

## SCHEDI DI RILEVAMENTO GEOMORFOLOGICO DI ALVEI FLUVIALI

Massimo Rinaldi

Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Università di Firenze  
e-mail: mrinaldi@dicea.unifi.it

**RIASSUNTO:** Rinaldi M., *Schede di rilevamento geomorfologico di alvei fluviali* (IT ISSN 0394-3356, 2008).

Si propone una serie di schede per il rilevamento geomorfologico di alvei fluviali. Esse sono utilizzate per riportare in maniera sistematica ed organizzata le osservazioni e le misure quantitative da effettuare durante un rilievo geomorfologico sul terreno di un tratto di un corso d'acqua, integrandole con altri dati ed informazioni preesistenti (rilievi topografici esistenti, foto aeree). Tali schede derivano da una semplificazione di quelle proposte da THORNE (1998), integrandole con osservazioni ed informazioni più dettagliate riguardo le variazioni morfologiche passate e le tendenze evolutive attuali.

Il gruppo completo si compone di tre parti: (1) caratteristiche morfologiche attuali; (2) variazioni morfologiche; (3) tendenze attuali. Le tre parti si differenziano tra loro per la scala temporale a cui si fa riferimento nelle osservazioni: (1) le caratteristiche morfologiche attuali si riferiscono alla scala temporale attuale, cioè si riportano le forme ed i processi osservati al momento della compilazione delle schede; (2) le variazioni morfologiche si riferiscono alla scala temporale degli ultimi 100-150 anni; (3) le tendenze attuali si riferiscono alla scala temporale degli ultimi 10-15 anni. Se ne descrivono inizialmente alcune caratteristiche generali, quali i campi di applicazione, la lunghezza del tratto da rilevare, le possibili misure da effettuare per integrare le osservazioni di campo. Successivamente si descrivono brevemente le varie parti di cui si compone ogni scheda. Tali schede, oltre che per una caratterizzazione morfologica generale del tratto, possono essere utilizzate per classificare il corso d'acqua non tanto in funzione delle forme (come generalmente accade nella maggior parte delle classificazioni morfologiche di alvei fluviali), quanto piuttosto in funzione delle variazioni passate e delle tendenze attuali, offrendo in tal modo molte potenziali applicazioni nel campo della gestione dei corsi d'acqua.

**ABSTRACT:** Rinaldi M., *Geomorphological sheet forms for river channel survey* (IT ISSN 0394-3356, 2008).

*During the last years, fluvial geomorphologists have experienced an increasing need to develop schemes to evaluate channel processes, adjustments and trends by a field survey. Stream reconnaissance field survey can be defined as a field procedure for the collection of morphological data and information, possibly using specific record sheets aiming to collect data in a systematic and organised way (DOWNS & THORNE, 1996; THORNE, 1998).*

*Definition of recent and present channel adjustments is fundamental in studies concerning channel dynamics. While sufficient data is usually available to reconstruct planform changes, more difficulties concern the definition of altimetric adjustments (incision or aggradation) of the channel bed, given that past topographic surveys are often limited or not available.*

*A set of record sheet forms for field surveys has been developed with the specific aim of facilitating interpretation and classification of channel adjustments. The proposed sheets partly derive from a simplification of previous record sheets proposed by THORNE (1998), and from further developments of record sheet forms used in previous geomorphological projects. They have been adapted to the specific scopes of the PRIN 2005 Project "Present and recent dynamics of river channels in Northern and Central Italy: evolutionary trends, causes and management implications" (MIUR). The main focus of these sheets is therefore the interpretation of channel adjustments, rather than a simple description of channel forms. The forms, although suitable for all types of alluvial river channels, have been developed with particular reference to the river types investigated within the PRIN 2005 Project, that are gravel-bed rivers with wandering or braided morphologies. The complete set of sheets include three distinct parts:*

*(1) Geomorphological characterization. It consists of a general description of the morphological features and processes, including a morphological sketch of the site, a description of the different geomorphic surfaces, a representative cross-section, channel sizes, sediment properties, river banks, vegetation, and human interventions.*

*(2) Morphological changes. This sheet refers to the description of the channel changes during a time scale of about 100 - 150 years, with the scope of describing the net changes which occurred in this interval. It is compiled by a combination of available data (aerial photos, topographic surveys) that need to be collected and pre-processed before the survey, and field evidence. Three main sections are distinguished: (a) width changes (narrowed, unchanged, widened); (b) pattern changes; (c) vertical changes (incised, unchanged, aggraded).*

*(3) Present trends of adjustment. This sheet refers to the time scale of the last 10-15 years, with the specific scope of interpreting ongoing channel adjustments. Similarly to the previous record sheet form, aerial photos and topographic data are used when available. Present adjustments in channel width and pattern are usually identified on the basis of the two most recent aerial photos available, with the support of field evidence. Because topographic data is seldom available, the main focus of this form is on a series of selected diagnostic variables (field evidence) to identify vertical adjustments (incising, equilibrium, aggrading).*

*The record sheets have been applied to a number of representative rivers (Magra, Panaro, Cecina, Piave, Tagliamento, etc.). These sheet forms can be utilised for a classification of the river channel based on recent channel changes and present trends of adjustments rather than simply on channel form, as generally done in most of the existing morphological stream classifications.*

Parole chiave: rilevamento geomorfologico, schede, alvei fluviali

Keywords: stream reconnaissance, sheet forms, channel adjustments

### 1. INTRODUZIONE

Le variazioni morfologiche e le tendenze evolutive di alvei fluviali rappresentano una conoscenza fondamentale in qualunque studio di dinamica fluviale, sia esso funzionale all'individuazione delle condizioni di

rischio da dinamica d'alveo, che finalizzato alla gestione dell'alveo e dei suoi sedimenti o di riqualificazione fluviale.

Per quanto riguarda l'analisi delle variazioni planimetriche dell'alveo, in genere (almeno per alvei fluviali di sufficienti dimensioni) l'esistenza di foto aeree attuali

e pregresse permette di disporre di un numero sufficiente di dati. Le variazioni della quota del fondo sono invece più difficili da investigare, essendo i rilievi topografici pregressi in genere in numero limitato o spesso del tutto assenti.

Durante gli ultimi anni si registrano importanti e rapidi progressi tecnico-scientifici per il rilevamento di alvei fluviali (GPS, laser scanning, fotogrammetria, sistemi di monitoraggio, ecc.) (si veda ad es. HICKS *et al.*, 2008; MILAN *et al.*, 2007); tuttavia tali tecnologie meglio si adattano a studi specifici di monitoraggio morfologico, piuttosto che alla ricostruzione delle variazioni passate e delle tendenze evolutive recenti. Inoltre, per studi a scala di sistema fluviale e condotti in un periodo di tempo relativamente breve, come accade nel caso di ricerche applicate alla gestione del corso d'acqua, le risorse ed i tempi spesso non sono sufficienti per l'applicazione di tecnologie avanzate di monitoraggio. Nello stesso tempo, si è registrato un crescente interesse nel campo della dinamica fluviale a sviluppare ed applicare schemi per valutare gli aspetti geomorfologici di un corso d'acqua sulla base del rilevamento sul terreno, ciò soprattutto a seguito del crescente coinvolgimento degli aspetti geomorfologici nei progetti di gestione e di riqualificazione di alvei fluviali.

Il rilevamento geomorfologico permette una raccolta diretta di informazioni morfologiche, utilizzando specifiche schede da riempire durante la ricognizione che riportino in maniera sistematica ed organizzata le osservazioni qualitative e le eventuali misure da effettuare (THORNE & EASTON, 1994; DOWNS & THORNE, 1996; THORNE, 1998). Come descritto più in dettaglio nella prossima sezione, esistono varie procedure morfologiche proposte e varie sono le applicazioni in Italia. Nonostante ciò, la proposta di nuove schede di rilevamento geomorfologico di alvei fluviali deriva da alcune esigenze e necessità, che possono essere sintetizzate come segue:

(a) Sviluppare una versione semplificata delle schede proposte da THORNE (1998), le quali possono risultare troppo dettagliate per alcuni aspetti e richiedere tempi lunghi per la loro applicazione. Versioni semplificate delle schede di Thorne sono peraltro già state impiegate nell'ambito di recenti progetti di ricerca (SIVIGLIA *et al.*, 2004; RINALDI, 2005; 2007) e riportate in GOVI & SURIAN (2003). Le schede proposte in questa nota rappresentano un ulteriore sviluppo delle versioni precedenti.

(b) Necessità di finalizzare maggiormente le osservazioni per l'interpretazione delle variazioni morfologiche recenti e delle tendenze evolutive attuali, per rispondere alle esigenze specifiche del progetto "Dinamica recente ed attuale di alvei fluviali in Italia centro-settentrionale: tendenze evolutive, cause ed implicazioni applicative" (PRIN 2005) nell'ambito del quale questa attività si inserisce.

Vanno infine aggiunte le nuove motivazioni legate alla necessità dell'applicazione della Direttiva Quadro Acqua 2000/60 la quale richiede una valutazione del discostamento di un corso d'acqua rispetto ad un suo stato di riferimento. In quest'ottica, la conoscenza delle variazioni avvenute rispetto ad una condizione del passato più naturale e delle tendenze evolutive (ulteriore discostamento o recupero morfologico) possono essere di fondamentale importanza e sono aspetti di cui

raramente si tiene conto nelle attuali metodologie di caratterizzazione dello stato attuale di un corso d'acqua.

L'obiettivo di questo articolo è pertanto quello di proporre un nuovo insieme di schede geomorfologiche di alvei fluviali che vadano a soddisfare tali esigenze. Si riporta pertanto in questa nota l'insieme completo delle schede, illustrandone la struttura e le principali caratteristiche, rinviando invece a successive pubblicazioni per una spiegazione dettagliata dei termini utilizzati e delle metodologie di rilievo.

## 2. RILEVAMENTO GEOMORFOLOGICO DI ALVEI FLUVIALI

Il rilevamento geomorfologico sul terreno di alvei fluviali (*stream reconnaissance field survey*: THORNE & EASTON, 1994; DOWNS & THORNE, 1996; THORNE, 1998) può essere definito come una procedura di raccolta di informazioni morfologiche, in genere attraverso l'uso di schede da riempire durante il sopralluogo sul terreno, che riportino in maniera sistematica ed organizzata le osservazioni e le misure quantitative da effettuare. Tale rilevamento non è da intendere come un sostituto o un'alternativa ad altri tipi di dati, ma il suo vantaggio è quello di permettere di raccogliere i dati e le informazioni necessarie durante il rilevamento sul terreno. Esso si può quindi integrare ad altri tipi di metodi (studio delle variazioni storiche e recenti dell'alveo) e/o può essere seguito da una serie di passi successivi (monitoraggio, modellazione e quantificazione dei processi, ecc.) che possano permettere una previsione delle possibili tendenze evolutive future (DOWNS & THORNE, 1996). In molti progetti, tuttavia, a causa di limitazioni di tempo e di risorse, il rilevamento geomorfologico costituisce una delle poche soluzioni percorribili per consentire un'interpretazione delle tendenze evolutive ed in tal caso assume rilevanza ancora maggiore.

Per quanto riguarda la scala spaziale ed il grado di dettaglio di un rilevamento geomorfologico, generalmente si tende a distinguere tra un rilevamento geomorfologico iniziale del corso d'acqua (*initial stream reconnaissance*), cioè una prima ricognizione più speditiva condotta alla scala dell'intero sistema fluviale, da un rilevamento geomorfologico di dettaglio del corso d'acqua (*detailed stream reconnaissance*), condotto alla scala del singolo sito o tratto. Il rilevamento geomorfologico iniziale è generalmente eseguito attraverso brevi visite nel maggior numero possibile di punti dai quali l'alveo è facilmente accessibile o visibile (tipicamente in corrispondenza di tutti i ponti presenti), ma può essere eseguito anche attraverso uno specifico volo aereo, in elicottero a bassa quota o percorrendo il corso d'acqua attraverso una imbarcazione. Il rilevamento geomorfologico di dettaglio invece viene condotto esclusivamente sul terreno, percorrendo un determinato tratto del corso d'acqua, anche se tale attività generalmente viene integrata da altri tipi di dati (ad esempio l'analisi delle foto aeree disponibili del tratto).

Sono state sviluppate varie procedure e schede di rilevamento di campo adatte a diverse scale e con vari scopi, dalla valutazione dell'instabilità di un tratto di alveo alla classificazione delle condizioni 'idromorfologiche' del corso d'acqua. In Tabella 1 si riportano gli

esempi più significativi di procedure sviluppate con varie finalità specifiche. Per quanto riguarda le loro applicazioni in campo nazionale, l'indice di instabilità potenziale (SIMON *et al.*, 1989; SIMON & DOWNS, 1995) è stato per primo applicato in uno studio relativo ai fiumi della Toscana (CATANI *et al.*, 1995). Le schede di THORNE (1998), certamente le più complete nel campo del rilevamento geomorfologico di alvei fluviali, sono state prevalentemente utilizzate in studi specifici sulla stabilità di sponde fluviali (ad es. RINALDI & CASAGLI, 1999; DAPPORTO *et al.*, 2003). Infine, si cita la procedura *River Habitat Survey* (RHS: EA, 1997; 2003; RAVEN *et al.*, 1998) ed il successivo Caravaggio (*Core assessment of river habitat value and hydro-morphological condition*: BUFFAGNI *et al.*, 2005), suo adattamento al contesto italiano e mediterraneo, seppure si tratti di una metodologia che non nasce in maniera specifica per la caratterizzazione morfologica o per l'interpretazione delle tendenze evolutive di alvei fluviali. In essa, infatti, la classificazione degli aspetti morfologici assume un ruolo molto rilevante, soprattutto nell'ottica del recepimento della Direttiva Quadro Acqua 2000/60.

### 3. SCHEDE DI RILEVAMENTO

Le schede di rilevamento geomorfologico di alvei fluviali, riportate integralmente in fondo all'articolo (disponibili anche alla pagina [www.dicea.unifi.it/massimo.rinaldi/private/schede](http://www.dicea.unifi.it/massimo.rinaldi/private/schede)), si compongono complessivamente di tre parti: (1) caratteristiche morfologiche attuali (4 schede); (2) variazioni morfologiche (1 scheda); (3) tendenze attuali (1 scheda). Le tre parti si differenziano tra loro per la scala temporale a cui si fa riferimento nelle osservazioni: (1) le caratteristiche morfologiche attuali si riferiscono alla scala temporale attuale, cioè si riportano le forme ed i processi osservati al momento della compilazione delle schede; (2) le variazioni morfologiche si riferiscono alla scala temporale degli ultimi 100-150 anni; (3) le tendenze attuali si riferiscono alla scala temporale degli ultimi 10-15 anni.

Tali schede, come anticipato precedentemente, derivano da una semplificazione di quelle proposte da THORNE (1998), ed allo stesso tempo dall'esigenza di

una maggiore focalizzazione sulle variazioni morfologiche e sulle tendenze attuali, con particolare riferimento ai corsi d'acqua italiani. Le schede di Thorne rimangono le più indicate per rilievi di maggior dettaglio associati a studi più specifici sulla morfologia dell'alveo o, soprattutto, sui processi e sulla stabilità delle sponde fluviali. Viceversa, le schede qui proposte possono essere anche ulteriormente semplificate, impiegandole per una ricognizione più speditiva (*initial stream reconnaissance*) ed omettendo alcune parti ritenute non fondamentali in una fase iniziale.

Le schede si applicano ai tratti alluvionali mobili dei corsi d'acqua principali di un bacino idrografico, essendo focalizzate sul riconoscimento della varietà di forme e sull'osservazione di variazioni morfologiche verificatesi nel tempo. Non sono invece ben applicabili al caso di torrenti montani, dove esiste una minore diversità morfologica e dove le variazioni morfologiche sono in genere più limitate rispetto ai fiumi di pianura. Tuttavia, le schede comprendono anche alcune caratteristiche di questi tipi di corsi d'acqua, e pertanto sono applicabili anche ad essi riempiendo solo le voci ad essi riferite ed omettendo quelle relative a fiumi di pianura; ciò anche tenuto conto del fatto che talora gli stessi alvei alluvionali mobili possono avere dei tratti intermedi semiconfinati con caratteristiche simili a torrenti montani, quali ad esempio affioramenti rocciosi in alveo e forti pendenze.

Per quanto riguarda le strategie di rilevamento ed in particolar modo la lunghezza di un tratto rappresentato da un singolo gruppo di schede, esse devono essere definite all'inizio dello studio in funzione degli scopi, della durata e delle risorse disponibili. Spesso un tratto di studio è sufficientemente uniforme da un punto di vista morfologico da poter essere coperto da un'unica serie completa di schede. Tuttavia, dove esistono marcate variazioni morfologiche all'interno di un certo tratto, può essere necessario suddividerlo in una serie di sottotratti più brevi. Al livello di maggior dettaglio possibile, per corsi d'acqua a canale singolo si ritiene comunemente che la lunghezza minima di un tratto, affinché sia significativo, debba essere dell'ordine di 10-20 volte la larghezza dell'alveo stesso (THORNE, 1998). Tuttavia, nel caso di alvei a canali intrecciati o di

Tab. 1 - Principali metodi che includono il rilevamento sul terreno di caratteristiche morfologiche di alvei fluviali per varie finalità e principali applicazioni in Italia.

*Main field methods including a survey of channel morphological characteristics for various aims and main applications in Italy.*

Metodo	Finalità	Riferimenti bibliografici	Applicazioni in Italia
Valutazione dell'instabilità potenziale	Specifico per la valutazione dell'instabilità di un alveo fluviale, soprattutto in corrispondenza di ponti	SIMON <i>et al.</i> (1989); SIMON & DOWNS (1995)	CATANI <i>et al.</i> (1995)
Schede di rilevamento geomorfologico	Procedura sistematica di raccolta informazioni e dati su forme e processi utilizzabile per varie finalità	THORNE & EASTON (1994); THORNE <i>et al.</i> (1996a, b); THORNE (1998)	RINALDI & CASAGLI (1999); DAPPORTO <i>et al.</i> (2003)
<i>River Habitat Survey</i> (RHS) - Caravaggio	Censimento degli habitat in relazione alle caratteristiche idromorfologiche del corso d'acqua	EA (1997, 2003); RAVEN <i>et al.</i> (1998); BUFFAGNI <i>et al.</i> (2005)	BUFFAGNI <i>et al.</i> (2005)

tipo transizionale (*wandering*), tale lunghezza può essere eccessiva, data la larghezza dell'alveo in genere relativamente grande. L'estrema variabilità morfologica all'interno di un tratto potrebbe quindi risultare difficilmente rappresentabile in un singolo gruppo di schede. Pertanto, nel caso di alvei di una certa dimensione, è opportuno che la lunghezza del tratto investigato sia dell'ordine di 1-2 volte la larghezza (e comunque dell'ordine di 500 m al massimo).

Seppure le schede siano finalizzate ad un rilevamento sul terreno, esse richiedono l'integrazione con altri tipi di informazioni e dati che presuppongono un lavoro preliminare, in particolare modo l'acquisizione di dati desunti da carte topografiche e da foto aeree. Ciò comporta il vantaggio per il rilevatore di recarsi sul terreno avendo già una conoscenza delle caratteristiche passate ed attuali del corso d'acqua. Seppure le foto aeree rappresentino i supporti più importanti e di più facile reperimento, le immagini satellitari con alta risoluzione a terra stanno acquisendo sempre maggiore diffusione e possono anche esse essere impiegate per tali scopi.

Infine, è opportuno sottolineare che le osservazioni raccolte durante la compilazione delle schede non sono da intendersi come sostitutive di misure, ma al contrario sono possibilmente da abbinare a vari tipi di misure, quali: (a) rilievo topografico del profilo del fondo e di sezioni rappresentative; (b) misure granulometriche; (c) misure per la caratterizzazione dei sedimenti di sponda (in studi specifici riguardanti la stabilità delle sponde); (d) misure effettuate sui detriti legnosi (in studi specifici su questi aspetti).

### 3.1 Caratteristiche morfologiche attuali

La prima parte, comprendente quattro schede, ha come oggetto la descrizione delle caratteristiche morfologiche attuali dell'alveo.

Si compone a sua volta di varie sezioni, brevemente descritte di seguito.

1. Generalità: si riportano alcune informazioni di carattere generale, quali la data, il corso d'acqua, il tratto, i rilevatori e la posizione del sito di rilevamento.
2. Caratteristiche morfologiche generali. Si descrivono le caratteristiche essenziali per una prima definizione della morfologia dell'alveo (confinamento, morfologia planimetrica, barre, sedimenti, configurazione e controlli del fondo). Per quanto riguarda le tipologie d'alveo, i termini riportati tengono conto delle varie classificazioni proposte in letteratura (KELLERHALS *et al.*, 1976; BRICE, 1984; SCHUMM, 1977; 1985; ROSGEN, 1994), sintetizzate in THORNE (1997), inclusi alcuni termini relativi a morfologie frequenti nel contesto italiano (sinuoso a barre alternate, transizionale o *wandering*) (RINALDI, 2003; SURIAN & RINALDI, 2003). Per le tipologie di barre, si fa riferimento alla classificazione riportata da KELLERHALS *et al.* (1976), mentre per le configurazioni del fondo si riportano le cinque tipologie principali definite da MONTGOMERY & BUFFINGTON (1997).
3. Schema morfologico planimetrico. Viene tracciato uno schema generale che metta in evidenza le principali caratteristiche morfologiche del tratto (andamento del canale o dei canali e delle barre, altre superfici, opere, punti di ripresa fotografica, ecc.).

4. Superfici. Vengono riportate le superfici morfologiche osservate nel tratto (canale, barre attive e barre alte, isole, berme, piana inondabile, canali secondari, terrazzi o versanti che eventualmente delimitano l'alveo). I termini adoperati tengono conto di quanto riportato da vari Autori in letteratura (in particolare OSTERKAMP & HUPP, 1985; HUPP & OSTERKAMP, 1996; THORNE, 1997). In particolare, le isole si differenziano dalle barre longitudinali per essere delle forme più stabili e ricoperte da vegetazione (THORNE, 1997; GURNELL *et al.*, 2005), mentre le barre alte presentano caratteristiche intermedie tra piana inondabile e barre (HUPP & RINALDI, 2007), e si distinguono da queste ultime per caratteristiche topografiche (posizione topografica generalmente più alta), tessitura (è in genere presente una consistente quantità di sabbia) e vegetazione (in genere si osserva una consistente copertura erbacea ed arbustiva).
5. Schema sezione. Alla descrizione precedente si abbina anche in questo caso uno schema che esemplifichi le superfici presenti e la loro disposizione altimetrica in sezione.
6. Caratteristiche e dimensioni alveo. In questa sezione si forniscono indicazioni più precise sulle caratteristiche della corrente, sulle dimensioni dell'alveo di piena (*bankfull*), secondo le definizioni di LEOPOLD *et al.* (1964) e di WILLIAMS (1978), e sulle dimensioni dei sedimenti d'alveo, richiedendo l'inserimento di alcune misure da effettuare in campo (larghezza dell'alveo, diametro medio dei sedimenti, ecc.). Per quanto riguarda le varie tecniche di misura dei sedimenti, si rimanda alla rassegna di BUNTE & ABT (2001). Si è ritenuto opportuno inserire in questa parte anche una descrizione dei tipi di flusso osservati al momento del rilevamento, secondo la classificazione definita originariamente nell'ambito del *River Habitat Survey* (EA, 1997; RAVEN *et al.*, 1998). Questi rappresentano infatti alcune tra le caratteristiche più importanti sulle quali si basa la classificazione dei tipi di habitat nella procedura RHS-Caravaggio.
7. Sponda sinistra e destra. In questa scheda si fornisce una descrizione delle due sponde, riportandone la geometria, i sedimenti che le costituiscono, i processi di arretramento e di accumulo di sedimenti alla base. Le definizioni adottate in questa parte fanno riferimento a quanto riportato da THORNE (1998) ed in RINALDI & DAPPORTO (2005).
8. Vegetazione. Si descrive la presenza o meno di vegetazione viva e/o di detriti legnosi sulle varie superfici precedentemente riconosciute.
9. Opere. Si riporta la presenza, tipo ed ubicazione di opere (interventi di stabilizzazione del fondo o delle sponde, argini, opere esterne all'alveo) nel tratto indagato.
9. Note e commenti. Sul fondo di ogni scheda è sempre riservato uno spazio per eventuali note e commenti, dove è possibile eventualmente indicare i codici delle foto e le relative coordinate GPS.

### 3.2 Variazioni morfologiche

La quinta scheda relativa alle variazioni morfologiche ha come oggetto la descrizione e classificazione delle variazioni avvenute in una scala temporale dell'ordine degli ultimi 100-150 anni circa, vale a dire a partire

da un'epoca in cui comincia ad essere disponibile una documentazione (ad esempio le prime levate delle tavolette IGM) sulla base della quale si possono valutare le modifiche avvenute in maniera sufficientemente attendibile.

1. Variazioni di larghezza. Si fa riferimento a tre situazioni rappresentative: (a) XIX secolo; (b) anni '50 del XX secolo; (c) ultimo volo aereo (o immagine satellitare) disponibile. Si riportano le misure di variazione di larghezza rispetto alle due situazioni di riferimento (a) e (b). Le misure possono essere effettuate precedentemente al rilevamento sul terreno, oppure possono essere fatte preliminarmente sul terreno (sulla base della documentazione richiesta) e poi perfezionate successivamente. Ciò ha essenzialmente lo scopo di facilitare la comprensione delle superfici presenti sul terreno e delle variazioni avvenute.
2. Variazioni tracciato. Analogamente alla sezione precedente, in questo caso si descrivono le variazioni di morfologia planimetrica (caratteri di intrecciamento o sinuosità, barre, spostamenti laterali, morfologia complessiva dell'alveo) in maniera qualitativa (diminuito, invariato, aumentato) (eventuali misure dei parametri di interesse sono rinviate ad una fase di analisi successiva).
3. Variazioni altimetriche. Si indicano dapprima i dati eventualmente disponibili (rilievi topografici di profili e/o sezioni), sulla base dei quali si ricava una stima delle variazioni avvenute. Nel caso, peraltro frequente, di assenza di dati, si ricorre ad evidenze sul terreno. Nel caso di incisione, si effettua una valutazione dell'abbassamento complessivo del fondo sulla base della misura di dislivelli tra superfici omologhe (piana inondabile attuale e terrazzo oppure sommità della barra attuale e sommità dei depositi di barra riconosciuti in affioramento in corrispondenza di scarpate). Tali determinazioni si devono avvalere di osservazioni fatte da foto aeree, che possano permettere di ricavare informazioni cronologiche certe sulle superfici rispetto alle quali si misurano i dislivelli. Ad esempio, una superficie attuale di piana inondabile o di terrazzo può essere riconosciuta sulle foto aeree di un determinato anno come una barra: misurando in campo il dislivello tra sommità delle ghiaie lungo una scarpata di erosione di tale superficie e la sommità delle ghiaie delle barre attuali, è possibile ricavare una stima dell'abbassamento del letto rispetto a quel determinato anno. E' opportuno sottolineare che tali misure sono affette da un certo grado di incertezza e, per avere stime sufficientemente attendibili, è necessario effettuare più osservazioni in uno stesso tratto.

Sulla base dei dati disponibili e/o dei dati di campo, si giunge ad una classificazione delle variazioni altimetriche. Infine, essendo molte di queste valutazioni interpretative e soggette ad un certo grado di incertezza, si richiede di esprimere un giudizio complessivo sul livello di confidenza.

### 3.3 Tendenze attuali

La sesta scheda relativa alle tendenze attuali ha come oggetto le variazioni in atto, facendo riferimento ad una scala temporale che abbraccia gli ultimi 10-15 anni circa.

1. Tendenza larghezza. Si fa riferimento agli ultimi due voli aerei disponibili (o eventualmente immagini satellitari ad alta risoluzione), sulla base dei quali si effettuano le misure di larghezza (con modalità analoghe alla scheda precedente) e quindi si stima la tendenza attuale (in restringimento, in equilibrio, in allargamento). Tali misure possono essere eventualmente integrate da dati o evidenze sul terreno (sponde in avanzamento o in arretramento).
2. Tendenza altimetrica. Analogamente alla scheda delle variazioni, si fa riferimento inizialmente agli eventuali dati esistenti (due rilievi topografici relativi agli ultimi 10-15 anni), nel qual caso è possibile definire le variazioni di quota del fondo avvenute. Sono inoltre definiti alcuni dati o evidenze valutabili dall'osservazione di immagini telerilevate (variazioni dell'indice di intrecciamento e/o delle dimensioni e numero delle barre), che forniscono informazioni indirette sulla possibile tendenza attuale. Successivamente si riporta una lista di dati o evidenze osservabili sul terreno. A tal fine, è stata effettuata una ricerca bibliografica (ad es. SIMON, 1995; SIMON & DOWNS, 1995; FPCBC, 1996) per individuare quelle evidenze sul terreno che, anche secondo altri Autori, potessero essere diagnostiche per l'interpretazione delle tendenze attuali. I dati e le evidenze selezionati sono ordinati su tre colonne, a seconda che indichino una tendenza all'incisione (colonna sinistra), all'equilibrio (colonna centrale) o alla sedimentazione (colonna a destra). Inoltre sono divisi secondo tre categorie: (a) morfologia, (b) sedimenti, (c) vegetazione e detriti legnosi.

Tutti i dati o evidenze sul terreno (compresi quelli indiretti da foto aeree o immagini satellitari) sono identificati attraverso un codice (f1, M1, ecc.), sulla base del quale è possibile distinguere tra: (a) variabili diagnostiche (indicate con lettera maiuscola), vale a dire variabili di maggior peso, la cui presenza è fortemente indicativa di una tendenza; (b) variabili non diagnostiche (indicate con lettera minuscola), cioè evidenze che da sole non permetterebbero l'attribuzione ad una certa tendenza (in quanto non esclusivi di essa) ma che vanno a rinforzare le variabili diagnostiche, se presenti, della stessa tendenza. Tali codici sono predisposti anche in funzione della definizione successiva di un indice di tendenza (si veda paragrafo successivo). Analogamente alla scheda delle variazioni, è possibile riportare alcune misure di dislivelli tra superfici omologhe che possono fornire una stima di massima dell'entità della tendenza attuale. Infatti, nei casi in cui si osserva la sommità delle ghiaie in scarpate di erosione che mettono in contatto l'alveo con una piana inondabile di recente formazione (ultimi 10 - 15 anni), è possibile raffrontare tale livello con la sommità delle barre attuali. Nel caso in cui la sommità delle barre attuali è superiore rispetto alle ghiaie in affioramento lungo la scarpata, si può desumere che l'alveo ha una tendenza attuale all'aggradazione, e viceversa nel caso di incisione in atto. Anche in questo caso, è opportuno abbinare tali interpretazioni sul terreno con osservazioni di foto aeree degli ultimi 10 - 15 anni ed effettuare più determinazioni in uno stesso tratto. Il grado di incertezza di tali interpretazioni aumenta nel caso di alvei con morfologie a canali intrecciati, dove le altezze delle barre sono molto variabili.

Si riporta poi se e quando si è verificato (limitatamente agli ultimi 10 anni circa) un evento di piena di una certa intensità, in modo da tener presente che alcune evidenze potrebbero essere o meno condizionate da tale evento e non necessariamente essere indicative di una tendenza.

Infine, analogamente a quanto fatto per le variazioni, si classifica il tratto in funzione delle tendenze altimetriche, attribuendolo ad una delle tre classi (incisione, equilibrio, sedimentazione). L'attribuzione ad una certa tendenza altimetrica si basa sul fatto che tutte o la maggior parte delle evidenze sul terreno riconosciute (in particolare modo quelle considerate come diagnostiche) siano attribuite a tale tendenza. D'altra parte non è infrequente il caso in cui si possano avere nello stesso tratto indicatori di tendenze opposte (incisione e sedimentazione). Ciò si può verificare soprattutto in alvei a morfologie complesse (*wandering*, canali intrecciati) e con numerose barre e canali, dove è molto frequente il caso in cui nello stesso tratto esistano zone in erosione e zone in sedimentazione, come messo in evidenza anche in recenti studi basati su analisi fotogrammetriche (si veda ad es. Hicks *et al.*, 2008). In questi casi, se non esiste una tendenza chiaramente prevalente sull'altra, il tratto si interpreta come in condizioni di equilibrio dinamico.

#### 4. APPLICAZIONI E SVILUPPI SUCCESSIVI

Le schede di rilevamento geomorfologico di alvei fluviali qui proposte derivano dall'esigenza di caratterizzare un tratto di alveo ed interpretarne le variazioni passate e le tendenze attuali, attraverso un rilievo sul terreno integrato con altri tipi di dati (in particolare l'analisi delle foto aeree), allo stesso tempo cercando di semplificare la procedura proposta da THORNE (1998). Versioni precedenti delle schede qui proposte sono state già ampiamente impiegate sul F. Tanaro, F. Magra e F. Vara (SIMIGLIA *et al.*, 2004; RINALDI, 2005; 2007). La versione qui proposta è stata finora applicata a numerosi casi di studio rientranti nel progetto PRIN 2005 "Dinamica recente ed attuale di alvei fluviali in Italia centro-settentrionale: tendenze evolutive, cause ed implicazioni applicative", quali F. Panaro, F. Cecina, F. Piave, F. Tagliamento, F. Trebbia, F. Orco e F. Stura.

Si prevede, come sviluppi successivi, di abbinare a queste schede di base alcuni moduli integrativi relativi a possibili misure che preferibilmente andrebbero effettuate (rilievi topografici, misure granulometriche, misure dei detriti legnosi, ecc.). Inoltre si prevede di ricavare un indice o una serie di indici, basati sulla somma delle variabili diagnostiche (quelle indicate con lettera maiuscola nella sesta scheda) e non diagnostiche (quelle indicate con lettera minuscola), che tengano conto di tutti gli indicatori rilevati e che esprima in maniera sintetica la tendenza attuale del fondo.

Le schede presentate non sono direttamente associate ad una particolare classificazione delle morfologie fluviali, in quanto si preferisce lasciare a chi le utilizza la scelta della classificazione che ritiene più adatta al suo caso di studio ed alle finalità del progetto. Tuttavia, le informazioni contenute in queste schede sono sufficienti per l'applicazione di quasi tutti i sistemi di classificazione proposti in letteratura, incluso quello

sviluppato da ROSGEN (1996). L'utilizzo delle schede permette una classificazione di: (a) variazioni della quota del fondo (inciso, invariato, aggradato) e della larghezza (ristretto, invariato, allargato); (b) tendenze attuali del fondo (in incisione, in equilibrio, in sedimentazione) e di larghezza (in restringimento, in equilibrio, in allargamento). Combinando queste informazioni, è possibile sinteticamente descrivere le condizioni attuali del corso d'acqua come risultato delle variazioni passate e delle tendenze attuali, ed eventualmente attribuire il tratto studiato ad uno schema di classificazione basata sugli aggiustamenti morfologici (SURIAN & RINALDI, 2003) o ad un modello generale di evoluzione.

Si vuole rimarcare che la metodologia di rilevamento geomorfologico qui descritta vuole rappresentare il punto di partenza, piuttosto che l'obiettivo ultimo, di uno studio delle condizioni di instabilità di un alveo fluviale e di eventuali previsioni delle tendenze evolutive future, che dovrebbe essere seguito da una fase successiva più analitica e di quantificazione dei processi, secondo quanto suggerito da SIMON *et al.* (2007).

Tale tipo di classificazione risulterebbe anche molto funzionale alle esigenze di classificazione e monitoraggio dei corsi d'acqua ai fini del recepimento della Direttiva Quadro Acqua 2000/60, la quale richiede di classificare il fiume in base al suo discostamento rispetto ad un dato stato di riferimento.

#### RINGRAZIAMENTI

Ricerca finanziata dal MiUR nell'ambito del progetto PRIN 2005 "Dinamica recente ed attuale di alvei fluviali in Italia centro-settentrionale: tendenze evolutive, cause ed implicazioni applicative" (Responsabile nazionale: N. Surian, Responsabile U.O. Firenze: M. Rinaldi).

Si ringraziano C. Audisio, G. Barbero, A. Cisotto, G. Doretto, G. Duci, L. Cibien, F. Maraga, L. Nardi, L. Pellegrini, C. Simoncini, N. Surian, L.B. Teruggi, O. Turitto, P. Vercesi e L. Ziliani per i commenti ed i preziosi suggerimenti forniti durante il corso di svolgimento del progetto di ricerca. Si ringraziano infine M. Coltorti e A. Fontana e N. Surian per aver contribuito a migliorare l'articolo attraverso i loro commenti costruttivi.

#### BIBLIOGRAFIA

- BRICE J.C. (1984) - *Planform properties of meandering rivers* - In Elliott C.M. (Ed), *River Meandering*, Proc.Conf.Rivers'83, ASCE, New York, 1-15.
- BUNTE K. & ABT S.R. (2001) - *Sampling surface and subsurface particle-size distributions in wadable gravel- and cobble-bed streams for analyses in sediment transport, hydraulics, and streambed monitoring* - U.S.Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, General Technical Report RMRS-GTR-74, 428 pp.
- BUFFAGNI A., ERBA S. & CIAMPITIELLO M. (2005) - *Il rilevamento idromorfologici e degli habitat fluviali nel contesto della direttiva europea sulle acque (WFD): principi e schede di applicazione del metodo Caravaggio* - Notiziario dei metodi analitici, **2**, Istituto di Ricerca sulle Acque, CNR IRSA, 32-34.
- CATANI F., RINALDI M. & ROMIZI A. (1995) - *Valutazione*

- della instabilità di alvei fluviali in corrispondenza di strutture di attraversamento - Atti II Incontro Internazionale Giovani Ricercatori in Geologia Applicata, Peveragno (CU), 11-13 ottobre 1995, 154-159.
- CHURCH M.A. (1992) - *Channel Morphology and Typology* - In: Callow P. e Petts G.E. (Eds), *The Rivers Handbook*, Oxford, Blackwell.
- DAPPORTO S., RINALDI M., CASAGLI N. & VANNOCCI P. (2003) - *Mechanisms of riverbank failure along the Arno River, Central Italy* - *Earth Surface Processes and Landforms*, **28** (12), 1303-1323.
- DOWNS P.W. & THORNE C.R. (1996) - *A geomorphological justification of river channel reconnaissance survey* - *Trans.Inst.Br.Geogr.*, **NS 21**, 455-468.
- ENVIRONMENT AGENCY (1997) - *River Habitat Survey - Field Survey Guidance Manual*, 41 pp.
- ENVIRONMENT AGENCY (2003) - *River Habitat Survey in Britain and Ireland. Field Survey Guidance Manual: 2003 Version* - 136 pp.
- FOREST PRACTICES CODE OF BRITISH COLUMBIA (1996) - *Channel Assessment Procedure Guidebook*, 37 pp.
- GOVI M. & SURIAN N. (2003) - *Una proposta di monitoraggio morfologico degli alvei fluviali* - Cinque Fiumi, Anno II, n. **2-3**, Rivista dell'Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo Tagliamento Livenza Piave Brenta-Bacchiglione, Gangemi Editore, Venezia, 4-11.
- GURNELL A., TOCKNER K., EDWARDS P. & PETTS G. (2005) - *Effects of deposited wood on biocomplexity of river corridors* - *Front.Ecol.Environ.*, **3** (7), 377-382.
- HICKS D.M., DUNCAN M.J., LANE S.N., TAL M. & WESTAWAY R. (2008) - *Contemporary morphological change in braided gravel-bed rivers: new developments from field and laboratory studies, with particular reference to the influence of riparian vegetation* - In: Habersack H., Piégay H. e Rinaldi M. (Eds), *Gravel-bed Rivers VI - From process understanding to river restoration*, Elsevier, 557-586.
- HUPP C.R. & OSTERKAMP W.R. (1996) - *Riparian vegetation and fluvial geomorphic processes* - *Geomorphology*, **14**, 277-295.
- HUPP C.R. & RINALDI M. (2007) - *Riparian vegetation patterns in relation to fluvial landforms and channel evolution along selected rivers of Tuscany (Central Italy)* - *Annals of the Association of American Geographers*, **97** (1), 12-30.
- KELLERHALS R., CHURCH M. & BRAY D.I. (1976) - *Classification and analysis of river processes* - *J.Hydraul.Div., ASCE*, 102, No.HY7.
- LEOPOLD L.B., WOLMAN M.G. & MILLER J.P. (1964) - *Fluvial processes in geomorphology* - Freeman, S.Franco.
- MILAN D.J., HERITAGE G.L. & HETHERINGTON D. (2007) - *Application of a 3D laser scanner in the assessment of erosion and deposition volumes and channel change in a proglacial river* - *Earth Surface Processes and Landforms*, **32** (11), 1657-1674.
- MONTGOMERY D.R. & BUFFINGTON J.R. (1997) - *Channel-reach morphology in mountain drainage basins* - *Geological Society of America Bulletin*, **109** (5), 596-611.
- OSTERKAMP W. R. & HUPP C. R. (1984) - *Geomorphic and vegetative characteristics along three Northern Virginia streams* - *Geological Society of America Bulletin*, **95**, 1093-1101.
- RAVEN P.J., HOLMES N.T.H., DAWSON F.H., FOX P.J.A., EVERARD M., FOZZARD I.R. & ROUEN K.J. (1998) - *River Habitat Quality. The physical character of rivers and streams in the UK and Isle of Man* - *River Habitat Survey Report No. 2*, 34 pp.
- RINALDI M. (2003) - *Recent channel adjustments in alluvial rivers of Tuscany, Central Italy* - *Earth Surface Processes and Landforms*, **28** (6), 587-608.
- RINALDI M. (2005) - *Studio geomorfologico dei principali alvei fluviali nel bacino del Fiume Magra finalizzato alla definizione di linee guida di gestione dei sedimenti e della fascia di mobilità funzionale* - *Relazione Finale Convenzione di Ricerca tra Autorità di Bacino del Fiume Magra e Dipartimento di Ingegneria Civile, Università di Firenze*, 160 pp.
- RINALDI M. (2007) - *Approfondimenti dello studio geomorfologico dei principali alvei fluviali nel bacino del Fiume Magra finalizzato alla definizione di linee guida di gestione dei sedimenti e della fascia di mobilità funzionale* - *Relazione Finale Convenzione di Ricerca tra Autorità di Bacino del Fiume Magra e Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Università di Firenze*, 154 pp.
- RINALDI M. & CASAGLI N. (1999) - *Stability of stream-banks formed in partially saturated soils and effects of negative pore water pressures: the Sieve River (Italy)* - *Geomorphology*, **26** (4), 253-277.
- RINALDI M. & DAPPORTO S. (2005) - *Monitoraggio e analisi dei processi di arretramento e dei meccanismi di instabilità di sponde fluviali* - In: Brunelli M. & Farabollini P. (Eds), *Dinamica Fluviale*, Atti Giornate di Studio sulla Dinamica Fluviale, Grottammare, Giugno 2002, Ordine dei Geologi Marche, 165-201.
- ROSGEN D.L. (1996) - *Applied River Morphology* - *Wildland Hydrology Books*, Pagosa Springs, Colorado, 390 pp.
- ROSGEN D.L. (2001) - *A stream channel stability methodology*. Proceedings of the Seventh Federal Interagency Sedimentation Conference, Reno, Nevada, 11-18 - 11-26.
- SCHUMM S.A. (1977) - *The Fluvial System* - Wiley, New York, 338 pp.
- SCHUMM S.A. (1985) - *Patterns of alluvial rivers* - *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, **13**, 5-27.
- SIMON A. (1995) - *Adjustment and recovery of unstable alluvial channels: identification and approaches for engineering management* - *Earth Surface Processes and Landforms*, **20**, 611-628.
- SIMON A. & DOWNS P.W. (1995) - *An interdisciplinary approach to evaluation of potential instability in alluvial channels* - *Geomorphology*, **12**, 215-232.
- SIMON A., OUTLAW G.S. & THOMAS R. (1989) - *Evaluation, modelling, and mapping of potential bridge scour, West Tennessee* - In: *Proc.National Bridge Scour Symp., Federal Highway Administration Report FHWA-RD-90-035*, 112-129.
- SIMON A., DOYLE M., KONDOLF M., SHIELDS F.D. JR., RHOADS B. & McPHILIPS M. (2007) - *Critical evalua-*

- tion of how the Rosgen classification and associated "natural channel design" methods fail to integrate and quantify fluvial processes and channel response. *Journal of American Water Resources Association*, **43** (5), 1117-1131.
- SIVIGLIA A., FEDERICI B., BECCHI I. & RINALDI M. (2004) - *Sediment transport and morphodynamic of the Tanaro River, north-western Italy* - In: *Sediment Transfer through the Fluvial System, Proceedings Symposium held in Moscow, August 2004*, IAHS Publ.288, 308-315.
- SURIAN N. & RINALDI M. (2003) - *Morphological response to river engineering and management in alluvial channels in Italy* - *Geomorphology*, **50** (4), 307-326.
- THORNE C.R. (1997) - *Channel types and morphological classification* - In: Thorne C.R., Hey R.D. e Newson M.D. (Eds), *Applied Fluvial Geomorphology for River Engineering and Management*, John Wiley & Sons Ltd., 175-222.
- THORNE C.R. (1998) - *Stream Reconnaissance Handbook. Geomorphological investigation and analysis of river channels* - John Wiley & Sons Ltd, Chichester, England, 133 pp.
- THORNE C.R. & EASTON K. (1994) - *Geomorphological reconnaissance of the River Sence, Leicestershire for river restoration*- *The East Midland Geographer*, **17**, 40-50.
- THORNE C.R., REED S. & DOORNKAMP J.C. (1996a) - *A procedure for assessing river bank erosion problems and solutions*- National Rivers Authority, R&D Report **28**, 48 pp.
- THORNE C.R., ALLEN R. & SIMON A. (1996b) - *Geomorphological river channel reconnaissance for river analysis, engineering and management* - *Transactions of the Institute of British Geographers*, **NS 21**, 469-483.
- WILLIAMS G.P. (1978) - *Bank-full discharge of rivers* - *Water Resources Research*, **14** (6), 1141-1154.

Ms. ricevuto il 6 dicembre 2007  
 Testo definitivo ricevuto il 29 aprile 2008

Ms. received: December 6, 2007  
 Final text received: April 29, 2008

**SCHEDE DI RILEVAMENTO GEOMORFOLOGICO DI ALVEI FLUVIALI**

a cura di: Rinaldi M., Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Università di Firenze

**1. CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE ATTUALI**

**Generalità**

Data	_____	Rilevatori	_____
Fiume	_____	Tratto	_____
Numero/Sigla tratto	_____		
Posizione GPS			
Estremità monte	N _____	E _____	
Estremità valle	N _____	E _____	

**Caratteristiche morfologiche generali**

Non confinato	<input type="checkbox"/>	Semiconfinato	<input type="checkbox"/>	Confinato	<input type="checkbox"/>
Morfologia alveo	<input type="checkbox"/>	R=rettilineo, S=sinuoso, R-S BA=rettilineo o sinuoso a barre alternate, M=meandriforme, T=transizionale ( <i>wandering</i> ), CI=canali intrecciati, A=anastomizzato			
Barre	<input type="checkbox"/>	LA=laterali, M=meandro, C=confluenza, LO=longitudinali LS=losanga, D=diagonali, LD=linguoidi o dune			
Sedimenti (dominanti) alveo	<input type="checkbox"/>	A=argilla, L=limo, S=sabbia, G=ghiaia, C=ciottoli, M=massi			
Configurazione fondo	<input type="checkbox"/>	R=rapide, SP= <i>step/pool</i> , LP=letto piano, RP= <i>riffle/pool</i> , DR= <i>dune/ripple</i>			
Controlli fondo	<input type="checkbox"/>	N=nessuno, S=substrato roccioso, A=artificiale			

**Schema morfologico planimetrico**

**Simboli**

limiti tratto	barra/isola	vegetazione
nord	sponda in arretr.	opere
direzione corrente	<i>riffle/pool</i>	foto

Nota: inserire ubicazione sezione/i, schede sponde, misure alveo, misure sedimenti, ecc. riportate nelle pagine seguenti

**Note e commenti**

Nota: inserire in questo spazio se necessario codici foto e relative coordinate GPS

**Superfici**

	sx	cen	dx	
canale (P, S, T)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(P=principale, S=secondario, T=taglio)
barra (LA, M, C, LO, LS, D, LD)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
barra alta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
isola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(S=stabile, P=pioniera, T=terrazzata)
berma ( <i>berm/bench/shelf</i> )	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
piana inondabile (In=incipiente)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
can.secondario (nella piana)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
terrazzo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
versante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**Schema sezione/i**

Nota: evidenziare le superfici e la presenza di vegetazione

**Caratteristiche e dimensioni alveo**

Livello (A=asciutto, M=magra, I=intermedio, P=piena)	<input type="checkbox"/>	Profondità media (m)	<input type="checkbox"/>
Pendenza pelo libero	<input type="checkbox"/>	Pendenza media fondo	<input type="checkbox"/>
Tipi di flusso	<input type="checkbox"/>	C=caduta libera, A=aderente, OF=onde frangenti, ONF=onde non frangenti, I=increspato, L=liscio, R=in risalita, NP=non percettibile	

**Dimensioni alveo di piena (*bankfull*)**

Larghezza (m)	<input type="checkbox"/>	Profondità media (m)	<input type="checkbox"/>
Tipo misura	<input type="checkbox"/>	FA=foto aeree (solo larghezza), SE=sezione esistente, T=sul terreno	
Indicatori alveo di piena (se misura sul terreno)	<input type="checkbox"/>	NA=nessuno-artificiale, NI=nessuno-inciso, PA=piana inondabile attiva	
Metodo misure sul terreno	<input type="checkbox"/>	PI=piana in.incipiente, SB=sommità barra, V=veget.arborea, S=sedimenti	
	<input type="checkbox"/>	RM=rotella metrica, D=distanziometro, ST=stazione totale, DGPS	

**Dimensioni sedimenti alveo**

Unità campionata	<input type="checkbox"/>	F=fondo (R= <i>riffle</i> , P= <i>pool</i> ), B=barra (SU=superficiale, SO=sottostrato)	
D <sub>50</sub> fondo (mm)	<input type="checkbox"/>	D <sub>50</sub> barra sup. (mm)	<input type="checkbox"/>
Metodo misura	<input type="checkbox"/>	D <sub>50</sub> barra sottostrato (mm)	
Corazzamento	<input type="checkbox"/>	V=volumetrico, G=griglia, T=transetto, F=fotografico, A=altro	
	<input type="checkbox"/>	A=assente, D=debole, A=accentuato	

**Note e commenti**

Nota: inserire in questo spazio se necessario codici foto e relative coordinate GPS e codici misure granulometriche

**Sponda sinistra** numero o sigla  Nota: se necessario riportare più sponde rappresentative

Posizione  E=esterna, I=interna, R=rettilineo

Tipo  NC=non coesiva, C=coesiva, CO=composita, S=stratificata

Geometria Altezza (m)  Pendenza media (°)

Composizione Livello 1  Livello 2  A=argilla, L=limo, S=sabbia,  
Livello 3  Livello 4  G=ghiaia, C=ciottoli, M=massi

Controlli sponda  N=nessuno, R=roccia, A=artificiale

Vegetazione  A=assente, E=erba/arbusti, AL=alberi % cop.vegetale

*Osservazioni interpretative*

in arretramento (%)

stabile (%)

in avanzamento (%)

**Schema profilo sponda sinistra**  
(con misure altezza e pendenza)

Processi erosione

Corr.parallela (CP), Corr.incidente (CI)

Sifonamento (S), Rigagnoli/Fossi (R/F)

Movimenti massa

SR=sciv.rotaz., SP=sciv.planare, SS=sciv.superfic.

R=ribaltamento, RMA=rottura masse aggettanti

Accumulo materiale base sponda

Detriti: presenti  assenti

Origine: depositato  franato

Tipo materiale  (A,L,S,G,C,M)

Vegetazione  (A,E,AL)

Bilancio sedimenti

accumulo

equilibrio

erosione

**Sponda destra** numero o sigla  Nota: se necessario riportare più sponde rappresentative

Posizione  E=esterna, I=interna, R=rettilineo

Tipo  NC=non coesiva, C=coesiva, CO=composita, S=stratificata

Geometria Altezza (m)  Pendenza media (°)

Composizione Livello 1  Livello 2  A=argilla, L=limo, S=sabbia,  
Livello 3  Livello 4  G=ghiaia, C=ciottoli, M=massi

Controlli sponda  N=nessuno, R=roccia, A=artificiale

Vegetazione  A=assente, E=erba/arbusti, AL=alberi % cop.vegetale

*Osservazioni interpretative*

in arretramento (%)

stabile (%)

in avanzamento (%)

**Schema profilo sponda destra**  
(con misure altezza e pendenza)

Processi erosione

Corr.parallela (CP), Corr.incidente (CI)

Sifonamento (S), Rigagnoli/Fossi (R/F)

Movimenti massa

SR=sciv.rotaz., SP=sciv.planare, SS=sciv.superfic.

R=ribaltamento, RMA=rottura masse aggettanti

Accumulo materiale base sponda

Detriti: presenti  assenti

Origine: depositato  franato

Tipo materiale  (A,L,S,G,C,M)

Vegetazione  (A,E,AL)

Bilancio sedimenti

accumulo

equilibrio

erosione

**Vegetazione**

Vegetazione viva: A=assente, E=erba/arbusti, AL=alberi

Detriti legnosi: A=accumulo, L=singolo

	sx	cen	dx	Specie principali (veg.viva)
sponda	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	_____
barra attiva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
barra alta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
isola (o isola pioniera)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
berma ( <i>berm/bench/shelf</i> )	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	_____
piana inondabile (o incipiente)	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	_____
terrazzo	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	_____
versante	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	_____

**Opere o attività antropiche**

Interventi stabilizzazione fondo  S=soglia, B=briglia, T=traversa, RM=rampa in massi, MR=massi rinfusa  
altro \_\_\_\_\_

Interventi stabilizzazione sponde  M=massi, B=blocchi cls, MA=materasso, PE=pennello o deflettore,  
RI=riprofilatura, MU=muro, GA=gabbione, IN=ing.naturalistica  
altro \_\_\_\_\_

Argini  RT=rilevato in terra, MA=muro arginale

Opere esterne all'alveo  PE=pennello, MU=muro  
altro \_\_\_\_\_

Attività di escavazione  CI=cava inattiva, F=frantoio (sx o dx: in sponda sinistra o destra)  
IA=Interventi recenti di rimozione sedimenti in alveo

**Schema ubicazione opere/attività nel tratto**

**Note e commenti**

Nota: inserire in questo spazio se necessario codici foto e relative coordinate GPS

<b>2. VARIAZIONI MORFOLOGICHE</b>			
<b><u>Variazioni di larghezza</u></b>			
<i>Dati disponibili (cartografie/foto aeree/immagini satellitari)</i>			
1. XIX secolo	anno	<input style="width: 50px;" type="text"/>	larghezza (m) <input style="width: 50px;" type="text"/>
2. anni '50 XX secolo	anno	<input style="width: 50px;" type="text"/>	larghezza (m) <input style="width: 50px;" type="text"/>
3. Ultimo rilievo disponibile	anno	<input style="width: 50px;" type="text"/>	larghezza (m) <input style="width: 50px;" type="text"/>
<i>Variazioni misurate</i>			
$\Delta W$ rispetto a XIX secolo			
Ristretto	m <input style="width: 30px;" type="text"/>	% <input style="width: 30px;" type="text"/>	Invariato m <input style="width: 30px;" type="text"/> % <input style="width: 30px;" type="text"/> Allargato m <input style="width: 30px;" type="text"/> % <input style="width: 30px;" type="text"/>
<small>(<math>\Delta W &lt; 10\%</math> larghezza attuale)</small>			
$\Delta W$ rispetto ad anni '50 XX secolo			
Ristretto	m <input style="width: 30px;" type="text"/>	% <input style="width: 30px;" type="text"/>	Invariato m <input style="width: 30px;" type="text"/> % <input style="width: 30px;" type="text"/> Allargato m <input style="width: 30px;" type="text"/> % <input style="width: 30px;" type="text"/>
<small>(<math>\Delta W &lt; 10\%</math> larghezza attuale)</small>			
<b><u>Variazioni tracciato</u></b>			
rispetto a:			
	XIX	'50 XX	
intrecciamento	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>	
sinuosità	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>	
numero/estensione barre	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>	
migrazione alveo (D, S, N)	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>	
max spostamento (m)	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> <span>D=diminuito, I=invariato, A=umentato</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> <span>D=diminuita, I=invariata, A=umentata</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> <span>D=diminuito, I=invariato, A=umentato</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> <span>D=destra, S=sinistra, N=nessuna</span> </div>			
tipologia barre	da <input style="width: 20px;" type="text"/>	a <input style="width: 20px;" type="text"/>	a <input style="width: 20px;" type="text"/>
morfologia alveo	da <input style="width: 20px;" type="text"/>	a <input style="width: 20px;" type="text"/>	a <input style="width: 20px;" type="text"/>
LA=laterali, LO=longitudinali, M=meandro, I=isole R=rettilineo, S=sinuoso, M=meandriforme, T=transizionale, CI=canali intrecciati, A=anastomizzato			
<b><u>Variazioni altimetriche</u></b>			
<i>Dati disponibili (profili/sezioni)</i>			
1. Primo rilievo disponibile	anno	<input style="width: 50px;" type="text"/>	quota (m s.l.m.) <input style="width: 50px;" type="text"/>
2. Ultimo rilievo disponibile	anno	<input style="width: 50px;" type="text"/>	quota (m s.l.m.) <input style="width: 50px;" type="text"/>
<i>Variazioni misurate</i>			
Inciso	m <input style="width: 30px;" type="text"/>	Invariato	m <input style="width: 30px;" type="text"/> Aggradato m <input style="width: 30px;" type="text"/>
<small>(<math>-0.5 &lt; \Delta Z &lt; 0.5</math> m)</small>			
<i>Dati / evidenze sul terreno</i>			
	<i>Inciso</i>	<i>Invariato</i>	<i>Aggradato</i>
presenza terrazzo	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>	assenza terrazzo	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>
pile ponte esposte	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>	pile ponte normali	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>
esposizione pile (m)	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>	sommità barre > piana <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>	
epoca ponte (se nota)	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>	pile ponte sepolte <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>	
contropendenza piana <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>			
<b><u>Dislivelli superficiali omologhe (m):</u></b>			
1. terrazzo - piana inondabile	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>		
2. sommità ghiaia (scarpata terrazzo) - sommità barra	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>		
numero totale misure <input style="width: 30px;" type="text"/>			(altre eventuali misure o note)
<b><u>Classificazione variazioni altimetriche</u></b>			
Inc.limitata ( $-1 < \Delta Z < -0.5$ m)	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>	Invariato ( $-0.5 < \Delta Z < 0.5$ m)	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>
Inc.moderata ( $-2 < \Delta Z < -1$ m)	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>	Aggradazione <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>	
Inc.intensa ( $-4 < \Delta Z < -2$ m)	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>	(non è possibile una stima quantitativa in base a soli dati/evidenze sul terreno)	
Inc.molto intensa ( $\Delta Z < -4$ m)	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>		
<i>Livello confidenza complessivo delle interpretazioni</i>			
<input style="width: 100%; border: 1px solid black;" type="text" value="molto basso / basso / medio / alto / molto alto"/>			
<b><u>Note e commenti</u></b>			

