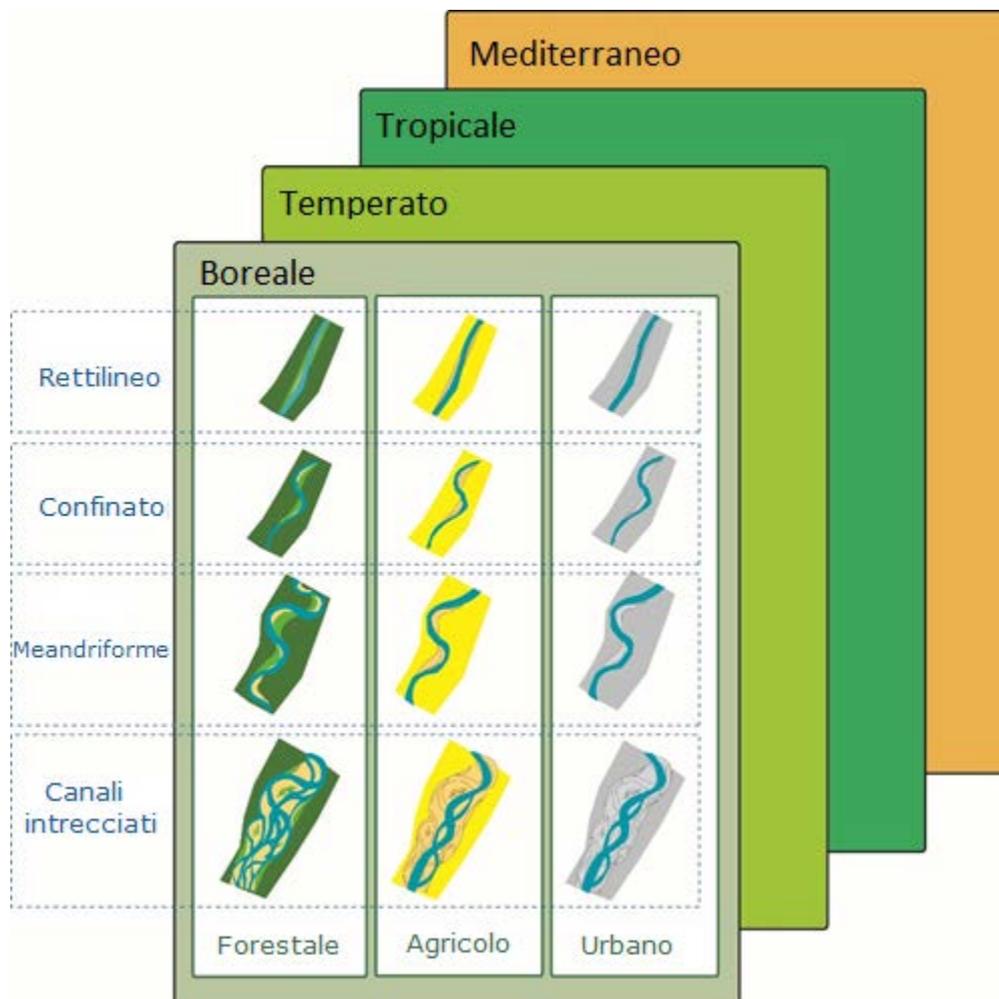


Figura 7. Fonti di variabilità nella struttura e nel funzionamento della vegetazione riparia, con esempi di regioni bioclimatiche, ognuna delle quali ospita potenzialmente diversi tipi biogeomorfologici fluviali e matrici di uso del suolo (ad esempio, boschive, agricole, urbane). Si noti che non tutte le situazioni sono elencate (ad es. Clima arido) e non tutte le combinazioni sono necessariamente possibili. Il tempo non è rappresentato, ma ogni configurazione segue una traiettoria e può passare da uno stato all'altro nel tempo. Inoltre, ogni situazione può riferirsi a varie sotto-situazioni corrispondenti a diversi stati di conservazione (ad esempio spontaneo o piantato, per un paesaggio boschivo).

Nella maggior parte delle ecoregioni, le fasi successionali mature sono dominate da alberi, quindi la terminologia si riferisce spesso a unità boschive: foresta di valli e pianure alluvionali (*bottomland forest*), foresta ripariale, foresta alluvionale (Tabella 1). Nelle ecoregioni più fredde e più secche, tuttavia, dovrebbe dominare la fisionomia di boschetto, arbusto e prateria.

La variabilità dei contesti influenza anche la priorità dei problemi da risolvere e il modo in cui viene studiata la vegetazione ripariale. Ad esempio, dal punto di vista idrologico, i deflussi nei contesti montani e di piccole valli è dominato dalla ricarica delle testate idrografiche, mentre in contesti vallivi più ampi i deflussi sono dominati dall'approvvigionamento idrico della rete idrografica. Pertanto, studi di grandi sistemi possono utilizzare il termine "foresta alluvionali" ed enfatizzare il ruolo delle alluvioni e delle acque sotterranee (ad esempio Pautou, 1984), mentre gli studi sulle testate dei bacini si concentrano maggiormente sul ruolo della vegetazione sul corso d'acqua (ad esempio Swanson et al., 1982).

Il bioclima, la morfologia e l'uso del suolo sono tutti modificati dalle attività umane in una vasta gamma di dimensioni a seconda dei contesti sociologici, culturali ed economici. Pertanto, la zona ripariale e la vegetazione sono sistemi socio-ecologici co-costruiti che seguono traiettorie complesse e, per ragioni sia biofisiche (es. dinamiche fluviali) che antropogeniche (ad es. pascolo, piantagioni), le zone ripariali sono spesso un mosaico complesso di una varietà di tipi di copertura del suolo ed ecosistemi (ad esempio prati, foreste) (Fig. 7 e 8G, H e I). Questo mosaico può formare un corridoio a scala di paesaggio (Malanson, 1993). Ad esempio, in un contesto più secco, gli ecosistemi ripariali possono essere particolarmente visibili nel paesaggio come una striscia di vegetazione più verde; in questo caso, viene talvolta utilizzato il termine "galleria forestale".

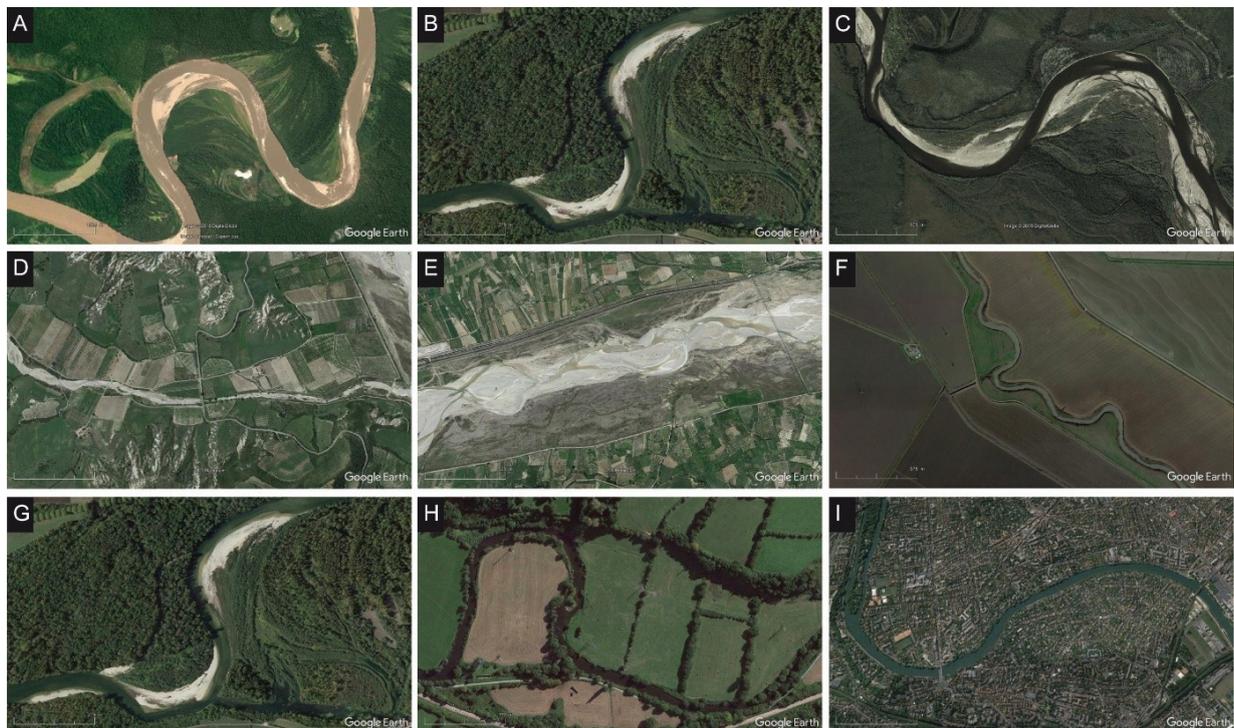


Figura 8. Esempi di tratti fluviali attraverso regioni bioclimatiche, tipi biogeomorfologici fluviali e matrici di uso del suolo, come illustrato nella figura 1. A, B e C sono tratti meandriiformi di aree boschive in climi diversi. A: contesto tropicale nel bacino amazzonico (Brasile), B: contesto temperato nel bacino del Rodano (Francia), C: contesto boreale in Alaska (USA), D, E ed F sono aree agricole mediterranee in diversi contesti morfologici. D: tratto confinato nel bacino del Duero (Spagna), E: tratto a canali intrecciati nel bacino del Duero (Spagna), F: tratto meandriiforme nel bacino del Sacramento (USA), G, H e I sono tratti meandriiformi in zone temperate con differenti usi del suolo diversi. G: tratto forestato nel bacino del Rodano (Francia), H: tratto agricolo nel bacino della Senna (Francia), I: tratto urbano nel bacino della Senna (Francia). Immagini tratte da Google Earth.

4.2. VARIABILITÀ NELLA RAPPRESENTAZIONE

La seconda fonte di variabilità nell'identificare la zona ripariale e la vegetazione è legata alla variabilità nel modo in cui scienziati e manager li percepiscono e li rappresentano. Ad esempio, la confusione può iniziare con l'aggettivo "ripariale". In inglese, "riparian" è apparso solo nel 1873, dopo gli aggettivi "ripario", "ripariale" e "ripiccolo" ("riparious", "riparial" and "ripicolous") rispettivamente nel 1656, 1846 e 1859 (The Oxford English Dictionary, www.oed.com). Significa "delle, relative a, o situate sulle, sponde di un fiume", ma la definizione di "sponde" può includere solo la porzione inclinata o anche la parte superiore piana, che può estendersi a parte della pianura alluvionale.

Questa variabilità nella rappresentazione può venire dall'obiettivo dello studio, dalla funzione ripariale analizzata, dal background scientifico degli autori, ecc. Ad esempio, la zona ripariale è stata definita in tutti i seguenti modi:

- "l'area tra il bordo del torrente e la transizione caratteristica tra i terreni organici e minerali" (prospettiva pedologica di Ledesma et al., 2018)
- "parte del paesaggio fluviale inondabile o saturato da deflussi di piena [che] è costituito da tutte le superfici di forme fluviali attive fino alla pianura alluvionale, includendo i canali, le barre, i terrazzi e relative caratteristiche fluviali" (prospettiva idromorfologica di Osterkamp (2008))
- "... dove la vegetazione può essere influenzata dalle falde acquifere sottosuperficiali ... e dalla capacità dei suoli di trattenere l'acqua [e la] vegetazione ... che contribuisce con la materia organica alla pianura alluvionale o al canale, o che influenza il regime fisico della pianura alluvionale o del canale attraverso l'ombreggiamento" (approccio biologicamente orientato di Naiman e Décamps (1997))

5. DELINEAZIONE DELLA ZONA RIPARIA

La natura transitoria della zona riparia rende difficile fornire un approccio semplice e universale per delinearla (Clerici et al., 2013; de Sosa et al., 2017). Esistono due approcci principali per risolvere questo problema.

Innanzitutto, è possibile impostare una distanza dal canale, possibilmente ponderata con le dimensioni del fiume. Il vantaggio di questo approccio è quello di poterlo applicare per l'applicazione di norme per la gestione delle sponde (ad es. autorizzazione a tagliare la vegetazione). Pertanto, viene utilizzato in diversi paesi per proteggere la zona ripariale (ad es. in USA, Brasile, Slovenia). In questo approccio, la distanza dovrebbe essere basata sulla letteratura che identifica un minimo requisito per garantire la produzione di uno (o più) servizi (ad esempio stabilizzazione delle sponde, ritenzione dell'azoto). Ad esempio, in una recensione, Castelle et al. (1994) hanno scoperto che è necessario un buffer di almeno 15 m per proteggere le zone umide e i corsi d'acqua nella maggior parte delle condizioni. Poiché la distanza appropriata dipende dal servizio target (o pacchetto di servizi; vedi de Sosa et al., 2017), questo approccio può produrre una varietà di valori: Castelle et al. (1994) indicavano un intervallo di 3-200 m di buffer. Quando questa distanza assume un valore giuridico, risulta necessariamente da un compromesso politico tra diversi interessi e attori. Quindi, in molti casi, la distanza si basa su una decisione con poche o nessuna prova scientifica dietro di essa, e il compromesso spesso produce una distanza relativamente breve che non è in grado di catturare tutte le funzioni. Inoltre, una distanza fissa non prende in considerazione caratteristiche specifiche del sito come la configurazione della morfologia fluviale o i processi fluviali, che sono cruciali per comprendere il funzionamento ripariale e quindi per gestire adeguatamente la zona ripariale. Una distanza fissa può essere considerata come un requisito minimo, ma, dal punto di vista della sostenibilità, è lungi dall'essere l'approccio più rilevante perché non si basa sul funzionamento socio-ecologico di una zona ripariale.

In alternativa, si può delinearla usando approcci strutturali, funzionali o misti (per un confronto di approcci, vedere ad esempio de Sosa et al. (2017) e Fig. 9). In effetti, la delimitazione formale delle zone ripariali attualmente utilizza alcuni parametri strutturali, principalmente la copertura del suolo e le caratteristiche topografiche. Ad esempio, Thomas et al. (1979) hanno delimitato la zona ripariale

identificando la vegetazione che richiede acqua libera o non legata o condizioni più umide della media. La composizione delle specie può essere utilizzata basandosi sulla vegetazione (Hagan et al., 2006) ma anche basandosi sulla presenza di animali come gli anfibi (Perkins e Hunter, 2006). L'uso di diversi gruppi biologici, tuttavia, può comportare diverse delineazioni: Hagan et al. (2006) non sono stati in grado di definire la zona ripariale di piccoli corsi d'acqua basandosi sulle specie arboree e arbustive, ma hanno trovato una composizione specifica di comunità erbacee nella zona ripariale che differiva da quelle nelle aree circostanti. Inoltre, hanno trovato una larghezza più stretta della zona ripariale rispetto a Perkins e Hunter (2006), che utilizzavano la presenza di anfibi come riferimento. Inoltre, questo approccio è difficile da applicare su larga scala.

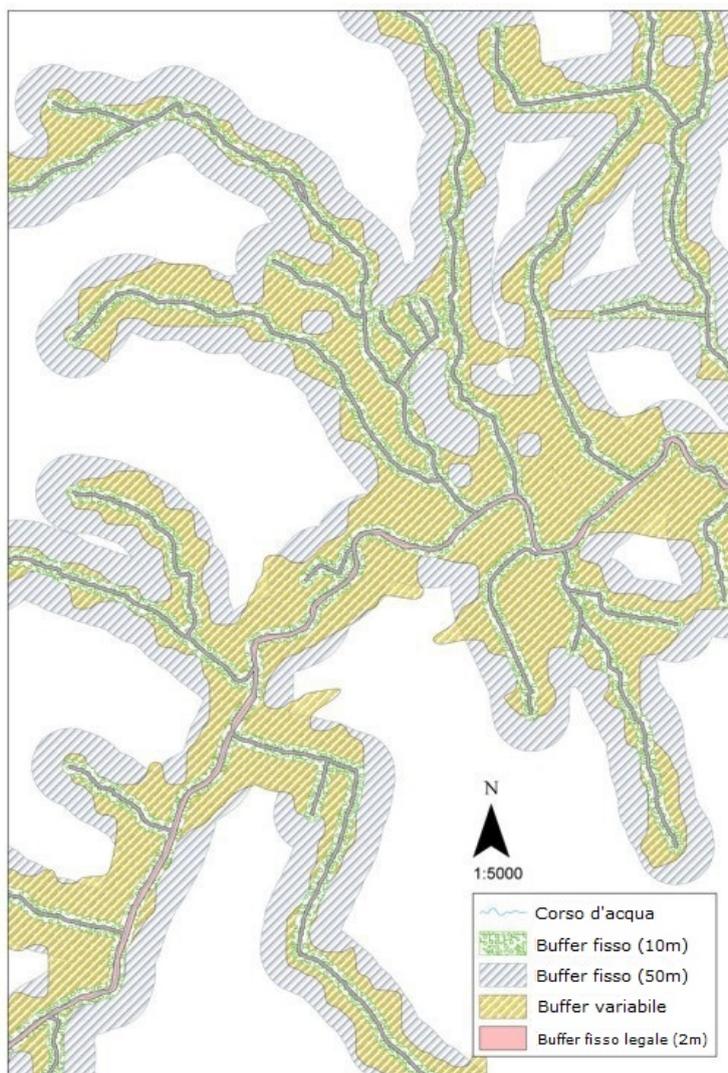


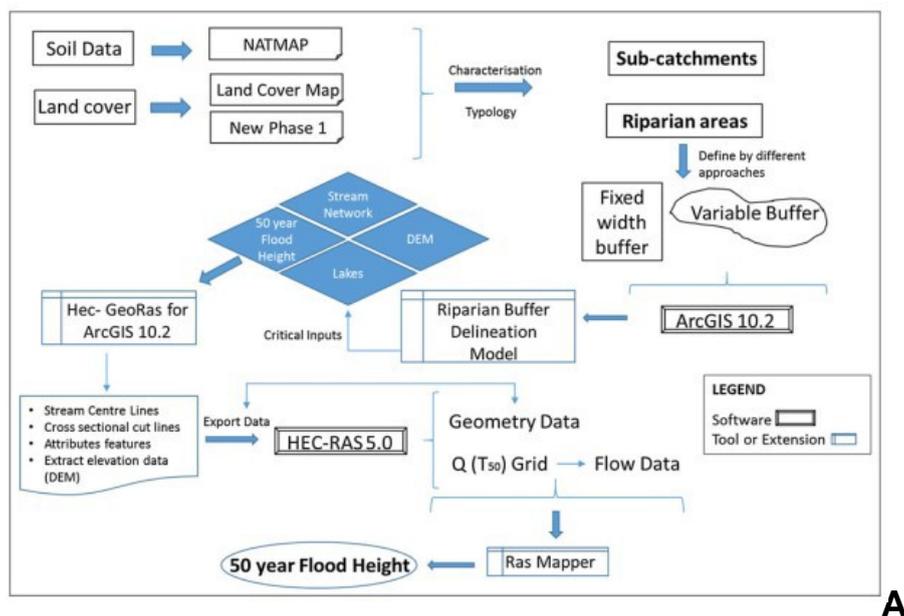
Figura 9. Esempio di confronto di approcci per delineare i buffer ripariali (Fonte: de Sosa et al., 2017).

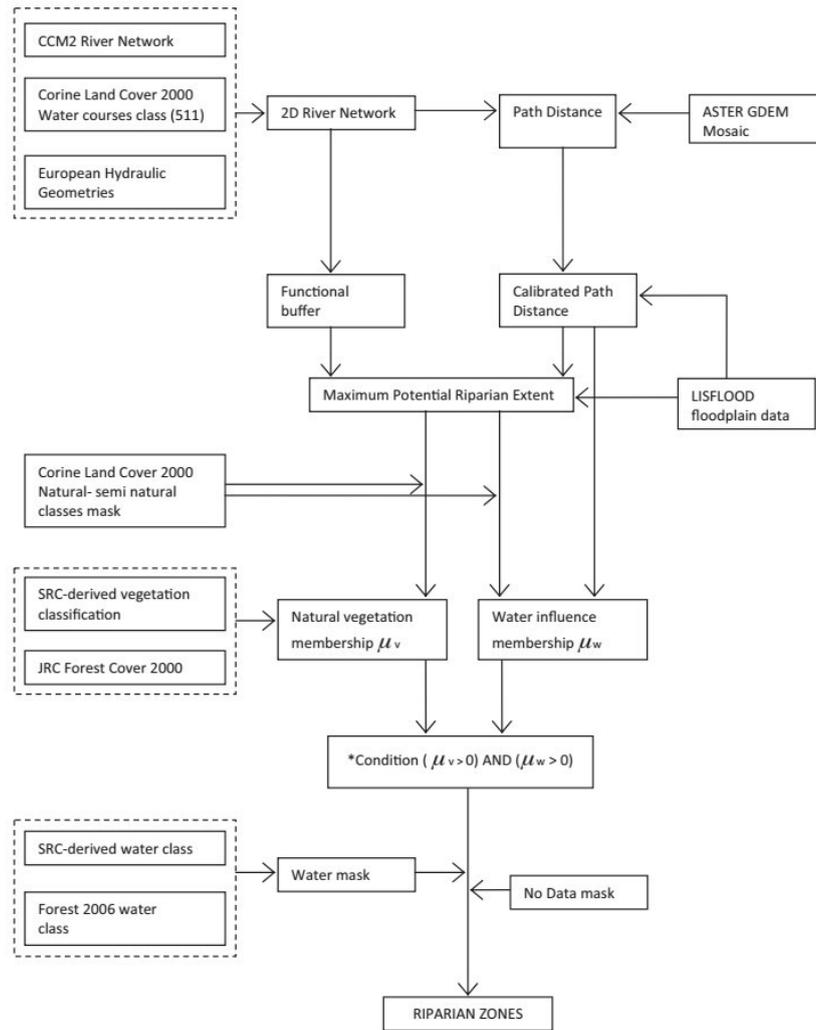
Su larga scala, viene utilizzato un altro approccio strutturale, basato principalmente su caratteristiche topografiche. Ad esempio, Ilhardt et al. (2000) e Verry (2004) hanno sviluppato approcci basati su caratteristiche topografiche e forme della valle. Questo approccio è particolarmente utile per l'identificazione su larga scala e il processo di mappatura viene costantemente migliorato dal continuo sviluppo di strumenti di telerilevamento (specialmente per piccoli corsi d'acqua). Presenta tuttavia alcune limitazioni, in particolare per i corsi d'acqua a bassa pendenza senza fondovalle.

Ovviamente, gli approcci strutturali faticano a catturare la dimensione funzionale della zona ripariale ed è possibile sviluppare approcci più dinamici, in particolare usando un criterio idraulico. Per esempio, supponendo che la maggior parte dei semi delle piante ripariali necessiti di un evento alluvionale per germogliare e svilupparsi, la zona ripariale potrebbe essere delineata dalle esigenze temporali di una

popolazione sostenibile di una specie ripariale target. Se le specie target sono piante erbacee annuali o perenni, richiederanno una piena ogni 2-3 anni, ma se sono specie legnose (ad esempio salici, pioppi, ontani), che hanno un ciclo di vita più lungo, possono necessitare un'alluvione solo ogni 10-20 anni. Pertanto, la zona ripariale dovrebbe essere definita come la larghezza che è inondata dalle portate di piena con periodo di ritorno di 10-20 anni. Questa delineazione corrisponde approssimativamente alla Zona 4 di Gurnell et al. (2016) (Fig. 5), che viene occasionalmente inondata ma senza dinamica dei sedimenti. Questo approccio ha tre limiti principali. Innanzitutto, richiede un modello di elevazione delle inondazioni. In secondo luogo, fornisce diverse larghezze della zona ripariale a seconda della specie target. Infine, la zona più secca nel modello concettuale di Gurnell et al. (2016) (ovvero dove l'inondazione è assente o estremamente rara, ma l'umidità del suolo è permanente poiché i livelli di acqua freatica sono elevati durante tutto l'anno) è difficile da modellare e, nella maggior parte dei casi, deve essere identificata tramite lavoro in campo.

I recenti sviluppi dei dati disponibili e delle risorse informatiche consentono di sviluppare approcci misti su larga scala (de Sosa et al., 2017; Fig. 10). Ad esempio, a scala europea, un approccio sviluppato dal Centro comune di ricerca dell'Unione Europea (JRC, UE) combina una varietà di informazioni: un indice di forma della valle calcolato con un DEM, un modello di elevazione delle inondazioni (se disponibile) e una distanza minima fissa del buffer di 40 m dal torrente basata sulla letteratura scientifica (Clerici et al., 2011; Clerici et al., 2013). La combinazione di una larghezza di buffer fissa e criteri idraulici (o proxy topografici) è un modo per considerare sia l'influenza della zona ripariale sul sistema fluviale sia quella delle dinamiche fluviali sulla zona ripariale; pertanto, è l'unico modo per fornire informazioni coerenti e pertinenti per le principali direttive UE interessate dalle zone ripariali (es. direttive Habitat, Acqua e Nitrati). Il sistema di monitoraggio dell'UE, Copernicus, fornisce anche tre set di dati dedicati alle zone ripariali (Copertura del suolo/Uso del suolo, Delineazione delle zone di Ripariali e di elementi lineari verdi; si veda: <https://land.copernicus.eu/local/riparian-zones> e Weissteiner et al., 2016).





B

Figura 10. Esempi di diagrammi di flusso per modellare la delimitazione della zona riparia (A) a scala di bacino in de Sosa et al. (2017) e (B) a scala europea in Clerici et al. (2013). Quest'ultimo combina una larghezza fissa ("buffer funzionale") con parametri idraulici ("LISFLOOD floodplain data", ovvero aree della pianura alluvionale modellata con frequenza di 50 anni), topografia ("mosaico ASTER GDEM") e dati sulla copertura del suolo ("Corine Land Cover 2000").

CONCLUSIONI - RACCOMANDAZIONI

Per concludere, consideriamo la vegetazione ripariale nei sistemi fluviali come un complesso co-costruito di unità di vegetazione lungo la rete fluviale, indipendentemente dalla fisionomia o dall'origine, che è funzionalmente correlato agli altri componenti del sistema fluviale e dell'area circostante. Appartiene alla zona ripariale, che è un ibrido e un paesaggio aperto: ibrido perché deriva dalla co-costruzione guidata da processi umani e naturali, e aperto perché il terreno adiacente ai sistemi fluviali influenza, ed è influenzato dal fiume e dai processi associati. Pertanto, la struttura e il funzionamento ecologico delle comunità biotiche in quest'area variano lungo le quattro dimensioni dell'idrosistema fluviale (compreso il tempo). Questa variabilità è guidata principalmente dalle condizioni bioclimatiche, geomorfologiche e di uso del suolo, che cambiano nel tempo sotto l'influenza di fattori naturali e umani. Questa variabilità influenza chiaramente lo studio della vegetazione ripariale. Inoltre, il fatto che questa variabilità sia correlata a un particolare contesto impone alcune notevoli contingenze, creando difficoltà per la generalizzazione e il trasferimento delle conoscenze.

Per concludere, le principali raccomandazioni per migliorare l'integrazione della vegetazione ripariale

nella gestione fluviale del paesaggio sono le seguenti:

1. Riconoscere le zone riparie come sistemi socio-ecologici co-costruiti guidati da processi naturali E umani che seguono nel tempo complesse traiettorie
2. Considerare la vegetazione ripariale come un sistema aperto (i) relativo al canale, all'area circostante, al bacino a monte, all'atmosfera e al substrato e (ii) collegare queste componenti attraverso flussi bidirezionali
3. Promuovere l'uso di una definizione/delineazione che integri e massimizzi tutte le funzioni all'interno del sistema socio-ecologico (ovvero supporto, approvvigionamento, regolamentazione e servizi ecosistemici-culturali)
4. Sviluppare esempi e strumenti per promuovere le buone pratiche nell'applicazione della delimitazione delle zone ripariali
5. Chiarire le conoscenze specifiche del sito e quelle trasferibili (ad es. larghezza minima della zona ripariale necessaria per una determinata funzione, efficacia di un dato indice topografico nel delineare la zona ripariale)

BIBLIOGRAFIA

- Astudillo, M.R., Novelo-Gutiérrez, R., Vázquez, G., García-Franco, J.G., Ramírez, A., 2016. Relationships between land cover, riparian vegetation, stream characteristics, and aquatic insects in cloud forest streams, Mexico. *Hydrobiologia* 768, 167–181. <https://doi.org/10.1007/s10750-015-2545-1>
- Bendix, J., Hupp, C.R., 2000. Hydrological and geomorphological impacts on riparian plant communities. *Hydrological Processes* 14, 2977–2990. [https://doi.org/10.1002/1099-1085\(200011/12\)14:16/17<2977::AID-HYP130>3.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/1099-1085(200011/12)14:16/17<2977::AID-HYP130>3.0.CO;2-4)
- Bendix, J., Stella, J.C., 2013. Riparian Vegetation and the Fluvial Environment: A Biogeographic Perspective, in: *Treatise on Geomorphology*. Elsevier, pp. 53–74. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374739-6.00322-5>
- Beschta, R.L., Bilby, R.E., Brown, G.W., Holtby, L.B., Hofstra, T.D., 1987. Stream Temperature and Aquatic Habitat: Fisheries and Forestry Interactions, in: *Streamside Management: Forestry and Fishery Interactions*. Salo, E.O., Cundy, T.W., Seattle, pp. 191–232.
- Bren, L.J., 1993. Riparian zone, stream, and floodplain issues: a review. *Journal of Hydrology* 150, 277–299. [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(93\)90113-N](https://doi.org/10.1016/0022-1694(93)90113-N)
- Brown, A.G., Lespez, L., Sear, D.A., Macaire, J.-J., Houben, P., Klimek, K., Brazier, R.E., Van Oost, K., Pears, B., 2018. Natural vs anthropogenic streams in Europe: History, ecology and implications for restoration, river-rewilding and riverine ecosystem services. *Earth-Science Reviews* 180, 185–205. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.02.001>
- Castelle, A.J., Johnson, A.W., Conolly, C., 1994. Wetland and Stream Buffer Size Requirements—A Review. *Journal of Environment Quality* 23, 878. <https://doi.org/10.2134/jeq1994.00472425002300050004x>
- Clerici, N., Weissteiner, C.J., Paracchini, M.L., Boschetti, L., Baraldi, A., Strobl, P., 2013. Pan-European distribution modelling of stream riparian zones based on multi-source Earth Observation data. *Ecological Indicators* 24, 211–223. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.06.002>
- Clerici, N., Weissteiner, C.J., Paracchini, M.L., Strobl, P., 2011. Riparian zones: where green and blue networks meet Pan-European zonation modelling based on remote sensing and GIS (EUR – Scientific and Technical Research series). JRC.
- Corenblit, D., Baas, A., Balke, T., Bouma, T., Fromard, F., Garófano-Gómez, V., González, E., Gurnell, A.M., Hortobágyi, B., Julien, F., Kim, D., Lambs, L., Stallins, J.A., Steiger, J., Tabacchi, E., Walcker, R., 2015. Engineer pioneer plants respond to and affect geomorphic constraints similarly along water-terrestrial interfaces world-wide: Biogeomorphic feedbacks along water-terrestrial interfaces. *Global Ecology and Biogeography* 24, 1363–1376. <https://doi.org/10.1111/geb.12373>
- Corenblit, D., Tabacchi, E., Steiger, J., Gurnell, A.M., 2007. Reciprocal interactions and adjustments between fluvial landforms and vegetation dynamics in river corridors: A review of complementary approaches. *Earth-Science Reviews* 84, 56–86.
- Davies, C.E., Moss, D., O'Hill, M., 2004. EUNIS habitat classification report. EEA.
- de la Fuente, B., Mateo-Sánchez, M.C., Rodríguez, G., Gastón, A., Pérez de Ayala, R., Colomina-Pérez, D., Melero, M., Saura, S., 2018. Natura 2000 sites, public forests and riparian corridors: The connectivity backbone of forest green infrastructure. *Land Use Policy* 75, 429–441. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.04.002>
- de Sosa, L.L., Glanville, H.C., Marshall, M.R., Abood, S.A., Williams, A.P., Jones, D.L., 2018. Delineating and mapping riparian

- areas for ecosystem service assessment. *Ecohydrology* 11, e1928. <https://doi.org/10.1002/eco.1928>
- Decamps, H., Joachim, J., Lauga, J., 1987. The importance for birds of the riparian woodlands within the alluvial corridor of the river garonne, S.W. France. *Regulated Rivers: Research & Management* 1, 301–316. <https://doi.org/10.1002/rrr.3450010403>
- Dufour, S., Rinaldi, M., Piégay, H., Michalon, A., 2015. How do river dynamics and human influences affect the landscape pattern of fluvial corridors? Lessons from the Magra River, Central–Northern Italy. *Landscape and Urban Planning* 134, 107–118. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.10.007>
- Dufour, S., Rodríguez-González, P.M., Laslier, M., 2019. Tracing the scientific trajectory of riparian vegetation studies: Main topics, approaches and needs in a globally changing world. *Science of The Total Environment* 653, 1168–1185. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.383>
- Dugdale, S.J., Malcolm, I.A., Kantola, K., Hannah, D.M., 2018. Stream temperature under contrasting riparian forest cover: Understanding thermal dynamics and heat exchange processes. *Science of The Total Environment* 610–611, 1375–1389. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.198>
- Ehrenfeld, J.G., 2003. Effects of Exotic Plant Invasions on Soil Nutrient Cycling Processes. *Ecosystems* 6, 503–523.
- Eriksson, M.O.G., 2008. Management of Natura 2000 habitats. 6450 Northern Boreal alluvial meadows. European Commission.
- Ferreira, V., Castela, J., Rosa, P., Tonin, A.M., Boyero, L., Graça, M.A.S., 2016. Aquatic hyphomycetes, benthic macroinvertebrates and leaf litter decomposition in streams naturally differing in riparian vegetation. *Aquatic Ecology* 50, 711–725. <https://doi.org/10.1007/s10452-016-9588-x>
- Fischer, R.A., Martin, C.O., Ratti, J.T., Guidice, J., 2001. Riparian Terminology: Confusion and Clarification.
- Flanagan, L.B., Orchard, T.E., Logie, G.S.J., Coburn, C.A., Rood, S.B., 2017. Water use in a riparian cottonwood ecosystem: Eddy covariance measurements and scaling along a river corridor. *Agricultural and Forest Meteorology* 232, 332–348. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2016.08.024>
- Flores-Díaz, A.C., Castillo, A., Sánchez-Matías, M., Maass, M., 2014. Local values and decisions: views and constraints for riparian management in western Mexico. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 06. <https://doi.org/10.1051/kmae/2014017>
- Girel, J., 1986. Télédétection et cartographie à grande échelle de la végétation alluviale : exemple de la basse plaine de l’Ain. *Documents de cartographie écologique* 28, 45–74.
- Gregory, S.V., Swanson, F.J., McKee, W.A., Cummins, K.W., 1991. An ecosystem perspective of riparian zones. *BioScience* 41, 540–551.
- Gren, I.-M., Groth, K.-H., Sylvén, M., 1995. Economic Values of Danube Floodplains. *Journal of Environmental Management* 45, 333–345. <https://doi.org/10.1006/jema.1995.0080>
- Gurnell, A., 2014. Plants as river system engineers. *Earth Surface Processes and Landforms* 39, 4–25. <https://doi.org/10.1002/esp.3397>
- Gurnell, A., Petts, G., 2006. Trees as riparian engineers: the Tagliamento river, Italy. *Earth Surface Processes and Landforms* 31, 1558–1574. <https://doi.org/10.1002/esp.1342>
- Gurnell, A.M., Corenblit, D., García de Jalón, D., González del Tánago, M., Grabowski, R.C., O’Hare, M.T., Szewczyk, M., 2016. A Conceptual Model of Vegetation-hydrogeomorphology Interactions Within River Corridors. *River Research and Applications* 32, 142–163. <https://doi.org/10.1002/rra.2928>
- Gurnell, A.M., Gregory, K.J., 1995. Interactions between semi-natural vegetation and hydrogeomorphological processes. *Geomorphology* 13, 49–69. [https://doi.org/10.1016/0169-555X\(95\)00030-9](https://doi.org/10.1016/0169-555X(95)00030-9)
- Hagan, J.M., Pealer, S., Whitman, A.A., 2006. Do small headwater streams have a riparian zone defined by plant communities? *Canadian Journal of Forest Research* 36, 2131–2140. <https://doi.org/10.1139/x06-114>
- Hill, W.R., Mulholland, P.J., Marzolf, E.R., 2001. Stream ecosystem responses to forest leaf emergence in spring. *Ecology* 82, 2306–2319. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2001\)082\[2306:SERTFL\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2001)082[2306:SERTFL]2.0.CO;2)
- Illhardt, B.L., Verry, E.S., Palik, B.J., 2000. Defining riparian areas, in: *Riparian Management in Forests of the Continental Eastern United States*. Verry, E.S., New York, NY, pp. 23–42.
- Irmak, S., Kabenge, I., Rudnick, D., Knezevic, S., Woodward, D., Moravec, M., 2013. Evapotranspiration crop coefficients for mixed riparian plant community and transpiration crop coefficients for Common reed, Cottonwood and Peach-leaf willow in the Platte River Basin, Nebraska-USA. *Journal of Hydrology* 481, 177–190. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.12.032>
- Jobin, B., Bélanger, L., Boutin, C., Maisonneuve, C., 2004. Conservation value of agricultural riparian strips in the Boyer River watershed, Québec (Canada). *Agriculture, Ecosystems & Environment* 103, 413–423. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2003.12.014>
- Kenwick, R.A., Shammin, M.R., Sullivan, W.C., 2009. Preferences for riparian buffers. *Landscape and Urban Planning* 91, 88–96. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.12.005>
- Kondolf, G.M., Piégay, H., Landon, N., 2007. Changes in the riparian zone of the lower Eygues River, France, since 1830. *Landscape Ecology* 22, 367–384. <https://doi.org/10.1007/s10980-006-9033-y>
- Kristensen, P., Kristensen, E., Riis, T., Anette, A., Larsen, S., Verdonshot, P., Baattrup-Pedersen, A., 2015. Riparian forest as a management tool for moderating future thermal conditions of lowland temperate streams. *Inland Waters* 5, 27–38. <https://doi.org/10.5268/IW-5.1.751>
- Lamontagne, S., Cook, P.G., O’Grady, A., Eamus, D., 2005. Groundwater use by vegetation in a tropical savanna riparian zone (Daly River, Australia). *Journal of Hydrology* 310, 280–293. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2005.01.009>

- Ledesma, J.L.J., Futter, M.N., Blackburn, M., Lidman, F., Grabs, T., Sponseller, R.A., Laudon, H., Bishop, K.H., Köhler, S.J., 2018. Towards an Improved Conceptualization of Riparian Zones in Boreal Forest Headwaters. *Ecosystems* 21, 297–315. <https://doi.org/10.1007/s10021-017-0149-5>
- Lovett, S., Price, P., 1999. Riparian land management technical guidelines. Land and Water Resources Research and Development Corp. (LWRRDC), Canberra.
- Lowrance, R., Leonard, R., Sheridan, J., 1985. Managing riparian ecosystems to control nonpoint pollution. *Journal of Soil and Water Conservation* 40, 87–91.
- Malanson, G.P., 1993. Riparian landscapes, Cambridge studies in ecology. Cambridge University Press, Cambridge ; New York.
- Mander, Ü., Hayakawa, Y., Kuusemets, V., 2005. Purification processes, ecological functions, planning and design of riparian buffer zones in agricultural watersheds. *Ecological Engineering* 24, 421–432. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2005.01.015>
- Maridet, L., 1994. La végétation rivulaire, facteur de contrôle du fonctionnement écologique des cours d'eau : influence sur les communautés benthiques et hyporhéiques et sur les peuplements de poissons dans trois cours d'eau du Massif Central (Thèse de Doctorat). Université de Lyon, Lyon.
- Marston, R.A., Girel, J., Pautou, G., Piegay, H., Bravard, J.-P., Arneson, C., 1995. Channel metamorphosis, floodplain disturbance, and vegetation development: Ain River, France. *Geomorphology* 13, 121–131. [https://doi.org/10.1016/0169-555X\(95\)00066-E](https://doi.org/10.1016/0169-555X(95)00066-E)
- Miura, A., Urabe, J., 2015. Riparian land cover and land use effects on riverine epilithic fungal communities. *Ecological Research* 30, 1047–1055. <https://doi.org/10.1007/s11284-015-1303-1>
- Naiman, R.J., Décamps, H., 1997. The ecology of interfaces : Riparian Zones. *Annual Review of Ecology and Systematics* 28, 621–658. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.28.1.621>
- Naiman, R.J., Décamps, H., McClain, M.E., 2005. Riparia: ecology, conservation, and management of streamside communities, Aquatic ecology series. Elsevier, Academic Press, Amsterdam.
- Naiman, R.J., Decamps, H., Pollock, M., 1993. The Role of Riparian Corridors in Maintaining Regional Biodiversity. *Ecological Applications* 3, 209–212. <https://doi.org/10.2307/1941822>
- Naiman, R.J., Fetherston, K.L., McKay, S., Chen, J., 1998. Riparian forests, in: *River Ecology and Management: Lessons from the Pacific Coastal Ecoregion*. R. J. Naiman and R. E. Bilby, New York, pp. 289–323.
- National Research Council, 2002. Riparian Areas: Functions and Strategies for Management. National Academies Press, Washington, D.C. <https://doi.org/10.17226/10327>
- Osterkamp, W.R., 2008. Annotated Definitions of Selected Geomorphic Terms and Related Terms of Hydrology, Sedimentology, Soil Science and Ecology. USGS, Reston, Virginia.
- Pautou, G., 1984. L'organisation des forêts alluviales dans l'axe rhodanien entre Genève et Lyon ; comparaison avec d'autres systèmes fluviaux. *Documents de cartographie écologique* 27, 43–64.
- Pautou, G., Ponsero, A., Jouannaud, P., 1997. Les changements de biodiversité dans les interfaces alluviales. Application à la plaine d'inondation du Rhône entre Genève et Lyon et à la réserve naturelle du marais de lavours. *Revue d'Ecologie Alpine* IV, 35–63.
- Perkins, D.W., Hunter, Jr., M.L., 2006. Use of amphibians to define riparian zones of headwater streams. *Canadian Journal of Forest Research* 36, 2124–2130. <https://doi.org/10.1139/x06-111>
- Piégay, H., Gurnell, A.M., 1997. Large woody debris and river geomorphological pattern: examples from S.E. France and S. England. *Geomorphology* 19, 99–116.
- Piégay, H., Pautou, G., Ruffinoni, C., 2003a. Les forêts riveraines des cours d'eau: écologie, fonctions et gestion. IDF, Institut pour le développement forestier, Paris.
- Pivec, J., 2002. A short-term reponse of floodplain and spruce forests to evaporation requirements in Moravia in different years. *Journal of Forest Science* 48, 320–327.
- Recchia, L., Cini, E., Corsi, S., 2010. Multicriteria analysis to evaluate the energetic reuse of riparian vegetation. *Applied Energy* 87, 310–319. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.08.034>
- Rosenberg, D.K., Noon, B.R., Meslow, E.C., 1997. Biological Corridors: Form, Function, and Efficacy. *BioScience* 47, 677–687. <https://doi.org/10.2307/1313208>
- Roshan, Z.S., Anushiravani, S., Karimi, S., Moradi, H.V., Salmanmahini, A.R., 2017. The importance of various stages of succession in preservation of biodiversity among riparian birds in northern Iran. *Environmental Monitoring and Assessment* 189. <https://doi.org/10.1007/s10661-017-5778-9>
- Sabater, S., Butturini, A., Clement, J.-C., Burt, T., Dowrick, D., Hefting, M., Matre, V., Pinay, G., Postolache, C., Rzepecki, M., Sabater, F., 2003. Nitrogen Removal by Riparian Buffers along a European Climatic Gradient: Patterns and Factors of Variation. *Ecosystems* 6, 0020–0030. <https://doi.org/10.1007/s10021-002-0183-8>
- Sabo, J.L., Sponseller, R., Dixon, M., Gade, K., Harms, T., Heffernan, J., Jani, A., Katz, G., Soykan, C., Watts, J., Welter, J., 2005. Riparian zones increase regional species richness by harboring different, not more, species. *Ecology* 86, 56–62. <https://doi.org/10.1890/04-0668>
- Salemi, L.F., Groppo, J.D., Trevisan, R., Marcos de Moraes, J., de Paula Lima, W., Martinelli, L.A., 2012. Riparian vegetation and water yield: A synthesis. *Journal of Hydrology* 454–455, 195–202. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.05.061>
- Schnitzler, A., Génot, J.-C. (Eds.), 2012. La France des friches: de la ruralité à la féralité, Matière à débattre et à décider. Éditions Quae, Versailles.

- Schnitzler-Lenoble, A., 2007. Forêts alluviales d'Europe: écologie, biogéographie, valeur intrinsèque. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
- Seymour, C.L., Simmons, R.E., 2008. Can severely fragmented patches of riparian vegetation still be important for arid-land bird diversity? *Journal of Arid Environments* 72, 2275–2281. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2008.07.014>
- Swanson, F.J., Gregory, S.V., Sedell, J.R., 1982. Land-water interactions: the riparian zone, in: *Analysis of Coniferous Forest Ecosystems in the Western United States*, US International Biological Program Synthesis Serial 14. Edmonds, RL, New York, pp. 267–291.
- Tabacchi, E., 1992. Variabilité des peuplements riverains de l'Adour. Influence de la dynamique fluviale à différentes échelles d'espace et de temps. (Thèse doctorat). Université Paul Sabatier, Toulouse.
- Tabacchi, E., Correll, D.L., Hauer, R., Pinay, G., Planty-Tabacchi, A.-M., Wissmar, R.C., 1998. Development, maintenance and role of riparian vegetation in the river landscape. *Freshwater Biology* 40, 497–516. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.1998.00381.x>
- Tal, M., Gran, K., Murray, A.B., Paola, C., Hicks, D.M., 2004. Riparian vegetation as a primary control on channel characteristics in multi-thread rivers, in: Bennett, S.J., Simon, A. (Eds.), *Water Science and Application*. American Geophysical Union, Washington, D. C., pp. 43–58. <https://doi.org/10.1029/008WSA04>
- Thomas, J.W., Maser, C., Rodiek, J.E., 1979. Wildlife habitats in managed rangelands--the Great Basin of southeastern Oregon, riparian zones, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station. USDA Forest Service, Portland, OR.
- Trimmel, H., Weihs, P., Leidinger, D., Formayer, H., Kalny, G., Melcher, A., 2018. Can riparian vegetation shade mitigate the expected rise in stream temperatures due to climate change during heat waves in a human-impacted pre-alpine river? *Hydrology and Earth System Sciences* 22, 437–461. <https://doi.org/10.5194/hess-22-437-2018>
- Veneklaas, E.J., Fajardo, A., Obregon†, S., Lozano, J., 2005. Gallery forest types and their environmental correlates in a Colombian savanna landscape. *Ecography* 28, 236–252. <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2005.03934.x>
- Verry, E.S., Dolloff, C.A., Manning, M.E., 2004. Riparian ecotone: a functional definition and delineation for resource assessment. *Water, Air, and Soil Pollution: Focus* 4, 67–94.
- Vidon, P., Allan, C., Burns, D., Duval, T.P., Gurwick, N., Inamdar, S., Lowrance, R., Okay, J., Scott, D., Sebestyen, S., 2010. Hot Spots and Hot Moments in Riparian Zones: Potential for Improved Water Quality Management. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association* 46, 278–298. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2010.00420.x>
- Wawrzyniak, V., Allemand, P., Bailly, S., Lejot, J., Piégay, H., 2017. Coupling LiDAR and thermal imagery to model the effects of riparian vegetation shade and groundwater inputs on summer river temperature. *Science of The Total Environment* 592, 616–626. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.019>
- Weissteiner, C., Ickerott, M., Ott, H., Probeck, M., Ramming, G., Clerici, N., Dufourmont, H., de Sousa, A., 2016. Europe's Green Arteries—A Continental Dataset of Riparian Zones. *Remote Sensing* 8, 925. <https://doi.org/10.3390/rs8110925>